



**Facultad de Veterinaria
Universidad Zaragoza**



Trabajo Fin de

Autor/es

Director/es

Facultad de Veterinaria



DATOS PERSONALES DEL ALUMNO

Apellidos: Lahoz Barragán

Nombre: Andrés

Correo electrónico: andresbuch3@gmail.com

ÍNDICE

RESUMEN	2
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN	3
2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	5
3. NORMATIVA DE LA DOP «JAMÓN DE TERUEL» / «PALETA DE TERUEL» .	7
4. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE DE CERDOS PESADOS	13
4.1. Genética	13
4.2. Sexo y castración	14
4.3. Alimentación	16
4.4. Edad y peso al sacrificio	17
5. ESTUDIO DE CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE DE CERDOS LIGEROS VS PESADOS DESTINADOS A LA ELABORACIÓN DE JAMÓN DOP TERUEL	21
5.1. Objetivos	21
5.2. Material y métodos	21
5.2.1. Animales, instalaciones y alimentación	21
5.2.2. Sacrificio y toma de muestras	22
5.2.3. Análisis laboratoriales	23
5.2.3.1. Color	23
5.2.3.2. Pérdidas por descongelación	23
5.2.3.3. Determinación de la composición química	23
5.2.4. Análisis estadístico	25
5.3. Resultados y discusión	25
5.3.1. Calidad de la canal	25
5.3.2. Calidad de la carne	28
5.4. Conclusiones del estudio	29
6. CONCLUSIONES	30
CONCLUSIONS	31
7. VALORACIÓN PERSONAL	32
8. BIBLIOGRAFÍA	33

RESUMEN

Este Trabajo Fin de Grado consta de una revisión bibliográfica y de un pequeño estudio laboratorial. Tiene como objetivos mostrar la actualidad y la relevancia de la Denominación de Origen Protegida (DOP) Jamón de Teruel y profundizar en los factores productivos que influyen en la calidad y la carne de los animales destinados a tal fin. Dichos factores acarrean un aumento de heterogeneidad en la producción y calidad de los jamones. Los aspectos estudiados son genética, sexo y castración, alimentación y peso al sacrificio, haciendo especial hincapié en este último por ser muy decisivo. Para completarlo, se ha llevado a cabo un estudio con cerdos sacrificados a un peso más ligero (110 kg) o más pesado (127 kg). Los resultados, concuerdan con la bibliografía ya que se ha comprobado que el aumento del peso al sacrificio incrementa el espesor de grasa dorsal de la canal, medido a nivel del jamón, y también el contenido en grasa intramuscular de la carne. En el caso concreto del Jamón DOP Teruel, las consecuencias positivas de esto son claras puesto que permite aumentar la proporción de canales aptas en matadero y aumenta la calidad sensorial del producto.

ABSTRACT

This paper consists of a bibliographical review and a small laboratory study. Its objectives are to show the current importance and relevance of the “Denominación de Origen Protegida (DOP) Jamón de Teruel” and to deep in the productive factors that influence the quality and the meat of animals intended for that purpose. These factors lead to an increase of heterogeneity in the production and quality of hams. The aspects studied are genetics, sex and castration, feeding and slaughter weight, with special emphasis on the latter because it is very decisive. To complete this, a study has been carried out on pigs slaughtered at a lighter weight (110 kg) or heavier (127 kg). The results agree with the literature as it has been shown that the increase in slaughter weight increases the dorsal fat thickness of the carcass, measured at the ham level, as well as the intramuscular fat content of the meat. In the specific case of “DOP Jamón de Teruel”, the positive consequences of this are clear since it allows to increase the proportion of accepted carcass in slaughterhouse and increases the sensorial quality of the product.

1. INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, la provincia de Teruel se ha caracterizado por tener un clima frío y seco, al igual que por los buenos productos, algo que ya viene referenciado desde el siglo XVIII (de Asso, 1798). Y es que lo uno influye en lo otro. Los cerdos de la Denominación de Origen Protegida (DOP) “Jamón de Teruel” no se diferencian por ser una raza peculiar, sino por la forma de su crianza y el modo en que se faena su carne y se elaboran sus jamones y paletas.

En 1984, la Consejería de Agricultura del Gobierno de Aragón aprobó el Reglamento de la DOP Jamón de Teruel y, en 1985, el Ministerio de Agricultura lo ratificó, siendo éste el primer jamón español con DOP. Además, en 2014, se publicó el reglamento europeo con la modificación del pliego de condiciones, incorporando la Paleta de Teruel como producto con DOP.

