



Facultad de Veterinaria
Universidad Zaragoza



Trabajo Fin de Grado

**Alimentación y calidad de la carne de los cerdos destinados a Jamón
Denominación de Origen Protegida Teruel**

**Feeding and meat quality of pigs intended for Protected
Designation of Origin Teruel dry-cured ham**

Autor

M^a ISABEL CABELLO ANGOSTO

Directores

M^a ANGELES LATORRE GÓRRIZ y MANUEL FONDEVILA CAMPS

Facultad de Veterinaria

2016

ÍNDICE

	Página
RESUMEN.....	2
ABSTRACT.....	2
1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.....	5
3. NORMATIVA DEL JAMÓN DOP TERUEL.....	6
3.1 Sistema de producción y sacrificio.....	6
3.2 Sistema de elaboración.....	7
3.3 Requerimientos en el producto final.....	9
4. FACTORES PRODUCTIVOS QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DE LA CARNE EN CERDOS DESTINADOS A JAMÓN DOP TERUEL.....	10
4.1 Genética.....	10
4.2 Sexo.....	11
4.3 Edad y peso al sacrificio.....	13
4.4 Alimentación.....	14
5. ESTUDIO ANALÍTICO DE PIENSOS Y DE CARNE DE CERDOS DESTINADOS A JAMÓN DOP TERUEL.....	17
5.1 Objetivos.....	17
5.2 Material y métodos.....	18
5.2.1 Muestras estudiadas.....	18
5.2.2 Análisis laboratoriales.....	19
5.2.2.1 Pienso.....	19
5.2.2.2 Carne.....	20
5.2.3 Análisis estadístico.....	22
5.3 Resultados y discusión.....	22
5.3.1 Pienso.....	22
5.3.2 Carne.....	24
5.4 Conclusiones del estudio.....	26
6. CONCLUSIONES.....	27
CONCLUSIONS.....	27
7. VALORACION PERSONAL.....	28
8. BIBLIOGRAFÍA.....	29
9. ANEXOS.....	34

RESUMEN

El trabajo se ha planteado con el objetivo de profundizar en la importancia de la alimentación así como en la calidad de la carne de cerdos destinados a la Denominación de Origen Protegida (DOP) Jamón de Teruel. Para ello se ha llevado a cabo una revisión bibliográfica, una visita a un matadero y a una fábrica de piensos de dicha DOP y, por último, un pequeño trabajo laboratorial. Primero se ha explicado la evolución y situación actual de la DOP Jamón de Teruel para después ahondar la normativa que la regula. En segundo lugar, se han expuesto los factores productivos que más afectan a la calidad de estos cerdos pesados, como son la genética, el sexo, la edad y peso al sacrificio y la alimentación. Además, para reforzarlo, se han presentado pequeños estudios; uno es de análisis de piensos para cerdos de engorde de la DOP comparando la composición nutricional estimada (detallada en la etiqueta) con la analizada (obtenida en el laboratorio) y a su vez con las recomendaciones de FEDNA. Y otro comparando la calidad de la carne de cerdo magro con la de cerdos destinados a Jamón DOP Teruel, que son más pesados y gramos. Por último, se han mostrado una serie de conclusiones a las que se han llegado con la realización del trabajo.

ABSTRACT

The objective of the present work has been to study deeply the relevance of feeding and also the meat quality of pigs intended for the Protected Designation of Origin (PDO) Teruel dry-cured ham. For that, a bibliographical review has been carried out, as well as a visit to a slaughterhouse and a mill factory belongs to the PDO and finally, a small laboratory study. A bibliographical review and a short research work have been carried out to achieve this aim. Firstly, the historical evolution and the current situation of dry-cured Teruel ham is explained and also the legislation required by the POD. Secondly, it has been studied how genetic, age and slaughter weight, sex and especially feeding affect carcass and meat quality in heavy pigs. In addition, two small studies were developed. One with feeds for growing-finishing pigs of the POD Teruel ham provided by a private company about the comparison of the calculated nutritional value (described in the label) and the analyzed (obtained at the laboratory) and the recommendations of FEDNA. Other comparing meat from commercial pigs to that from pigs intended for Teruel ham being heavier and fattier. After, data were statistically analyzed. Finally, the conclusions reached with the completion of the work have been shown.

1. INTRODUCCIÓN

Jamón de Teruel fue la primera Denominación de Origen Protegida (DOP) que se creó en España (en 1984) para amparar, controlar y garantizar la producción de jamones. La provincia tiene gran tradición en la elaboración de jamón curado, propiciado por el clima, con inviernos fríos, veranos frescos y viento de componente noroeste. En 1997, este jamón se incluyó en la lista de productos de especial calidad aprobada por la Comisión Europea, lo que implica su protección en el ámbito europeo.

El trabajo del Consejo Regulador del Jamón de Teruel ha ido dirigido, desde el principio, a obtener un producto de alta calidad, entre el jamón serrano y el jamón ibérico, a un precio razonable.

En la última década, el número de explotaciones ha descendido notablemente siendo actualmente de 140. De ellas, 19 corresponden a maternidad, 85 a cebo y 36 a ciclo cerrado. El censo de cerdas ha evolucionado de forma similar, alcanzando su máximo histórico en el año 2007 con más de 37.000 animales mientras que, en 2014, este dato ascendía a 20.457 (Figura 1). Además, la DOP cuenta con 9 mataderos (Imagen 1), 34 secaderos (Imagen 2) y 31 salas de fileteado y envasado, repartidos por toda la provincia (CRDOP Jamón de Teruel, 2015).

Figura 1. Evolución del censo de cerdas reproductoras en la DOP Jamón de Teruel (CRDOP Jamón de Teruel, 2015)

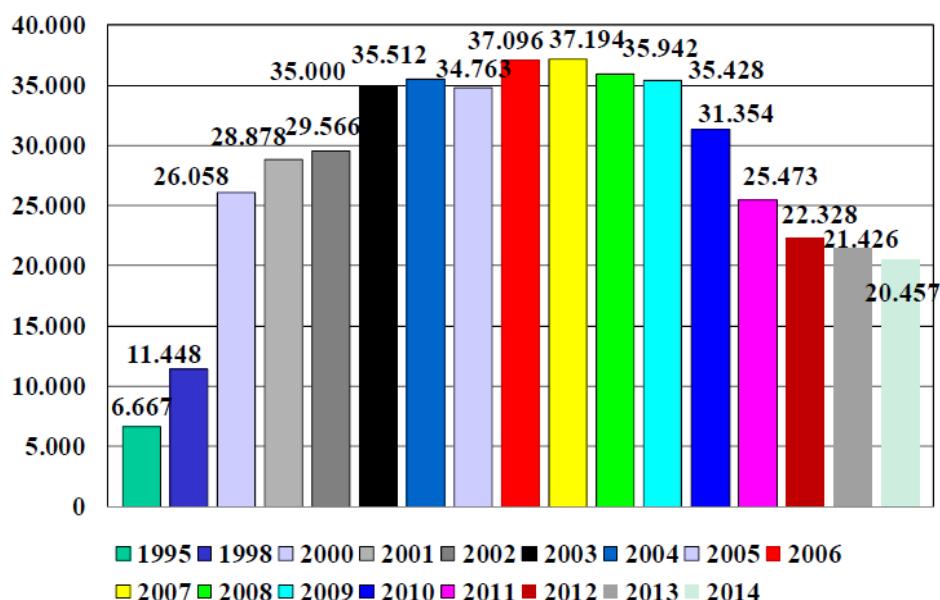


Imagen 1. Matadero de Jamón DOP Teruel

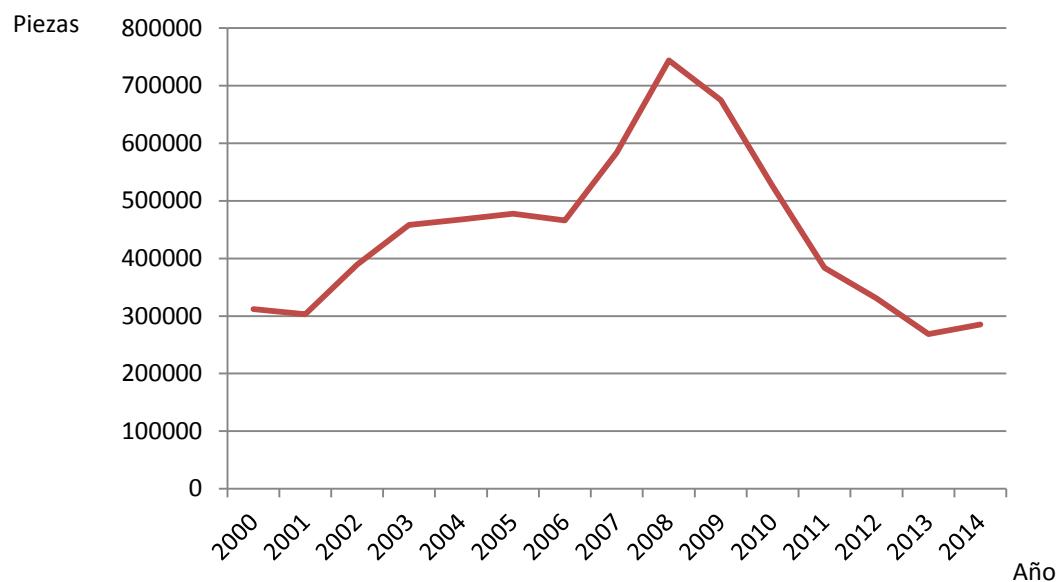


Imagen 2. Secadero de Jamón DOP Teruel



La evolución de la producción de este tipo de jamón se muestra en la Figura 2, donde se observa que actualmente se están curando 285.000 piezas anualmente, un 62% menos que en 2008, debido a que este sector fue uno de los más castigados por la crisis económica. Sin embargo, desde 2014 se está manteniendo, e incluso recobrando, y muestra de ello son los datos de comercialización. Según la Cámara de Comercio, Teruel exportó jamón por valor de 1,4 millones de euros durante el último semestre de 2015. Al igual que en años anteriores, Francia fue el principal cliente (50% del total del volumen de negocio), seguido de Reino Unido (10%) y ligeramente por encima de Japón que se sitúa en tercer lugar. Las exportaciones turolenses de jamón y paleta curados crecen cada año.