Y es que, al igual que antaño el cerdo supuso "la base alimenticia durante todo el año de la familia campesina turolense"(BOA, 2013), en muchos casos lo sigue siendo a día de hoy. Este sector, pilar para el asentamiento de población y desarrollo del medio rural, abarca hasta 116 municipios, generando 3000 puestos de empleo (2000 directos) en 400 empresas diferentes gracias a que el 90% de los requisitos de producción provienen de la propia provincia (Gómez-Quintero y Sanz, 2013), contando con 34 secaderos, 20 granjas de reproducción, 89 cebaderos, 36 granjas de ciclo cerrado, 9 mataderos y salas de despiece y 22 salas de envasado (<http://jamondeteruel.com/es/>).

Esta DOP es la octava con mayor facturación en España de las 168 DOP/IGP de productos agroalimentarios propiamente dichos vigentes en nuestro territorio. Factura cerca de 24 millones de euros anuales entre 39 industrias distintas, siendo sus productos de un precio unitario teórico triple al convencional (12,09€/kg frente a 3,82€/kg) (MAPAMA, 2014). Actualmente se están curando aproximadamente 350.000 piezas al año, un 50% 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 recobrando y su futuro es muy alentador según el periódico bursátil Expansión (2017) que mostró un importante aumento de la producción en fresco en 2016.

Para garantizar calidad y homogeneidad en el producto final, los cerdos destinados a la DOP Jamón de Teruel han de cumplir ciertos requisitos, entre los que destaca un mínimo peso de canal (≥ 86 kg) y también de espesor de cobertura grasa en la canal (16-45 mm), que obliga a cebar al animal hasta pesos superiores a los habituales en la industria porcina. El peso al sacrificio normal en el sector (en torno a 100 kg) se debe al importante deterioro de la conversión alimenticia cuando los cerdos se sacrifican por encima de este peso (Cuthbertson y Pomeroy, 1970) y al menor tiempo de espera para recuperar el dinero invertido ya que un cerdo pesado es de mayor edad. Indudablemente, un mayor peso al sacrificio del animal implica más costes pero, en casos particulares, como el del cerdo destinado a Jamón DOP o el Ibérico vale la pena puesto que supone mayor calidad (aumenta el veteado) y el pago por sus productos es también mayor.

Sin embargo, existe una diferencia importante al comparar las canales de cerdo Ibérico y las del destinado a Jamón DOP Teruel. En el primer caso (Ibérico), jamones, paletas y lomos curados tienen un importante valor añadido, ya que su popularidad está muy extendida, por su excelente calidad, y los tres están reconocidos desde hace años en su Reglamento; además, su carne fresca también es muy valorada y, todo ello hace que se obtenga una buena rentabilidad de la canal. En el caso de los cerdos DOP Teruel, el mayor beneficio se logra con los jamones y, en menor medida, con las paletas, éstas muy recientemente recogidas en el Reglamento; el resto de la carne se vende como “carne normal”, desaprovechando en cierta medida su “calidad extra”. Es importante hacer ver que esta carne tiene una calidad diferenciada.

Por otro lado, desde hace años, ganaderos e industriales manifiestan quejas por la gran proporción de canales descalificadas en los mataderos al no cumplir los mínimos requisitos exigidos por el Reglamento de peso de canal y/o de espesor de cobertura grasa de la misma. Dicha descalificación está entre el 20 y 30% y supone considerables pérdidas puesto que esas canales ya no pueden destinarse a Jamón DOP Teruel, serán comercializadas como canales normales y, por tanto, se devaluarán.

Con este TFG se pretende estudiar la influencia que puede tener sacrificar los cerdos más pesados o más ligeros en la calidad de la canal, para aumentar la proporción de canales aptas, y en la calidad de la carne, para comprobar si hay mejoría.

2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

La calidad de la carne y la canal puede ser evaluada tanto por veterinarios como por tecnólogos de alimentos, pues ambos hemos recibido los conocimientos necesarios para comprender y trabajar en esta labor. Sí que es cierto que el cerdo y la industria porcina únicamente son tratados en el primer curso del Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, pero personalmente me decanté por este tema por múltiples razones no meramente académicas.

Una de ellas es la zona: Teruel. Es una provincia colindante con la mía (Zaragoza) y perteneciente a la misma CCAA. Tengo predilección por la vecindad. Además, Teruel es de donde provienen mis raíces, ya que mi padre es de allí. Que parte de mi origen sea turolense (Pancrudino) ha suscitado siempre en mí un interés por su gente y sus labores y un cariño especial, siendo esta una posibilidad para conocer parte de la estructura mercantil, y para profundizar en la ya sabida importancia económica y social del cerdo en estas tierras. Mi familia, de origen agricultor y ganadero, poseía su propio corral y criaban sus propios animales con los que elaboraban productos exquisitos de gran calidad y gusto, fomentando que "del cerdo me gusten hasta sus andares" siendo esta la razón para querer estudiarlo más profundamente.

Aunque, como ya he dicho, las enseñanzas sobre el sector sólo se nos imparten en el primer curso, las tengo presentes. Estoy al tanto de la actualidad y de su importancia en el territorio nacional, pues durante mi estancia Erasmus en el primer semestre de 4º, en Polonia, cursé la asignatura "Current trends in livestock production", que se superaba con un trabajo final que realicé, precisamente, sobre el ganado porcino en España.

El presente trabajo de búsqueda bibliográfica está apoyado y complementado con una investigación laboratorial que suscitó mi curiosidad por los métodos que se utilizarían y los parámetros a analizar, además de la incertidumbre por conocer los posibles resultados y el interés por ayudar en esta línea. Ganar práctica en manejo instrumental y horas de laboratorio también eran importantes para mí, pues las salidas laborales basadas en análisis y control de la calidad son una opción muy posible y socorrida.

El estudio podría ayudar a los ganaderos e industriales de la DOP a optimizar su inversión, pudiendo aumentar así la producción para expandirse, ya que la exportación es su asignatura pendiente. Esto les permitiría volver a ser competitivos frente a otras DOP nacionales. Desde la caída de la industria porcina de calidad, por la superproducción de jamón curado alrededor del año 2008, con la consecuente bajada de su precio, se había reducido la relevancia del Jamón de Teruel frente al Ibérico. La razón era que, por un precio aproximado, el comprador prefería adquirir jamón Ibérico que Jamón DOP Teruel.

Por todo lo expuesto, el objetivo de este trabajo bibliográfico fue buscar datos actuales de la DOP Jamón de Teruel y escrutar los factores productivos (sexo, genética, alimentación...) que pueden influir en la calidad de la canal y la carne de los cerdos destinados a este tipo de jamón. Se ha ahondado especialmente (mediante un pequeño trabajo laboratorial) en el estudio del impacto del peso al sacrificio, es decir, si el hecho de que los animales sean sacrificados más ligeros o más pesados puede afectar y en qué medida. Esto, además, podría aclarar si un periodo de engorde más prolongado de los animales conlleva beneficios determinantes que permitan reducir la proporción de canales descalificadas actualmente así como mejorar la calidad de la carne, lo que podría permitir valorar la posibilidad de vender la carne a un mayor precio pudiendo aumentar la rentabilidad y competitividad.

3. NORMATIVA DE LA DOP «JAMÓN DE TERUEL»/«PALETA DE TERUEL»

Según el Reglamento (UE) nº 1151/2012 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de noviembre de 2012, *sobre los regímenes de calidad de los productos agrícolas y alimenticios* (DOUE, 2012), se entenderá por Denominación de Origen Protegida (DOP):

“Un nombre que identifica un producto:

- a) originario de un lugar determinado, una región o, excepcionalmente, un país;
- b) cuya calidad o características se deben fundamental o exclusivamente a un medio geográfico particular, con los factores naturales y humanos inherentes a él, y
- c) cuyas fases de producción tengan lugar en su totalidad en la zona geográfica definida.”

Pliego de condiciones de la DOP «Jamón de Teruel»/«Paleta de Teruel»

El Pliego de Condiciones recoge los requisitos y las características necesarias, tanto del animal como del medio natural y los factores relativos a la producción, elaboración y maduración que enmarcan estos productos dentro de la DOP «Jamón de Teruel»/«Paleta de Teruel» publicados en el DOUE (2013) y en el BOA (2013).

La paleta y el jamón son muy similares, en cuanto a características de calidad, solo se diferencian en el peso y tamaño de las piezas, siendo las paletas netamente inferiores. Se describen, según las citadas normativas, como "productos cárnicos obtenidos tras someter a las extremidades posteriores y anteriores del cerdo a un proceso de salazón, lavado, post-salado, curado (secado-maduración) y envejecimiento."

A continuación se detallan los requisitos:

- Zona de elaboración

Algunos términos municipales de la provincia de Teruel tienen unas condiciones excelentes para la elaboración de productos curados por su clima continental de influencia mediterránea: seco, frío y despejado (temperatura media anual de 12°C, precipitaciones anuales de 400 mm). Es por ello que, aunque la zona de producción (crianza y sacrificio-despiece del cerdo) esté constituida por toda la provincia, la zona

de elaboración (de los jamones y paletas curados) solo consta de aquellos municipios cuya altitud media no sea inferior a 800 m sobre el nivel del mar.