Figura 2. Evolución de la producción de Jamón DOP Teruel (CRDOP Jamón de Teruel, 2015)



2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

El tema del Jamón DOP Teruel se menciona tanto en la asignatura Integración en Porcino (4º curso) como en la asignatura de Tecnología Alimentaria e Higiene, Inspección y Control Alimentario (5º curso) del Grado de Veterinaria de la Universidad de Zaragoza. Sin embargo, es de destacar su gran influencia social y económica puesto que se considera “la empresa” más grande de la provincia de Teruel. Da lugar a más de 1500 puestos de trabajo; 1200 se desempeñan en el ámbito ganadero (que corresponden al 20% de la población dedicada al sector primario) y 800 en el industrial (mataderos y secaderos). Por otra parte, es uno de los sectores que más dinero mueve anualmente. Sólo la parte relacionada con el jamón (sin tener en cuenta la ganadera) gestiona más de 20 millones de € al año, lo que supone más del 1% del PIB turolense (CRDOP Jamón de Teruel, 2015). Este tipo de producto tiene actualmente una importante proyección, tanto a nivel nacional como internacional, por su calidad diferenciada encontrándose entre el jamón normal y el Ibérico.

Además, la nueva Normativa del Jamón DOP Teruel (BOA, 2011) recoge algunas diferencias respecto a la anterior (BOA, 1993) y me parece interesante ahondar en ello.

Por último, debo tener en cuenta mi experiencia personal. Provengo de una familia que se ha dedicado desde hace muchos años a la agricultura y la ganadería. Desde el año 2004, mi familia regenta una explotación de cerdos de cebo ubicada en el término municipal de Bañón, en la provincia de Teruel. La explotación cuenta con 1940 plazas, divididas en dos cebaderos, que están integrados en PORTESA, empresa localizada en Teruel, que abarca 90.000 plazas de cebo y 6.500 cerdas reproductoras. Los cerdos obtenidos en cada crianza son destinados a la producción de Jamón de DOP Teruel.

Por todo lo expuesto anteriormente, los objetivos de este trabajo consisten en profundizar en la importancia de la DOP Jamón de Teruel, evaluando la última Normativa, y haciendo hincapié en cómo afectan los distintos aspectos productivos en la calidad de la carne de estos animales, prestando especial atención a la alimentación, por ser uno de los aspectos que más impacto tiene. Además, se completa con dos pequeños estudios laboratoriales; uno de pienso destinado a cerdos de la DOP y otro de comparación entre carne de cerdo blanco y carne de cerdo de destinado a este tipo de jamón.

3. NORMATIVA DEL JAMÓN DOP TERUEL

El primer Reglamento se recoge en el BOA (1993) pero, más recientemente (BOA, 2011), se han hecho algunas modificaciones. Esta última normativa está orientada a incluir la paleta curada como producto protegido, modificar la zona geográfica de elaboración de jamones y paletas, la prueba de origen, el método de obtención variando factores genéticos, de sacrificio, de alimentación, de peso de perniles, de las etapas de obtención de jamones y paletas, de comercialización y finalmente incluyendo variaciones en el etiquetado.

3.1 Sistema de producción y sacrificio

La DOP es un tipo de indicación geográfica aplicada a un producto agrícola o ganadero alimenticio cuya calidad o características se deben, fundamental y exclusivamente, al medio geográfico en el que se produce, transforma y elabora. En este caso, la zona de producción está constituida por los términos municipales de la provincia de Teruel cuya altitud no sea inferior a 800 m.

Según la Normativa recogida en el BOA (2011), el tipo de ganado apto para la producción de Jamón de DOP Teruel será el procedente del cruzamiento entre: Landrace (tipo estándar) o Large White o cruce de ambas, como raza materna, y Duroc como raza paterna. Solamente los cerdos nacidos y criados en granjas situadas en la provincia de Teruel podrán suministrar perniles destinados a la elaboración de Jamón con DOP Teruel.

Las fábricas de piensos compuestos, para alimentar a este tipo de animales, deberán estar ubicadas dentro del área geográfica de la provincia de Teruel o de sus provincias limítrofes. La alimentación del ganado se basa fundamentalmente en cereales, definiendo los porcentajes de materias primas que entran a formar parte de la composición del pienso, que se formulará con un mínimo de 50% de cereales.

Respecto a la edad y peso al sacrificio, en el BOA (2011) se ha llevado a cabo una modificación en el pliego de condiciones, por el que deja de ser obligatorio el sacrificio de los animales a los 8 meses de edad, siendo el único requisito que los animales deben haber alcanzado un peso de entre 115 y 130 kg.

Todas las granjas de producción, tanto las de reproductoras como las de engorde, deberán estar inscritas y situadas dentro de la zona de producción. A la entrada a cebadero, los

animales deberán estar identificados por una marca indeleble en la oreja, en la cual figurará el código de explotación de procedencia.

Tanto el transporte, como sacrificio y curación (secado y maduración) de los perniles estarán controlados por el Consejo Regulador. Los mataderos, secaderos y envasadores deberán estar inscritos y ubicados dentro de la zona de producción y elaboración.

El cerdo no recibirá ningún tipo de tratamiento o alimentación medicamentosa en los 15 días anteriores al sacrificio. Antes de proceder a su transporte al matadero, guardarán un ayuno mínimo de 12 horas. Para mantener la integridad física de los animales durante todo el transporte, estos se llevarán en camiones con montacargas, o vehículos adecuados, para que no sufran ninguna molestia o alteración.

Los mataderos deberán reunir las condiciones técnico-sanitarias exigidas en la legislación vigente y en ellos permanecerá el cerdo, antes de su sacrificio, un tiempo de espera con el fin de eliminar la fatiga del transporte y asegurar un nivel mínimo de las reservas del glucógeno muscular.

El sacrificio se hará con aturdimiento previo por métodos oficiales exigiéndose, posteriormente, que el desangrado sea completo y que, tanto extremidades anteriores como posteriores, se mantengan íntegros. La nueva Normativa amplía a “métodos oficiales” el aturdimiento y no sólo al electro-shock, a diferencia de la anterior. Tras el sacrificio, se procederá al oreo de la canal a una temperatura no superior a 10°C, durante 4 horas, y a una humedad relativa del 90%, en la primera hora, y del 85% en las restantes.

3.2 Sistema de elaboración

Para la elaboración de los jamones sólo se emplearán los perniles procedentes de cerdos cuyo peso de canal sea superior a 86 kg y el espesor de tocino a la altura del músculo *Gluteus medius* tenga un mínimo de 16 mm. En la antigua Normativa se exigía que el espesor debía medirse a la altura de la 4^a costilla y requería un mínimo de 40 mm y un máximo de 70 mm. Para la obtención del jamón se cortará la extremidad posterior del animal en su parte superior, a la altura de sínfisis isquio-pubiana.

Una vez despiezada la canal y perfilados los perniles se mantendrán de 24 a 48 horas a una temperatura entre -2°C y +2°C y, como mínimo, el tiempo necesario para conseguir una temperatura de +2°C en el interior de la pieza. El transporte de los perniles desde el matadero

a los locales de curación y maduración se hará en vehículos frigoríficos, entrando en la nave de salado con una temperatura en el centro del pernil entre 0 y 2ºC.

Respecto a la trazabilidad, las canales aptas para consumo deberán ir marcadas con una numeración en ambos jamones. Esta numeración incluirá: el número del matadero donde se realizó el sacrificio, la semana de sacrificio, la granja de donde proceda y el número del cerdo.

El proceso de curación se compone de tres fases:

- Salazón y lavado: se realizará con sal en contacto con las piezas; depende del peso del jamón, siendo como máximo 14 días. Se lavarán con agua templada para eliminar la sal adherida.
- Asentamiento o postsalado: en esta fase se repartirá la sal homogéneamente en todas las piezas cárnicas, eliminándose lenta y paulatinamente el agua. El proceso se realizará en cámaras con temperaturas de 3ºC a 6ºC y una humedad relativa entre el 80 y el 90%. El tiempo de permanencia en las cámaras dependerá del peso de las piezas, oscilando entre 45 y 90 días.
- Secado y maduración: esta operación se llevará a cabo en secaderos cuyas condiciones ambientales son las propias de la zona, controlando la ventilación que permita las condiciones óptimas de humedad relativa y temperatura.

La fase de maduración se efectuará en ambiente natural, las piezas se trasladarán a naves de maduración y/o bodegas, donde se almacenarán colgadas en condiciones de humedad y temperatura debidas al medio natural, propio de una zona seca y fría, con altitud superior a 800 m sobre el nivel del mar. No podrán establecerse valores estandarizados de temperatura y humedad ya que cada secadero tendrá condiciones diferentes en función de las condiciones climáticas del momento, siendo lo más importante el tiempo total del proceso y las características que el producto tiene al final del proceso. En esta fase de envejecimiento se producen reacciones bioquímicas que son las responsables del aroma y sabor característico de este tipo de producto.

La duración mínima de todo el proceso de elaboración deberá ser de 15 meses (en la anterior normativa era de 9). Durante este proceso, la industria deberá realizar un mínimo de dos analíticas para comprobar que tanto la salinidad como la humedad son las correctas.

Finalmente, se llevará a cabo el proceso de cala para ver si las piezas son aptas para el consumo.

3.3 Requerimientos en el producto final

Al jamón curado se le exigirán una serie de características físicas y organolépticas.

Sus bordes deberán tener forma alargada, perfilada y redondeada, conservando siempre la pezuña. Podrán presentarse con toda la corteza o perfilado en corte tipo «V», cuyo vértice quedará situado en el punto medio de la maza del jamón, lo cual todavía está pendiente de aprobación definitiva por la Comisión Europea. Su peso nunca deberá de ser menor de 7 kg, y lo ideal es que se encuentre entre 8 y 9 kg.

Cuando se corta el jamón, deberá tener un aspecto rojo, brillante y con grasa parcialmente infiltrada. Esta grasa deberá tener una consistencia untosa, brillante, aromática y con un sabor agradable. Otro de los aspectos importantes es el sabor de la carne, que no deberá de ser muy salado, siendo éste un punto muy delicado.

Todas las piezas deberán ir etiquetadas. En las etiquetas comerciales, propias de cada firma comercial, figurará obligatoriamente la mención "Denominación de Origen Protegida Jamón de Teruel" (Imagen 3). Irán identificados con la palabra TERUEL y la estrella de 8 puntas marcada a fuego (Imagen 4), además de la etiqueta (vitola) numerada con el logotipo de la DOP. En los envases de los deshuesados, porciones o loncheados de jamones y paletas curados, se utilizará una contraetiqueta numerada con la palabra «Jamón» y el logotipo de la DOP.

Imagen 3. Etiqueta del Jamón de Teruel



Imagen 4. Marca a fuego del Jamón de Teruel



4. FACTORES PRODUCTIVOS QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DE LA CARNE EN CERDOS DESTINADOS A JAMÓN DOP TERUEL

4.1 Genética

El cruzamiento exigido para poder producir Jamón DOP Teruel es Landrace o Large White o cruce de ambas, como madre, y Duroc como padre (Imagen 5). Landrace, de origen danés, destaca por su conformación, su velocidad de crecimiento, su índice de transformación y su espesor graso-dorsal. Large White, de origen inglés, es importante por su fertilidad, prolificidad y carácter maternal. Prácticamente el 100% de las hembras reproductoras censadas en la DOP es Landrace x Large White para aprovechar la heterosis de su cruce.

La raza Duroc se caracteriza por su buena velocidad de crecimiento, elevada rusticidad y excelente calidad de carne, con gran infiltración grasa. En España las razas paternas más empleadas en porcino son la Pietrain y la Duroc pero sus fines son distintos. La Pietrain, por su gran rendimiento magro, se emplea especialmente para carne fresca y la Duroc, por lo ya descrito, a productos elaborados. De hecho, Latorre *et al.* (2003a,b) concluyeron que la raza Duroc es más apta que la Pietrain para la producción de jamón curado.

Imagen 5. Cerdos destinados a Jamón DOP Teruel



Un estudio realizado por Daza *et al.* (2012) muestra resultados productivos y de calidad de cerdos Duroc x (Landrace x Large White) destinados a Jamón DOP Teruel (Tabla 1).

Tabla 1. Datos productivos y de calidad de cerdos Duroc x (Landrace x Large White) destinados a Jamón DOP Teruel (Daza *et al.*, 2012)

Ganancia media diaria (de 40 a 130), g/d	920
Consumo medio diario (de 40 a 130), g/d	2.790
Índice de conversión (de 40 a130), g/g	3,03
Rendimiento de canal, %	79,4
Grasa a nivel del m. <i>Gluteus medius</i>, mm	20,9
Peso jamón fresco, kg	13,5
Rendimiento jamón fresco, % canal	13,1
Grasa intramuscular, %	3,02

Sin embargo, la mejora genética de los últimos años ha dado lugar a numerosas líneas dentro de una misma raza. De hecho, en ocasiones hay más diferencias entre líneas de una misma raza que entre razas. Cilla *et al.* (2006) mostraron los distintos resultados que pueden obtenerse utilizando diferentes líneas Duroc para la obtención de Jamón DOP Teruel.

4.2 Sexo y castración

El Reglamento de la DOP Jamón de Teruel exige que los machos estén castrados antes de la entrada en el cebadero y las hembras no estén en celo en el momento del sacrificio. De acuerdo al RD 1135 del BOE (2002), la castración quirúrgica, que es la habitual, sólo puede practicarse en machos y deberá realizarse antes de los 7 días de vida o, si se excede ese tiempo, tendrá que usarse anestesia y analgesia prolongada bajo la supervisión de un veterinario.

La castración reduce el olor sexual, provocado por el escatol y la androstenona, en machos sacrificados por encima de 100 kg. Colateralmente, disminuye las agresiones entre animales, al igual que las montas, y otra consecuencia importante es que aumenta la retención de grasa (Barton-Gade, 1987), necesaria en el caso de ciertos productos cárnicos como ocurre en el Jamón de Teruel.

Los machos castrados presentan mayores crecimientos pero peores índices de conversión que las hembras, siendo más grados tanto en su canal como en su carne (Tabla 2). Algunos autores han concluido que los machos castrados son más adecuados que las hembras para la elaboración de Jamón DOP Teruel (Garitano *et al.*, 2013).

Tabla 2. Datos productivos y de calidad de machos castrados y hembras destinados a Jamón DOP Teruel (Latorre *et al.*, 2008)

	MACHOS CASTRADOS	HEMBRAS	EEM (n=100)	P<
Ganancia media diaria (de 120 a 140), g/d	920	887	19,6	NS
Rendimiento de canal, %	78,5	78,4	0,14	NS
Grasa a nivel del m. <i>Gluteus medius</i>, mm	27,3	23,4	0,46	0,001
Peso jamón fresco, kg	26,6	26,3	0,23	NS
Rendimiento jamón fresco, % canal	25,3	26,1	0,09	0,001

La castración es una práctica común en muchos países europeos que se lleva a cabo en la primera semana de vida de los lechones, no obstante, la cantidad de cerdos blancos que llegan enteros a los mataderos está creciendo cada vez más debido a la nueva normativa de bienestar animal (Bravo de la Laguna, 2011). De hecho, a partir de 2018 se va a prohibir, a nivel europeo, la castración en cerdos desde el primer día de vida si no es bajo control veterinario (PIGCAS, 2009), lo que traerá complicaciones, especialmente mayores costes. Entre las alternativas que se barajan destaca la inmunocastración, que consiste en una vacuna que estimula el sistema inmunitario del animal para la producción de anticuerpos que inhiben la secreción de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH), inhibiendo el desarrollo de los testículos y la producción de testosterona y androstenona. La vacuna consiste en dos dosis aplicadas, vía subcutánea, durante el engorde (la primera a las 4 semanas de la entrada a cebo y la segunda al menos 5 semanas antes del sacrificio). Los animales comienzan a comportarse como castrados tras la segunda semana. El efecto es temporal, por lo que el animal vuelve a su estado de entero tras 10 semanas aproximadamente. Un estudio realizado por Daza *et al.* (2016) concluye que la inmunocastración tanto en machos como en hembras con destino a la producción de Jamón DOP Teruel mejora la calidad de la canal y de la carne.

4.3 Edad y peso al sacrificio

La mejora genética de los últimos años, y sus esfuerzos por aumentar el porcentaje magro de la canal de los cerdos, ha retrasado la madurez sexual por lo que hoy es factible alcanzar pesos elevados con crecimientos e índices de conversión aceptables.

El Reglamento del Jamón DOP Teruel exige que los animales pesen al sacrificio entre 115 y 130 kg y la canal > 86 kg. Esto supone alrededor de 1 mes más de edad que un cerdo comercial, que se sacrifica con 100 kg aproximadamente. La literatura coincide en que el aumento de peso empeora los rendimientos productivos, especialmente la eficiencia alimentaria (Piao *et al.*, 2004) pero mejora algunos aspectos relacionados con la calidad de la carne, como el contenido en grasa intramuscular y la terneza. En un trabajo con cerdos destinados a Jamón de Teruel, Latorre *et al.* (2004) matizaron que, por cada 10 kg de incremento de peso vivo, el índice de conversión empeora en 0,01, provocando también un aumento de la grasa dorsal en 2,1 mm y de la grasa intramuscular en un 0,35%. Sin embargo, Rodríguez-Sánchez *et al.* (2014), en una investigación con un panel sensorial entrenado, concluyeron que el aumento de peso de los animales no afectaba a la aceptabilidad del jamón (Tabla 3).