- Sistema de producción de los animales

Únicamente podrán ser empleados cerdos nacidos y cebados en las granjas inscritas en la DOP y situadas en la provincia turolense, provenientes de las razas Landrace o Large White o cruce entre ambas, como línea materna, y Duroc como línea paterna.

La raza Landrace se caracteriza por presentar una excelente conformación, aceptable ganancia media diaria, buen índice de transformación y gran producción de tocino. A su vez, la raza Large White tiene alta fecundidad, fertilidad, adaptabilidad y rusticidad y unos correctos índices de crecimiento y transformación. Por último, la raza Duroc se define por un buen rendimiento en cebo, rusticidad, buena prolificidad y óptima velocidad de crecimiento. Además, su carne tiene una gran infiltración grasa, lo que le proporciona una alta calidad sensorial.

Los machos destinados a este jamón tendrán que castrarse antes de entrar al cebadero (para evitar olores desagradables de la carne) y las hembras no podrán estar en celo en el momento del sacrificio. Asimismo, los animales empleados para la reproducción no se utilizarán para la obtención de jamones y paletas curadas amparados por la DOP.

Los piensos elaborados para estos cerdos deben componerse de un mínimo del 50% de cereales procedentes de la zona de producción, en la medida de lo posible. Las fábricas de pienso deben ubicarse en el área geográfica de la provincia de Teruel o en las provincias limítrofes (Zaragoza, Guadalajara, Cuenca, Valencia, Castellón, Tarragona).

- Sacrificio de los animales

Tras un ayuno mínimo de 12 h antes del sacrificio, la canal deberá tener un peso en caliente ≥ 86 kg, con un espesor de tocino dorsal superior a 16 mm e inferior a 45 mm, tomando la medida en la zona lumbar a la altura de la punta del pernil. Aquellas canales que cumplen estas características de peso y cobertura grasa son marcadas a tinta, en la piel de ambos jamones, con un código de 12 dígitos que entró en vigor la décima semana de 2017 sustituyendo al anterior de 10 dígitos (Imagen 1). Este código es el empleado para la trazabilidad.

Imagen 1. Ejemplo ilustrativo de la trazabilidad (Fuente: www.jamondeteruel.com).



Estos dígitos son la referencia codificada del origen del producto y se refieren a:

- a. 2 dígitos para indicar el código de registro del matadero.
- b. 2 dígitos para indicar el número de la semana de sacrificio.
- c. último dígito del año de sacrificio.
- d. 3 dígitos para el código de la granja inscrita.
- e. guión.
- f. 3 dígitos para el número de rol de la canal sacrificada.

Actualmente no hay restricciones en cuanto al peso vivo y la edad de sacrificio, pero sí las hubo en la anterior Normativa, que especificaba entre 115 y 130 kg y al menos 8 meses de vida (BOA, 2009).

Una vez despiezadas las canales, y perfilados los perniles y las paletas, se deben mantener entre -2°C y +2°C, el tiempo que haga falta para que el interior de la pieza no supere los +2°C.

Los mataderos tendrán que estar inscritos en la DOP y ubicados en la zona de producción y cumplirán las condiciones técnico-sanitarias exigidas por la legislación vigente.

- Elaboración del jamón y paleta curados

Este proceso se divide en las operaciones de: salazón, lavado, post-salado, curado (secado-maduración) y envejecimiento.

1. En la salazón se favorece la deshidratación de los perniles y paletas y su conservación al incorporar sal a la masa muscular, debiendo estar la sal en contacto con las piezas entre 0,65 y 1 día/kg de peso fresco.
2. En la fase de lavado se lavan las piezas con agua para eliminar la sal adherida.

3. El post-salado es un proceso poco exacto, ya que el tiempo de permanencia en la cámara depende del peso de la pieza. El requisito mínimo es que pasen 30 días las paletas y 60 los jamones para asegurar la difusión de la sal hacia el interior de las piezas cárnicas con el fin de eliminar lentamente el agua a humedades relativas como mínimo del 70% y temperaturas máximas de 6°C.

4. La fase de curado, en la que se produce el secado y maduración de las piezas, se lleva a cabo en secaderos naturales con unas condiciones ambientales propias de la zona, que podrán ayudarse de aparatos para facilitar la distribución del aire y asegurar productos homogéneos que se mantienen en las condiciones climáticas de humedad y temperatura previamente citadas.