Como conclusión a todo lo descrito podemos decir que la decisión de elevar el peso a sacrificio está condicionada al producto que se quiera obtener y a la relación de incremento costes-beneficio en las condiciones particulares de cada empresa.

Tabla 3. Efecto del aumento de peso al sacrificio en las características sensoriales del Jamón DOP Teruel (Rodríguez-Sánchez *et al.*, 2014).

	120 kg	130 kg	140 kg	EEM (n=4)	P
Color homogéneo	5,64	6,00	5,50	0,223	NS
Grasa intramuscular	5,92	6,06	6,31	0,221	NS
Aroma	6,11	5,94	6,25	0,181	NS
Dureza	5,50	5,00	4,58	0,256	<0,05
Sabor	6,08	5,89	5,75	0,182	NS
Sabor a rancio	1,31	0,92	0,94	0,152	NS
Evaluación global calidad	6,28	6,22	6,17	0,191	NS

Las medidas van en una escala de 1-10.

4.4 Alimentación

En todas las especies ganaderas, el principal gasto es el relacionado con la alimentación. En el caso del cerdo criado en condiciones intensivas, los costes de producción alcanzan un 60-70% del coste final y, dentro estos, la fase de engorde supone a su vez el 65%, por lo que debe establecerse como una prioridad (Palomo, 2010).

Según Agostini *et al.* (2013), para la fase de engorde se pueden utilizar desde tres hasta diez piensos diferentes, con el objetivo de realizar un ajuste preciso entre la composición del pienso y las recomendaciones nutricionales para optimizar los rendimientos productivos, minimizar el impacto ambiental y reducir costes. No se debe utilizar un sólo pienso, ya que se desperdicia gran cantidad de proteína, dando ambientes cargados con amoniaco además de encarecer el cebo. Lo más habitual es utilizar tres o cuatro piensos ya que, si no, se elevan los costes en transporte y trabajo a nivel de fábrica y el riesgo-beneficio que se corre es alto. En el caso concreto de los cerdos pesados, es necesario aportar otro pienso a partir de los 100 kg y hasta el sacrificio, caracterizado por ser algo menos concentrado que el que se suministra previamente, de 60 a 100 kg (disminuye el % de proteína bruta y aminoácidos).

En los cerdos de cebo, la ingesta se regula en función de la concentración energética de la dieta, siendo ésta inferior en machos o hembras que en animales castrados, en variedades magras, cuando aumenta la temperatura o cuando hay una variación en la aportación de la proteína bruta.

La alimentación del cerdo destinado a Jamón DOP Teruel debe basarse en cereales propios de la provincia, donde abundan trigo, cebada y maíz, definiendo los porcentajes de materias primas que entran a formar parte de la composición del pienso. Los cereales son principalmente fuente de hidratos de carbono (almidón) que aportan energía al animal. Tanto maíz como cebada son los más frecuentes en los piensos de cerdo blanco, aunque también se incorpora algo de trigo, siempre dependiendo de los precios del mercado. Por lo tanto, la base de los alimentos energéticos está presente en la provincia. El organismo de control, conociendo los datos de producción, deberá evaluar el origen de las materias primas, en los procesos de formulación en las fábricas de pienso, para verificar esta disponibilidad. Estas fábricas deben estar situadas en la provincia de Teruel o provincias limítrofes.

FEDNA (2013) hace dos tipos de recomendaciones para cerdos en crecimiento-cebo; unas que son generales (serán las aplicables al cerdo de Teruel) y otras para cerdos de alta conformación

(serán para tipo Pietrain, muy mejorados genéticamente, muy magros). Las principales diferencias entre ambas están, sobre todo, en los aminoácidos. Los cerdos no necesitan proteína, sino aminoácidos. El principal aminoácido limitante del crecimiento es la lisina, y a partir de este aminoácido se establecen las cantidades de aminoácidos según el concepto de proteína ideal. En cerdos en crecimiento-cebo, las necesidades varían según los objetivos marcados, pero siempre serán superiores en machos enteros que en hembras y en ambos superiores que en machos castrados. En el caso del cerdo destinado a Jamón DOP Teruel, las necesidades en lisina serán algo menores, que cuando se trata de razas especiales magras.

Desde hace años, el principal problema de los cerdos destinados a Jamón DOP Teruel es la gran descalificación de canales (llega a ser del 30%) por falta de grasa. Esas canales pasan a catalogarse como “cerdo comercial”. En este sentido, las estrategias alimentarias que se están investigando para evitarlo son: 1) uso de cebada como único ingrediente o ingrediente mayoritario; 2) disminuir la proteína o la lisina y 3) aumentar la energía (Tabla 4).

Estudios realizados por Daza *et al.* (2010) y Garitano *et al.* (2012) concluyen que la sustitución del pienso convencional por cebada granulada en cerdos de Teruel no afecta a la mayoría de las características de la canal y mejora la calidad de la carne (aumenta la grasa intramuscular), pero si esta sustitución se realiza hacia mitad del cebo se penalizan los resultados productivos. Otras investigaciones concluyeron que dietas con cebada como ingrediente mayoritario reducen los costes de alimentación (Daza *et al.*, 2012). Hacen falta estudios económicos para ver la viabilidad real de estas propuestas.

Por otro lado, se ha observado que la restricción en lisina durante la primera fase del engorde (20-60 kg) provoca un crecimiento compensatorio en la fase de realimentación posterior y aumenta la cobertura de grasa en el jamón. Aunque se trate de un crecimiento compensatorio incompleto, y tenga unos costes en términos de índice de conversión, se pueden lograr resultados positivos al sacrificio con un menor coste en alimentación y además la carne presenta menor dureza y mayor grasa intramuscular (Suárez-Belloch *et al.*, 2015). Cuando esta restricción se practica durante la fase de finalización (>100 kg), se ha encontrado que aumenta el espesor de grasa de la canal, lo que permitía aumentar el % de canales aptas, pero no aumenta el contenido en grasa intramuscular de la carne (Rodríguez-Sánchez *et al.*, 2011; Suárez-Belloch *et al.*, 2016).

El incremento energético en el pienso de cerdos de Teruel también ha dado resultados positivos en cuanto enrasamiento de la canal pero no aumenta el veteado de la carne (Suárez-Belloch *et al.*, 2013).

Tabla 4. Efecto de distintas estrategias alimentarias durante la fase de finalización (>100 kg) sobre los rendimientos productivos y el enrasamiento en cerdos de la DOP Jamón de Teruel.

Referencia	Dieta	Crecimiento (g/d)	Índice conversión (g/g)	Grasa dorsal (mm)	Grasa intramuscular (%)
Daza <i>et al.</i> (2012)	Pienso convencional	873	3,3	22,8	2,29
	Pienso con 97% cebada	677	3,8	21,4	3,16
	EEM (n=8)	38,9	0,144	0,18	0,123
	P	0,01	0,001	0,05	0,001
Suárez-Belloch <i>et al.</i> (2015)	6,3% Lisina	1014	3,53	24,1	3,26
	5,6% Lisina	949	3,62	23,8	3,61
	4,2% Lisina	833	3,95	24,4	3,95
	3,2% Lisina	712	4,27	24,1	4,21
	EEM (n=5)	80,8	0,269	1,78	0,771
	P	0,001	0,001	NS	0,001
	2280 kcal EN/kg	833	3,25	19,4	3,09
Suárez-Belloch <i>et al.</i> (2013)	2350 Kcal EN/kg	857	3,07	20,4	3,11
	2420 kcal EN/kg	870	2,92	21,7	3,17
	EEM (n=4)	30,1	0,099	0,84	0,173
	P	NS	0,06	0,04	NS

Por otra parte, hay que tener en cuenta que los cerdos requieren ácidos grasos poliinsaturados, que son esenciales y deben ser proporcionados a través de la dieta. Sin embargo, hay que tener especial precaución con el ácido linoleico (C18:2) porque provoca grasas blandas y problemas en la curación, concepto importante en el caso del Jamón DOP

Teruel. En este sentido, FEDNA (2013) recomienda, en el pienso, un 1,04% de C18:2 para animales de 20-60 kg, un 0,9% para los de 60-100 kg y un <0,75% para los de pesos superiores a 100 kg. Esta es además la razón por la que no se aconseja el uso de grandes cantidades de maíz al final del cebo ya que tiene mucha grasa y muy poliinsaturada.

La forma de presentación del pienso puede también afectar a los rendimientos productivos, ya que los cerdos son muy sensibles a la calidad del gránulo y, si no es el adecuado, puede llegar a reducir su consumo diario. Lo ideal es el granulado ya que aumenta la digestibilidad, disminuye el índice de transformación y reduce las pérdidas de alimento. Una desventaja es su mayor coste de producción. El tamaño del gránulo varía con la edad del animal, desde los 3 mm, para lechones, hasta 4-8 mm para cebo y madres. Al igual que varía el tamaño del gránulo, también varía la molturación, para evitar diarreas y úlceras, siendo en lechones de aproximadamente 0,4 mm y en cebo y madres de 0,7 mm. Otras formas de presentación es la harina o la alimentación líquida, esta última está tomando mayor relevancia los últimos años (Agostini *et al.*, 2013).

En cuanto al plano de alimentación, si los cerdos son de razas no autóctonas, como es el caso del cerdo de Teruel, no es necesaria la alimentación restringida, ya que no corre riesgo de engrasamiento excesivo y, si se suministra *ad libitum*, el animal sigue reteniendo proteína y formando músculo.

5. ESTUDIO ANALÍTICO DE PIENSOS Y DE CARNE DE CERDOS DESTINADOS A JAMÓN DOP TERUEL

5.1 Objetivos

El objetivo general de este estudio es profundizar en el conocimiento de la alimentación del cerdo destinado a Jamón DOP Teruel y en las características de su carne.

Los objetivos parciales son:

- a) Contrastar la composición nutricional estimada (proporcionada en la etiqueta comercial) con la analizada (obtenida en el laboratorio) de piensos destinados a cerdos de la DOP Jamón de Teruel.

- b) Comprobar que el valor nutricional de los piensos destinados a la DOP Jamón de Teruel, en las diferentes etapas, cumple con las recomendaciones de FEDNA (2013).
- c) Comparar la carne de cerdo comercial con la de cerdo destinado a Jamón DOP Teruel.

5.2 Material y métodos

5.2.1 Muestras estudiadas

Tanto las muestras de pienso como las de carne se analizaron en el laboratorio de la Unidad de Nutrición Animal de la Facultad de Veterinaria de Zaragoza.

Se utilizaron tres muestras de pienso comercial destinado a cerdos de la DOP Jamón de Teruel, que correspondían con las fases de: 1. adaptación, que se administra a la entrada a cebadero (20-40 kg), 2. crecimiento (40-85 kg), y 3. acabado, que se suministra hasta el sacrificio (85-130 kg). Las muestras fueron proporcionadas por la empresa PORTESA. Las muestras iban acompañadas de sus correspondientes etiquetas donde figuraba su composición nutricional estimada, es decir, la obtenida por formulación mediante un software adecuado para ello (Anexo 1).

Por otro lado, se usaron 8 muestras de carne (*músculo Longissimus dorsi*); cuatro de cerdo blanco comercial y cuatro de cerdo destinado a Jamón DOP Teruel. Las muestras de lomo de cerdo blanco se compraron al azar en un supermercado de Zaragoza, mientras que las muestras de lomo de cerdo de Teruel se obtuvieron en el matadero de la empresa Jamones y Embutidos Alto Mijares (Imagen 6), localizada en Formiche Alto (Teruel).

Imagen 6. Matadero de la DOP Jamón de Teruel (Formiche Alto, Teruel)



5.2.2 Análisis laboratoriales

5.2.2.1 Pienso

En primer lugar, las muestras fueron molidas a 1 mm, puesto que su forma comercial era granulada. Los análisis llevados a cabo, todos por duplicado, fueron: humedad, proteína bruta y extracto etéreo.

La humedad se analizó de acuerdo al procedimiento 934.01 de AOAC (2005). Se pesaron 2 crisoles vacíos por muestra y se añadieron 2 g de muestra fresca en cada uno. Seguidamente, se introdujeron todas las muestras en la estufa a 105°C durante 24 horas. Una vez transcurrido el tiempo se trajeron y se volvieron a pesar. Con ambos pesos se calculó la materia seca:

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

Para realizar la valoración del extracto etéreo o grasa bruta en los piensos se utilizó el método Ankom. Se numeraron 6 bolsitas, se introdujeron 2 g de muestra fresca en cada bolsa y se depositaron en la estufa durante 3 horas a 100°C. Después se sacaron a un desecador, se dejaron enfriar 5-10 min y se volvieron a pesar. A continuación, se introdujeron en el extractor de grasa (Extraction system Ankom^{XT15}) durante 90 min a 60°C, y después se volvieron a introducir en la estufa durante 15-20 min. Se dejaron enfriar alrededor de 15 min en el desecador y se volvieron a pesar. La fórmula aplicada para calcular el porcentaje de extracto etéreo de cada muestra fue la siguiente:

$$\% \text{ Extracto etéreo} = \frac{(\text{peso bolsa} + \text{materia fresca}) - (\text{peso bolsa} + \text{residuo})}{\text{materia fresca} * (\text{X}\% \text{ materia seca}/100)} * 100$$

El contenido de proteína de los piensos fue determinado mediante la cuantificación de nitrógeno total usando el método Kjeldahl. Se analizó de acuerdo al procedimiento 2001.11 de AOAC (2005) utilizando un equipo Kjeldahl (FOOS, Suecia). El método se basa en tres etapas: digestión, destilación y mineralización. Para comenzar con la digestión, se pesa 1 g de muestra fresca y se introduce cada una de las muestras en un tubo de cristal, obteniendo un total de 8 tubos (2 por muestra más 2 blancos). Seguidamente se añade una pastilla de catalizador Kjeldahl (6,25% en sulfato de cobre pentahidratado) y 15 ml de H₂SO₄ al 95-98%. En el blanco se añade lo mismo pero sin muestra. Cada una de las muestras es introducida en el digestor y se programan tiempo y temperatura, comenzando a 150°C durante 10 min y subiendo de 50

en 50ºC (se pretende hacer una rampa manual de temperatura) hasta lograr que las muestras alcancen 420ºC y permanezcan a esta temperatura durante 1 h. Para saber si el tiempo es el adecuado, se debe observar que la muestra ha alcanzado una tonalidad verdosa, lo que indica que la digestión ha finalizado. Se deja enfriar durante 90 min aproximadamente en el digestor y se limpia cada tubo con agua destilada para eliminar cualquier resto que haya podido quedar por las paredes. La disolución pasa a tener una tonalidad azulada. Al día siguiente se realiza la valoración en el equipo 2300 Kjeltec Analyzer Unit, que tarda aproximadamente 5 min por muestra. Se anota el resultado de HCl que se ha añadido. Con el blanco se lleva a cabo la misma operación dándole un valor 0 al inicio y cada 8-9 muestras se vuelve a valorar. A partir del dato del HCl añadido a cada tubo se determina la cantidad de NH_4^+ que contiene cada muestra teniendo en cuenta que:

$$\text{número de equivalentes de HCl} = \text{Número de equivalentes de } \text{NH}_4^+$$

Sabiendo esto se puede establecer, según la siguiente relación, la cantidad de proteína de cada muestra: g de proteína = g de N total x 6,25.

5.2.2.2 Carne

De cada una de las muestras de *Longissimus dorsi* se obtuvieron tres filetes, uno para analizar la composición química, otro para determinar las pérdidas por cocinado y otro para medir el color y las pérdidas por congelación y posterior descongelación (Imagen 7).

Imagen 7. Muestras empleadas.



Las muestras destinadas para calcular las pérdidas por congelación-descongelación se metieron al congelador a -20º manteniéndose 7 días. Se descongelaron mediante inmersión en agua templada y, una vez fuera, se secaron con papel, sin presionar excesivamente, y se

pesaron. La diferencia entre peso previo y posterior a la congelación permite calcular las pérdidas por descongelación.

Para determinar el color de las muestras se usó el método CIELab (CIE, 1976) de medidas objetivas, usando un colorímetro tipo CM 2002 (Minolta Camera, Osaka, Japón). Este sistema se basa en analizar la luminosidad (L^*), y la cromaticidad por medio del componente de color rojo-verdoso (a^*) y del componente de color amarillo-azulado (b^*). Además, se calcularon croma (C^*) y ángulo Hue (H°) como $C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$ y $H^\circ = \tan^{-1}(b^*/a^*) \times 57,29$, respectivamente (Wyscecki y Stiles, 1982). El croma indica intensidad y el ángulo Hue el tono. El valor de color de cada muestra se calculó como la media de tres medidas aleatorias.

Las pérdidas por cocinado se determinaron introduciendo los filetes en un baño María hasta llegar a 70°C (para ello se usa una sonda de temperatura), momento en el que se extraen y se enfrián en agua templada. A continuación, se secan ligeramente con papel sin excesiva presión y se pesan. Los resultados de pérdidas por cocción se expresan en porcentaje y se calculan usando la diferencia entre peso fresco y peso cocinado.

Por último, de cada muestra se analizó por duplicado su composición química, en concreto se determinó su contenido en humedad, proteína y grasa intramuscular. En primer lugar se someten a las muestras a un proceso de picado y homogeneizado.

La humedad se analizó de acuerdo al procedimiento 934.01 de AOAC (2005). Se pesan 5 g de muestra fresca en cada crisol. A continuación se pone el Termoblac a 90°C hasta que llegue a la temperatura adecuada, se añade etanol a 96% a cada uno de los crisoles y se remueve para que no se evapore demasiado. Las muestras deben permanecer en el Termoblac el tiempo necesario hasta que no se perciba olor a etanol. Seguidamente se introducen todas las muestras en la estufa a 120°C durante 48 horas. Una vez transcurrido el tiempo se extraen y se vuelven a pesar. Para obtener los resultados se usa la misma fórmula que la descrita para el pienso.