5. En el envejecimiento se desarrolla el sabor y aroma característicos debidos a las reacciones bioquímicas.

Tras su elaboración, se podrán comercializar en piezas enteras o también deshuesados, en lonchas o en porciones, siempre y cuando hayan sido envasados por secaderos o envasadores que cumplan el pliego de condiciones, estén ubicados en la zona de elaboración y superen los procesos de control y certificación establecidos.

- Etiquetado

En las etiquetas de las firmas que comercialicen estos productos figurará obligatoriamente la mención: Denominación de Origen Protegida «Jamón de Teruel» / «Paleta de Teruel». Las piezas enteras deberán ir identificados con la estrella de 8 puntas y la palabra "TERUEL" marcados a fuego (Imagen 2).

Imagen 2. Marca específica a fuego de la DOP «Jamón de Teruel»/«Paleta de Teruel»

(Fuente: www.jamondeteruel.com).



Además deberán llevar una vitola numerada con el logotipo de la DOP (Imagen 3). Las industrias inscritas se encargan tanto de colocar esta etiqueta como del marcado, de manera que se evite una nueva utilización de las mismas.

Imagen 3. Vitola específica de la DOP «Jamón de Teruel»/«Paleta de Teruel»

(Fuente: www.jamondeteruel.com).



Se usará una contraetiqueta numerada con la palabra "Jamón" o "Paleta" y el logotipo de la Denominación para los envases de los curados loncheados, en porciones o deshuesados.

Este etiquetado sólo podrán llevarlo aquellos productos que cumplan el pliego de condiciones en su totalidad, lo cual es controlado por los miembros del Consejo Regulador de la DOP «Jamón de Teruel» / «Paleta de Teruel», quienes en julio de 2011 obtuvieron por parte de la ENAC (Entidad Nacional de Acreditación) la acreditación de sus actividades, lo cual los define como una organización competente, imparcial y responsable.

- Características morfológicas y sensoriales

Para conseguir similitud y homogeneidad entre los productos (jamones o paletas) se requiere del cumplimiento de ciertos caracteres de índole morfológica y sensorial.

Por un lado, los productos curados deberán tener una forma alargada, perfilada y redondeada en sus bordes hasta la aparición del músculo, conservando la pata. Es posible la presentación con toda la corteza o perfilado en corte en «V» cuyo vértice quedará alineado con el eje de la pata del jamón o de la paleta curada (Imagen 4).

Imagen 4. Presentación de lonchas de jamón cortadas dando forma a la estrella mudéjar y jamón de la DOP "Jamón de Teruel" (Fuente: www.jamondeteruel.com).



Además de la forma, el peso de los jamones y paletas curados deberá igualar o superar los 7 y 4,5 kg, respectivamente, tras los tiempos mínimos de elaboración establecidos (60 y 36 semanas, respectivamente).

Por otro lado, la carne debe presentar un elevado flavor "a curado", un sabor muy agradable y delicado, poco salado debido al reducido contenido en sal seca usada en la salazón, y a que se realiza a temperaturas muy bajas al igual que el reposo post salado.

Las suaves temperaturas típicas de la provincia turolense y la humedad relativa media-baja durante el secado ayudan al desarrollo del sabor, la textura y el aroma, tanto de la grasa como del magro, por la intensa maduración, ya que se afinan con el aumento de los procesos proteolíticos, enzimáticos y lipolíticos de esta fase de envejecimiento. Se ve también apoyado, el proceso de desecación y maduración, por el veteado visible de la grasa parcialmente infiltrada en la masa muscular. Por ello, se aprecia el aspecto brillante del jamón al corte y un color rojo que en la boca tiene una textura suave, fácil de masticar.

La grasa también es aromática y de agradable sabor, untuosa al tacto, de coloración blanco-amarillenta y brillante.

Además, la superficie externa de la pieza puede ser presentada limpia con manteca o aceite aplicado o recubierta con los mohos típicos.

4. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE DE CERDOS PESADOS

4.1. Genética

La selección genética en porcino ha dado lugar a la mejora de las tasas de crecimiento y del rendimiento de carne magra, que resultan en menores costes de producción (Rehfeldt *et al.*, 2008; Choi *et al.*, 2013). Algunas de las razas que más se han empleado durante décadas, por sus buenos resultados, son la Pietrain o la Landrace Belga. Son poco grasas y alcanzan mayores pesos al sacrificio a una edad menor. Sus músculos tienen menor cantidad de mioglobina, son más glicolíticos y menos oxidativos, lo que conlleva una mayor susceptibilidad a producir carnes PSE (pálidas, blandas y exudativas) (Choi *et al.*, 2007 y 2010) debido a que este tipo de fibra muscular tiende a generar más lactato *postmortem* y el pH de la carne desciende de forma muy brusca alcanzando valores anómalos. Por tanto, este tipo de genéticas dan buenos resultados zootécnicos y de calidad de canal pero la calidad de la carne podría ser mejor.