Para valorar la grasa intramuscular se utilizó el mismo método que para la valoración del pienso (método Ankom) pero con alguna diferencia. Se numeran 18 bolsitas (16 muestras y 2 blancos). En cada una de las bolsas introducimos 0,7 g de celite (polvo de diatomeas que permite la extracción de las proteínas pero no de las grasas), 1 g de muestra y, por último, cubriendo totalmente la muestra, 0,5 g de celite (1,2 g de celite por muestra). Una vez llenas las bolsitas, se sellan e introducen en el hidrolizador (Hidrolysis sistem Ankom^{HCL}) y se

procesan, durante 60 min a 90 °C, añadiendo 500 ml de HCl. A continuación, se extraen y se introducen en un baño de agua destilada, con peso encima para facilitar las pérdidas de HCl, y después se secan con papel de filtro. Este procedimiento se repite 3 veces, con una separación de 30 min, y cambiando el agua en cada repetición. La siguiente etapa consiste en introducir las bolsitas en la estufa a 100°C durante 3 horas. A partir de este punto todo el análisis es igual que el llevado a cabo en las muestras de pienso. Para realizar los cálculos se utiliza la misma fórmula también que la descrita para el pienso.

Para la valoración de la proteína se usó el método Kjeldahl. El procedimiento es igual también al descrito en el pienso, pero con la diferencia de que, el comienzo del análisis, se pesaron 0,75 g de muestra. Al analizar 8 muestras, se tienen 18 tubos (2 por muestra más 2 blancos). Como se ha descrito anteriormente, a partir del dato del HCl añadido a cada tubo se determina la cantidad de NH_4^+ que contiene cada muestra teniendo en cuenta que:

$$\text{número de equivalentes de HCl} = \text{Número de equivalentes de } \text{NH}_4^+$$

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.

5.2.3 Análisis estadístico

Sólo se llevó a cabo un análisis estadístico del estudio de la carne puesto que en el de los piensos únicamente disponíamos de una muestra para cada etapa del crecimiento. Todos los datos se analizaron mediante el procedimiento GLM usando el paquete estadístico SAS (2014). El modelo incluyó el tipo de animal (comercial vs destinado a Jamón DOP Teruel) como efecto principal. Cada tratamiento se replicó 4 veces siendo la unidad experimental el animal. Una $P < 0,05$ indica diferencia significativa mientras que la $P < 0,10$ indica una tendencia a la significación.

5.3 Resultados y discusión

5.3.1 Pienso

En la Tabla 5 se presenta la composición nutricional (estimada y analizada) de las muestras de pienso, además de las recomendaciones de FEDNA (2013), en cuanto a proteína bruta y

extracto etéreo. Se observa, para ambos parámetros, que los valores estimados y analizados son próximos, lo que significa que la matriz de formulación que emplea la empresa está actualizada y que la fabricación es considerablemente precisa en las mezclas. Por otro lado, el perfil nutricional de los piensos suministrados por PORTESA cumple, en general, con las recomendaciones de FEDNA (2013) (aparecen completas en el Anexo 2), lo que es positivo, ya que asegura un normal desarrollo del animal cumpliendo, además, con el objetivo buscado que es dar lugar a un producto de gran calidad.

Tabla 5. Composición nutricional de los piensos de PORTESA (estimada y analizada) y recomendaciones de FEDNA (2013) para cerdos de ese peso vivo.

	Composición estimada PORTESA (etiqueta)	Composición analizada PORTESA	FEDNA (2013)
Arranque (20-40 kg)			
Humedad (%)	10	8,90	
Proteína bruta (%)	17	16,38	16,2-18,0
Extracto etéreo (%)	6	6,52	4-8
Crecimiento (40-85 kg)			
Humedad (%)	10	9,73	
Proteína bruta (%)	16	16,72	14,8-17,0
Extracto etéreo (%)	5	4,98	4-8
Finalización (>85 kg)			
Humedad (%)	10	8,78	
Proteína bruta (%)	15	15,38	13,2-15,1
Extracto etéreo (%)	5	6,932	4-8

De acuerdo con las recomendaciones nutricionales de FEDNA, el porcentaje de proteína debe ir descendiendo a medida que el animal va creciendo y esto se debe a que, aunque las necesidades diarias del cerdo vayan en aumento, lo compensa comiendo más. De hecho, su consumo medio diario de pienso con 20-30 kg es de aproximadamente 1 kg/d (ingeriría 170 g de proteína/d) y con 120 kg es de aproximadamente 3,2 kg/d (ingeriría 480 g proteína/d). Según FEDNA (2013), en los cerdos resultantes del cruce Duroc (Landrace x Large White) que

han alcanzado los 100 kg de peso, puede reducirse la cantidad de proteína durante el periodo de crecimiento-cebo en un 6-10% respecto a las genéticas más magras porque esta estrategia favorece la retención grasa (Suárez-Belloch *et al.*, 2015, 2016).

De la Tabla 5 habría que destacar dos cosas. Por un lado, el nivel proteico que la empresa está proporcionando en realidad (analizado) en el pienso de crecimiento (16,72%) resulta algo elevado considerando la proteína suministrada en arranque (16,38%) y en finalización (15,38%), ya que debería ir en descenso por lo expuesto anteriormente. Por otro lado, el valor obtenido en laboratorio de proteína bruta en la fase de finalización (15,38%) está por encima de las recomendaciones de FEDNA (2013), que son del 15%, lo que se puede dar lugar a mayor producción de purines y además más contaminantes (Gallo *et al.*, 2015). De hecho, en trabajos recientes de Suárez-Belloch *et al.* (2015, 2016) se demuestra que un ligero descenso de proteína bruta o lisina en esas fases no penaliza los resultados productivos, mejora el engrasamiento y permite un mejor aprovechamiento proteico del pienso.

La humedad de todos los piensos es la correcta, ya que, en las muestras analizadas los valores resultaron del 8-9%, lo que implica buena conservación durante un tiempo considerable ya que se evitan enmohecimientos.

5.3.1 Carne

En la Tabla 6 se presentan las diferencias en la calidad de la carne de cerdos comerciales y de cerdos destinados a Jamón DOP Teruel.

No hubo diferencias entre el color del lomo de cerdo comercial y el de Teruel. Tras la revisión de varios trabajos (Nieuwhof *et al.*, 1991; Candek-Potokar *et al.*, 1998) no se pueden sacar conclusiones claras, ya que unos autores encuentran que los cerdos que provienen de la raza Duroc tienen carnes más rojas y más luminosas (son significativos) que los cerdos de raza como la Pietrain y otros autores observan valores similares entre ambos.

Tabla 6. Comparación de la calidad de las muestras de cerdo comercial y de cerdo destinado a Jamón DOP Teruel.

Variable	Teruel	Magro	EEM (n=4)	Significación (P)
Parámetros Color				
Luminosidad L*	53,7	59,2	2,18	0,12
Tendencia al rojo, a*	6,38	6,62	0,49	0,74
Tendencia al amarillo, b*	4,23	4,58	0,13	0,85
Croma C*	7,93	8,08	1,02	0,92
Ángulo Hue, H	60,6	56,0	6,76	0,64
Capacidad de retención de agua				
Pérdidas por descongelación (%)	9,27	9,58	0,86	0,81
Pérdidas por cocción (%)	18,01	21,16	1,72	0,24
Composición química				
Humedad	72,8	72,8	1,20	0,98
Proteína	23,5	23,7	0,40	0,71
Grasa Intramuscular	2,58	0,84	0,36	0,01

Tampoco se vieron diferencias en la capacidad de retención de agua (pérdidas por descongelación ni pérdidas por cocción). El agua es el componente mayoritario de la carne. La capacidad de retención de agua es importante porque afecta a la calidad, rendimiento, seguridad y rentabilidad. El contenido y distribución del agua influye en propiedades de la carne como la resistencia al corte, la jugosidad, la terneza y el aspecto. La cantidad de agua y grasa suelen estar correlacionadas de modo que, si la proporción de agua es elevada, la cantidad de grasa suele ser menor.

El cocinado es el que mayores pérdidas produce pudiendo superar el 40% en casos extremos (Bekele, 2014). Con la cocción, las fibras musculares de la carne se hacen más duras por coagulación, y el tejido conectivo más blando, por el cambio que se produce del colágeno a gelatina. Durante la congelación, el agua que forma parte del jugo de la carne se hiela y los cristales de hielo se disponen entre las fibras musculares, desgarrándolas y comprimiéndolas por medio de las aristas que se han formado. Además, la carne aumenta de volumen por la

expansión que sufre (Warris *et al.*, 1990). Tanto los resultados (numéricos) de pérdidas por descongelación como los de cocinado concordarían con el contenido en grasa intramuscular pero no son significativos ($P=0.81$; $P=0.24$, respectivamente). Según Bekele (2014), a mayor cantidad de grasa, menores pérdidas de agua. En el presente estudio, la falta de diferencias en algunos casos podrían ser debidos al número de muestras analizadas, que fue considerablemente limitado.

Respecto a la composición química, ninguna de las variables es significativa, salvo el contenido en grasa intramuscular. Numerosos estudios (Edwards *et al.*, 1992; Medel y Fuentaja, 2001; Latorre *et al.*, 2003a,b) coinciden en que las líneas genéticas de la raza Duroc y sus cruzamientos presentan canales más grasas y menor rendimiento magro que las líneas de razas blancas. Mayor cantidad de grasa intramuscular se ha asociado con más jugosidad y terneza (Alonso *et al.*, 2009).

5.4 Conclusiones del estudio

Los análisis laboratoriales de los piensos dieron resultados próximos a la composición nutricional que figura en las etiquetas de la empresa. Sin embargo, tras comparar los resultados analíticos con las recomendaciones de FEDNA (2013), se sugiere disminuir ligeramente las necesidades proteicas especificadas en el programa de formulación para crecimiento y finalización, lo que reduciría costes de alimentación y mitigaría el impacto medio ambiental.

Por otro lado, en nuestras condiciones experimentales, podemos concluir que la carne de cerdo comercial y la carne de cerdo destinado a Jamón DOP Teruel presentaron similar color y capacidad de retención de agua, pero la de Teruel tuvo mayor contenido en grasa intramuscular lo que implicaría mejores cualidades sensoriales.

6. CONCLUSIONES

1. El Jamón de Teruel es un producto relevante en la provincia de Teruel y también para la Comunidad Autónoma de Aragón. Su proyección va creciendo tanto a nivel nacional como internacional. Se trata de un producto con una etiqueta de calidad diferenciada entre el jamón normal y el Ibérico.
2. El actual Reglamento se recoge en una Orden del 28 de junio de 2011, donde se especifican los requisitos que debe cumplir el jamón para considerarse dentro de la DOP. Ahí se matizan claramente las modificaciones respecto a las anteriores normativas.
3. La genética, la edad y peso al sacrificio, la alimentación y el sexo son factores productivos que afectan notablemente a la calidad de la canal y la carne y, por tanto, al Jamón de Teruel. En consecuencia, es importante un buen manejo de dichos factores para optimizar la calidad del producto final.
4. Para ajustarse a las recomendaciones nutricionales de FEDNA (2013), la empresa PORTESA debería reducir ligeramente las necesidades proteicas especificadas en su programa de formulación para las fases de crecimiento y finalización.
5. La carne de cerdo destinado a Jamón DOP Teruel presenta mayor proporción de grasa intramuscular que la carne de cerdo comercial, lo que mejoraría su calidad sensorial.

CONCLUSIONS

1. The dry-cured Teruel ham is an important product for Teruel area and also for Aragón. It is achieving higher projection as much a national as international level. It has a quality label which indicates differences between the normal and the Iberian ham.
2. The current regulation for the PDO Teruel ham is found in BOE (2011) which specifies all the requirements to fulfil those pieces under Teruel ham designation. It involved the modifications with respect to the previous ones.
3. Genetic, age and slaughter weight, sex and feeding are productive factors that have significant effect in carcass and meat quality, and therefore in Teruel ham. Because of it, adequate management of them is necessary to optimize the quality of the end product.
4. To meet the nutritional recommendations of FEDNA (2013), PORTESA should reduce slightly the protein needs specified in the formulation program for the growing and finishing periods.
5. Meat from pigs intended for Teruel dry-cured ham has higher intramuscular fat proportion than that from commercial pigs which would improve the sensorial quality.

7. VALORACION PERSONAL

Este trabajo me ha permitido profundizar en una temática muy interesante, como es la DOP Jamón de Teruel, debido a la estrecha relación que a ella me une y de la cual no hemos profundizado a lo largo de la carrera. Para obtener información sobre el tema he aprendido a utilizar bases de datos, las cuales no había usado anteriormente y, que son muy útiles para conseguir artículos científicos. Con la realización del mismo he mejorado mi forma de redactar e interpretar datos estadísticos. Y lo más importante para mí, y para lo que más me ha ayudado el realizar el trabajo, ha sido a recordar cómo realizar tanto análisis químicos de la composición de carne como de pienso, ya que los tenía olvidados y creo que son muy útiles de cara a encontrar un puesto de trabajo en mi cercana vida laboral.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Agostini, P., de Blas, C. y Gasa, J. (2015). Caracterización e influencia de los principales factores de producción sobre los rendimientos de cerdos de cebo en condiciones comerciales españolas. *Avances en tecnología porcina*, 12: 52-69.
- Alonso, V., del Mar Campo, M., Español, S., Roncalés, P. y Beltrán, J. A. (2009). Effect of crossbreeding and gender on meat quality and fatty acid composition in pork. *Meat Science*, 81: 209-217.
- AOAC (2005). Official Methods of Analysis. Association Official of Analytical Chemistry, Gaithersburg, MA, EEUU.
- Barton-Gade, P. A. (1987). Meat and fat quality in boars, castrates and gilts. *Livestock Production Science* 16: 187–196.
- Bekele, W. (2014). Calidad de la carne de cerdo, efecto de la congelación, descongelación, uso del calentamiento dieléctrico para la descongelación y la espectoscopia dieléctrica para evaluar la calidad tecnológica. Tesis doctoral. Facultad de Veterinaria, Universidad Autónoma de Barcelona. 232 pp.
- BOA (1993). Orden de 29 de julio de 1993, del Departamento de Agricultura, Ganadería y Montes, por la que se aprueba el Reglamento de la Denominación de Origen “Jamón de Teruel” y su Consejo Regulador. *Boletín Oficial de Aragón* 93: 3168-3177.
- BOA (2011). Orden de 28 de junio de 2011, del Consejo de Agricultura y Alimentación, por la que se adopta la decisión favorable en relación con la solicitud de modificación del pliego de condiciones de la Denominación de Origen Protegida Jamón de Teruel. *Boletín Oficial de Aragón* 96: 10175-10180.
- BOE (2002). Real Decreto 1135/2002, de 31 de octubre, relativo a las normas mínimas para la protección de cerdos. *Boletín Oficial del Estado* 278: 40830-40833.
- Bravo de la Laguna, F. (2011). Programas de alimentación en porcino en función del sexo: efectos de la castración quirúrgica y la inmunocastración. *Nutreco Swine Research Centre*, FEDNA 113-137.

Candek-Potokar, M., Žlender, B., Lefaucheur, L. y Bonneau, M. (1998). Effects of age and/or weight at slaughter on *longissimus dorsi* muscle: Biochemical traits and sensory quality in pigs. *Meat Science*, 48: 287-300.

CIE (1976). Official Recommendations of the International Commission on Illumination, Colorimetry. Publication CIE No. 15 (E-1.3.1). CIE, París, Francia.

Cilla, I., Altarriba, J., Guerrero, L., Gispert, M., Martínez, L., Moreno, C. y Roncalés, P. (2006). Effect of different Duroc line sires on carcass composition, meat quality and dry-cured ham acceptability. *Meat Science*, 72: 252-260.

CRDOP Jamón de Teruel (2015). Datos del Consejo Regulador de la DOP Jamón de Teruel. www.jamondeteruel.com

Daza, A., Latorre, M. A., y López-Bote, C. J. (2010). The use of barley as single ingredient in the diet provided during the finishing period may improve the meat quality of heavy pigs from PO Teruel ham (Spain). *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8: 607-616.

Daza, A., Latorre, M. A., Olivares, A., Amazán, D. y Bote, C. L. (2012). Effect of replacement of a conventional diet by granulated barley during finishing period on growth performance and carcass and meat characteristics in 130 kg gilts. *Livestock Science*, 148: 196-200.

Daza, A., Latorre, M. A., Olivares, A., y López-Bote, C. J. (2014). The effect of immunocastration and a diet based on granulated barley on growth performance and carcass, meat and fat quality in heavy gilts. *Animal: an international journal of animal bioscience* 8: 484-493.

Daza, A., Latorre, M. A., Olivares, A. y López-Bote, C. (2016). Effects of male and female immunocastration on growth performances and carcass and pork quality of pigs intended for dry-cured ham elaboration. *Livestock Science* 190: 20-26.

Edwards, S. A., Wood, J. D., Moncrieff, C. B. y Porter, S. J. (1992). Comparison of the Duroc and Large White as terminal sire breeds and their effect on pigmeat quality. *Animal Production*, 54: 289-297.

FEDNA (2013) Recomendaciones nutricionales para ganado porcino. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Ed. FEDNA. Madrid. 109 pp.

Gallo, L., Dalla Montà, G., Carraro, L., Cecchinato, A., Carnier, P., y Schiavon, S. (2015). Carcass quality and uniformity of heavy pigs fed restrictive diets with progressive reductions in crude protein and indispensable amino acids. *Livestock Science*, 172, 50-58.

Garitano, I., Liébana, C., de Vargas, E. F., Daza, A., y Bote, C. J. L. (2012). Efecto de la sustitución del pienso convencional por cebada granulada, durante el periodo de acabado, sobre los resultados productivos, calidad de la canal, de la carne y de la grasa intramuscular de cerdos destinados a la producción de jamón de Teruel. *ITEA, información Técnica Económica Agraria: revista de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA)*, 3: 241-255.