Por otra parte encontramos las razas Large White y Landrace, que son las permitidas para el Jamón de Teruel. Los animales Large White tienen un mayor potencial glicolítico y producen carne con menor veteado pero tienen buenas tasas de fertilidad y prolificidad. La raza Landrace destaca por su gran espesor graso dorsal, su gran tamaño y su buen índice de transformación. El cruce entre ambas se recomienda debido a las ventajas que acarrea la heterosis genética (vigor híbrido). El cruce será, preferiblemente, macho Landrace con hembra Large White, ya que proporciona los mejores resultados reproductivos (peso y tamaño de camada) (López y Galíndez, 2011).

La raza Duroc (línea paterna empleada para el Jamón de Teruel) se caracteriza por su rápido crecimiento y por considerable contenido en grasa intramuscular, razón por la que es de elección en la industria jamonera por delante de otras razas como la Pietrain, que ni siquiera está permitida en el caso del Jamón de Teruel. Pero hay que tener en cuenta que dentro de la raza Duroc se pueden encontrar líneas genéticas notablemente diferentes, desde más magras a más grasas. En un estudio de Cilla *et al.* (2006) se muestra la importancia de elegir una línea Duroc u otra, pues difieren considerablemente en la calidad de la canal y la carne (Tabla 1). En este estudio

trabajaron con tres líneas Duroc diferentes y se concluyó que la línea 1 era la mejor para producir jamones de alta calidad ya que la 2 y la 3 presentaban escaso veteado intramuscular. Estos resultados fueron reforzados por un panel de catadores entrenados y otro de consumidores que apreciaron más la línea 1 y aceptaron menos los productos menos grasos. Asimismo, Garitano *et al.* (2013), en un estudio similar, concluyeron que la utilización de una línea paterna concreta Duroc, que produjo carne con unos valores grasos elevados, presentaba además unos resultados productivos en granja muy buenos. Esto sería realmente lo ideal.

Tabla 1. Efecto de la línea Duroc paterna sobre algunos parámetros de calidad de canal y carne en cerdos destinados a Jamón DOP Teruel (Cilla *et al.*, 2006).

	Línea Duroc			RMSE*	Significación**
	1	2	3		
Rto. canal, %	78,9	79,0	78,9	1,83	NS
Grasa dorsal, mm	28,5a	26,3b	21,9c	4,97	<0,001
Rto. jamón, % canal	25,1b	25,3b	26,2a	0,98	<0,001
pH 45 min	6,31	6,28	6,25	0,26	NS
Grasa intramuscular, %	2,73a	2,36b	2,34b	0,83	<0,001

*Raíz cuadrada del cuadrado medio del error (n=30).

**NS: $P>0,10$. Letras diferentes en una misma línea indican diferencias significativas ($P<0,05$).

4.2. Sexo y castración

Para la producción de Jamón DOP Teruel se pueden emplear machos castrados y hembras. Como ya se ha comentado anteriormente, los machos deben ser castrados con el fin de evitar la aparición de olor sexual en sus productos cárnicos ((Diestre *et al.*, 1990). La castración practicada a los machos hasta ahora es la quirúrgica. Consiste en una extirpación de los testículos y debe practicarse durante la primera semana de vida del animal. Asimismo, la Normativa del Jamón de Teruel indica que las hembras no tienen que estar en celo en el momento del sacrificio por si este hecho pudiera perjudicar negativamente la calidad de su carne. No obstante, en un trabajo de Calvo *et al.* (2009) tal relación no fue detectada.

La comparación entre machos castrados y hembras enteras ha sido ampliamente estudiada y la mayoría de los autores (Gou *et al.*, 1995, Latorre *et al.* 2008; Garitano *et al.*, 2013) coinciden en que es preferible la utilización de machos castrados que de hembras si se van a destinar a la producción de jamón curado. Los machos castrados generan más costes (comen más pienso y tienen peor conversión alimenticia) pero engrasan más, lo que da como resultado una mayor cantidad de grasa intramuscular y un mayor veteado, aunque esta grasa parece ser más saturada. Además, la mayor cantidad de grasa intramuscular de la carne de los machos castrados parece estar relacionada con mayor terneza y con un color más intenso.

En un ensayo realizado con cerdos destinados a Jamón DOP Teruel (Latorre *et al.*, 2009a; Tabla 2) se concluyó que el mayor engrasamiento de las canales de los machos castrados frente a las hembras hace que se acepte un 20% más de canales en el matadero (100% de los machos castrados vs 80% de las hembras).

Tabla 2. Efecto del sexo sobre algunos parámetros de calidad de canal y carne en cerdos destinados a Jamón DOP Teruel (Latorre *et al.*, 2009a).

	Sexo		EEM*	Significación**
	Machos castrados	Hembras		
Rto. canal, %	79,2	80,2	0,25	<0,05
Grasa dorsal, mm	29,1	23,5	0,73	<0,001
Rto. jamón, % canal	24,9	25,5	0,14	<0,01
pH 45 min	6,06	6,11	0,071	NS
Dureza, kg	2,79	2,99	0,104	<0,05
Grasa intramuscular, %	3,24	2,43	0,238	<0,05

*Error estándar de la media (n=40).

**NS: P>0,10.

Aunque lo más habitual es hablar de machos castrados quirúrgicamente, hay que tener en cuenta que a partir del año 2018 este tipo de castración estará prohibida, por motivos relacionados con el bienestar animal, y deberán buscarse alternativas para evitar el olor sexual. Una estrategia que parece ser prometedora es la inmunocastración que inhibe la

producción de hormonas sexuales. Se basa en una vacuna, dividida en dos dosis, que se aplica durante el periodo de engorde del animal. Según Daza *et al.* (2015), la inmunocastración tendría grandes beneficios ya que mejora los rendimientos en granja sin perjudicar demasiado la cantidad de grasa de la canal, en comparación con los machos castrados quirúrgicamente (tienen un nivel de grasa intermedio entre los machos enteros y los castrados quirúrgicamente).

También se está evaluando los efectos de la inmunocastración en hembras pero en este caso con otros fines, que no es eliminar el olor sexual ya que éstas no lo presentan, y es que también en ellas se ha detectado una influencia significativa en cuanto a engrasamiento frente a las hembras enteras, lo que ayudaría a mejorar el dato de descalificaciones en hembras, por falta de espesor de grasa que marca la DOP Jamón de Teruel. Además, es posible que el empleo de machos y hembras inmunocastrados aumente la homogeneidad entre sexos ya que reduce las diferencias entre ellos, al menos en términos de engrasamiento.

4.3. Alimentación

Hasta el año 2011 se estipulaba que los cerdos destinados a la DOP Jamón de Teruel debían de haber sido alimentados el primer mes y medio con leche y los siguientes meses con pienso. A día de hoy, la única medida de alimentación estipulada por la DOP es la que obliga a que los cerdos lleven una dieta con un 50% de cereales como mínimo.

Teniendo en cuenta que el tipo de alimentación que siga el animal afectará directamente a la productividad y a la calidad de su canal y su carne, se han probado diferentes estrategias alimenticias con la intención de mejorarlas. Así, Suárez-Belloch *et al.* (2016) estudiaron los efectos de la restricción de proteína bruta en la dieta (de 17 a 15%) durante el período de crecimiento de cerdos destinados a la producción de jamones curados. Esta restricción supuso un aumento del espesor de cobertura grasa de la canal y del contenido en grasa intramuscular. Además, con la restricción de proteína disminuyó la dureza de la carne y la proporción de ácidos grasos poliinsaturados y aumentó la de monoinsaturados.

Por otro lado, también ha habido estudios evaluando la influencia de aumentar el contenido energético de la dieta (de 2280 a 2420 kcal/kg) (Suárez-Belloch *et al.*, 2013) encontrando que dicho aumento mejora los rendimientos productivos e incrementa el espesor de grasa de la canal, con pocos efectos sobre las características de la carne y la grasa. Se concluyó que 2350 kcal de energía/kg de pienso optimizaría la proporción de canales aptas en cerdas destinadas a producir Jamón DOP Teruel (Tabla 3).

Tabla 3. Efecto del incremento de energía de la dieta sobre la proporción (%) de canales de cerdo aceptadas para Jamón DOP Teruel (Suarez-Belloch *et al.* 2013).

	Energía, kcal/kg			EEM*	Significación**
	2280	2350	2420		
Canal ≥ 86 kg	100	100	100		NS
Espesor de grasa en el músculo <i>Gluteus medius</i> ≥16 mm	70,0	90,0	95,0	7,81	†
Total (cumplen ambos requisitos)	70,0	90,0	95,0	7,81	†

*Error estándar de la media (n=20).