Garitano, I., Liébana, C., de Vargas, E. F., Olivares, A., y Daza, A. (2013). Influencia de la línea Duroc y del sexo sobre los resultados productivos, calidad de la canal, de la carne y de la grasa de cerdos destinados a la producción de jamón de Teruel. *ITEA, información técnica económica agraria: revista de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA)*, 4: 429-442.

Latorre, M. A., Medel, P., Nieto, M., Lázaro, R., y Mateos, G. G. (2003a). Effect of gender, terminal sire line and age at slaughter on performance, carcass characteristics and meat quality of heavy pigs. *Animal Science*, 77: 33-45.

Latorre, M. A., Lázaro, R., Gracia, M. I., Nieto, M., y Mateos, G. G. (2003b). Effect of sex and terminal sire genotype on performance, carcass characteristics, and meat quality of pigs slaughtered at 117 kg body weight. *Meat Science*, 65: 1369-1377.

Latorre, M. A., Lázaro, R., Valencia, D.G., Medel, P., y Mateos, G. G. (2004). Effect of gender and slaughter weight on the growth performance, carcass traits, and meat quality characteristics of heavy pigs. *Journal of Animal Science*, 82: 526-533.

Latorre, M. A., García-Belenguer, E., y Ariño, L. (2008). The effects of sex and slaughter weight on growth performance and carcass traits of pigs intended for dry-cured ham from Teruel (Spain). *Journal of Animal Science*, 86: 1933-1942.

MAGRAMA (2015). Revistas agricultura, ganadería y datos estadísticos del año 2015.
www.magrama.gob.es

Medel, P., y Fuentaja, A. (2001). Efecto del perfil genético, del sexo, del peso al sacrificio y de la alimentación sobre la productividad y la calidad de la canal y de la carne de cerdos grados. *Fedna: factores que afectan a la producción del cerdo graso.*

Nieuwhof, G. J., Kanis, E., Van der Hel, W., Verstegen, M. W. A., Huisman, J., y Van der Wal, P. (1991). Effect of recombinant porcine somatotropin on body composition and meat quality in growing pigs; interactions with genotype, sex and slaughter weight. *Meat Science*, 30: 265-278.

Palomo, A. (2010). Necesidades nutricionales para cerdos de engorde: aspectos prácticos. *Nutrición*, 31: 38-42.

Piao, J. R., Tian, J. Z., Kim, B. G., Choi, Y. I., Kim Y. Y., y Han, I. K. (2004). Effects of sex and market weight on growth performance, carcass characteristics, and pork quality of market hogs. *Asianaustralian Journal of Animal Science*, 10: 1452–1458

PIGCAS, 2009. Report on attitudes, practices and state of the art regarding piglet castration in Europe. Deliverable D4.1. Report on Recommendations for Research and Policy Support.

Rodríguez-Sánchez, J. A., Sanz, M. A., Blanco, M., Serrano, M. P., Joy, M., y Latorre, M. A. (2011). The influence of dietary lysine restriction during the finishing period on growth performance and carcass, meat, and fat characteristics of barrows and gilts intended for dry-cured ham production. *Journal of Animal Science*, 89: 3651-3662.

Rodríguez-Sánchez, J. A., Calvo, S., Suárez-Belloch, J., y Latorre, M. A. (2014). Effect of pig slaughter weight on chemical and sensory characteristics of teruel dry-cured ham. *Italian Journal of Food Science*, 26: 420-426.

SAS (1990). SAS user's guide: Statistics. Version 6 (4th ed.). Cary, NC, EEUU: Statistical Analysis Systems Institute Inc.

Suárez-Belloch, J., Sanz, M. A., Joy, M., y Latorre, M. A. (2013). Impact of increasing dietary energy level during the finishing period on growth performance, pork quality and fatty acid profile in heavy pigs. *Meat Science*, 93: 796-801.

Suárez-Belloch, J., Guada, J. A., y Latorre, M. A. (2015). The effect of lysine restriction during grower period on productive performance, serum metabolites and fatness of heavy barrows and gilts. *Livestock Science*, 171: 36-43.

Suárez-Belloch, J., Latorre, M. A., y Guada, J. A. (2016). The effect of protein restriction during the growing period on carcass, meat and fat quality of heavy barrows and gilts. *Meat Science*, 112: 16-23.

Warris, P.D., Brown, S.N., y Adams, S.J.M. (1990). Variation in haem pigment concentration and color in meat from British pigs. *Meat Science*, 28: 321-329.

Wyszecki, G. y Stiles, W.C. (1982). *Color Science: Concepts and Methods: Quantitative Data and Formulae*. 2nd ed. John Wiley, New York, NY.

9. ANEXOS

Anexo 1. Etiquetas de pienso para cerdos de cebo destinados a Jamón DOP Teruel, proporcionadas por PORTESA.

	20-35/40kg	40-85kg	85-130kg
INGREDIENTES			
	Trigo	Trigo	-
	-	Triticale	Triticale
	Cebada	Cebada	Cebada
	-	-	Centeno
	Hna. de extracción de soja tostada y decorticada (soja modificada genéticamente)	Hna. de extracción de soja tostada y decorticada (soja modificada genéticamente)	Hna. de extracción de soja tostada y decorticada (soja modificada genéticamente)
	-	Hna. de extracción de semilla de colza	Hna. de extracción de semilla de colza
	-	Salvado de trigo	
	Grasa animales	Grasa animales	Grasa animales
	Pulpa de remolacha (azucarera)	-	-
	-	Maíz modificado genéticamente	-
	-	-	Guisantes
	Fosfato monocálcico	Fosfato monocálcico	Fosfato monocálcico
	Cloruro de sodio	Cloruro de sodio	Cloruro de sodio
	Bicarbonato de sodio	-	-
	Carbonato de calcio	Carbonato de calcio	Carbonato de calcio
	-	-	Sepiolita
	Premezcla medicamentosa ¹	-	-
NUTRIENTES			
Humedad	10%	10%	10%
Cenizas	5%	5%	4%
Proteína bruta	17%	16%	15%
Extracto etéreo	6%	5%	5%
Fibra bruta	4%	4%	4%
Lisina	1%	1%	1%
Fósforo	1%	1%	1%
Calcio	1%	1%	1%
Metionina	0%	0%	0%
Sodio	0%	0%	0%

¹ Contiene GanamixColistina 4% premezcla, ApsamixOxibendazol 15%, Eurofac G 250, Colistina (Sulfato) 40mg/g, Oxibendazol 150mg/g, Hidrocloruroclortetraciclina 250mg/g. Tiempo de espera 28 días en carne.

Anexo 2. Recomendaciones nutricionales para cerdos en crecimiento-cebo (FEDNA,2013).

Periodo		Peso vivo (kg)		
		20-60	60-100	>100
EM porcino	kcal/kg	3.180	3.175	3.150
EN porcino	kcal/kg	2.400	2.400	2.400
Extracto etéreo	%	4-8	4-8	4-8
Fibra bruta, mín.- máx.	%	3,4 - 5,4	3,5 - 6,3	3,7 - 6,5
FND, mín.- máx.	%	11 - 15,5	11 - 15,5	11 - 16,5
Almidón, mín.	%	35	33	32
Proteína bruta, mín.- máx.	%	16,2 - 18,0	14,8 - 17,0	13,2 - 15,1
Lys total	%	1,04	0,90	0,75
Met total	%	0,32	0,28	0,24
Met + cys total	%	0,62	0,54	0,46
Thr total	%	0,68	0,58	0,50
Trp total	%	0,20	0,17	0,14
Val total	%	0,71	0,61	0,50
Ile total	%	0,57	0,49	0,42
Lys digest. std.	%	0,89	0,77	0,63
Met digest. std.	%	0,28	0,24	0,20
Met + cys digest. std.	%	0,53	0,46	0,38
Thr digest. std.	%	0,58	0,50	0,42
Trp digest. std.	%	0,17	0,15	0,12
Val digest. std.	%	0,60	0,52	0,42
Ile digest. std.	%	0,49	0,42	0,35
Calcio, mín.- máx.	%	0,67 - 0,80	0,65 - 0,80	0,59 - 0,80
Fósforo total ¹	%	0,55	0,53	0,49
Fósforo digest., mín. ¹	%	0,28	0,25	0,23
Magnesio	ppm	400	400	400
Sodio ² , mín.	%	0,18	0,17	0,16
Cloro, mín.	%	0,15	0,14	0,12
Potasio, mín.- máx.	%	0,26 - 1,05	0,25 - 1,05	0,24 - 1,10
Ácido linoleico ³	%	>0,10	<1,50	<1,50

¹Si se usan fitasas exógenas, reducir 0,10% el P total, 0,07 a 0,08% el P digestible y 0,04% el Ca.

²Los niveles de Na pueden elevarse en un 10-12% en caso de aguas no salinas, condiciones de altas temperaturas e incidencia elevada de problemas de nerviosismo.

³No se ha demostrado influencia del ácido linoleico sobre la productividad del cerdo. Se recomienda elevar a 0,7% en caso de problemas con el aspecto de la piel.