**NS: $P>0,10$; †: $P<0,10$.

Un aspecto nutricional importante también en la alimentación de los cerdos destinados a la elaboración de jamón curado es el contenido en ácido linoleico (C18:2) de su dieta. Aunque las necesidades en ganado porcino son limitadas (<0,1%), niveles superiores al 0,7% en el pienso podrían mejorar la dermis de los cerdos. No obstante, es mucho más recomendable que su inclusión en el pienso de finalización no supere el 1,5% ya que la migración de agua y, por tanto, el proceso de curación del jamón se verían perjudicados por el exceso de grasa insaturada (FEDNA, 2013).

4.4. Edad y peso al sacrificio

Aunque en la anterior Normativa del Jamón DOP Teruel había exigencias explícitas acerca de la edad y el peso al que se debían sacrificar los cerdos, debiendo tener un peso vivo de entre 115 y 130 kg, y al menos 8 meses de vida, desde 2011 no los hay (BOA,

2011). Esto otorga al ganadero un mayor grado de libertad en el engorde, aunque debe proporcionar canales de 86 kg como mínimo, con un espesor de tocino dorsal de 16-45 mm.

Hay cierta unanimidad en el efecto del aumento del peso al sacrificio sobre la productividad de los animales. El retraso del sacrificio acarrea mayores costes porque el crecimiento del animal se estanca, el consumo de pienso continua aumentando y, en consecuencia, el índice de conversión empeora (el animal es menos eficiente convirtiendo el alimento en carne). Por ello, pesos elevados sólo compensan en el caso de animales destinados a la elaboración de productos de calidad diferenciada por los que se va a pagar un mayor precio que compense los mayores gastos que ocasiona la crianza. Sería el caso del Jamón de Teruel.

En un estudio llevado a cabo con cerdos pesados sacrificados entre 120 y 140 kg (189 y 217 días de edad) se concluyó que 130 kg era el peso óptimo ya que, por encima, el engrasamiento ya no incrementó notablemente y, por tanto, había que invertir demasiado dinero que no repercutió en una mejora clara de la calidad de la canal (Latorre *et al.*, 2008) (Tabla 4).

Tabla 4. Efecto del peso al sacrificio de los cerdos destinados a la elaboración de jamón curado sobre algunos parámetros de calidad de canal (Latorre *et al.*, 2008).

	Peso sacrificio, kg			EEM*	Significación**
	120	130	140		
Rto. canal, %	77,9	78,5	78,9	0,22	<0,001
Grasa dorsal, mm	24,5	26,7	29,2	0,60	<0,001
Peso del jamón, kg	24,0	26,4	28,6	0,36	<0,001
Rto. jamón, % canal	26,0	25,6	25,3	0,14	<0,01
pH 45 min	6,13	6,06	6,05	0,04	NS
pH 24 h	5,85	5,72	5,71	0,05	NS

*Error estándar de la media (n=40).

**NS: P>0,10

Por otro lado, el aumento del peso al sacrificio mejora algunos aspectos deseables en la carne destinada a la industria de productos curados. Numerosos autores confirman que los cerdos más pesados dan lugar a una carne con mayor capacidad de retención de agua (menos pérdidas por goteo, descongelación y cocinado) y también mayor contenido en grasa intramuscular (Latorre *et al.*, 2009b; Tabla 5), lo que se relaciona con mayor jugosidad y terneza. Sin embargo, esta grasa parece ser menos saludable, ya que es más saturada y los elevados contenidos en este tipo de ácidos grasos acarrean mayor incidencia de enfermedades coronarias y cardiovasculares. La relación entre contenido en grasa intramuscular y saturación de dicha grasa se explica en los trabajos de Díaz *et al.* (2005) y Lo Fiego et al. (2005), en el que encuentran correlaciones negativas de los ácidos grasos insaturados y poliinsaturados con la grasa intramuscular y una pequeña relación positiva de esta con los ácidos grasos saturados.

Tabla 5. Efecto del peso al sacrificio de los cerdos destinados a la elaboración de jamón curado sobre algunos parámetros de calidad de carne (Latorre *et al.*, 2009b).

	Peso sacrificio, kg			EEM*	Significación**
	120	130	140		
Grasa intramuscular, %	2,54a	2,99b	3,00b	0,20	<0,05
AG saturados, %	37,79	38,24	39,07	0,487	<0,10
AG monoinsaturados, %	45,24	46,70	46,15	0,462	NS
AG poliinsaturados, %	16,97a	15,02b	14,77b	0,401	<0,001

*Error estándar de la media (n=16).

**NS: $P>0,10$; Letras diferentes en una misma línea indican diferencias significativas ($P<0,05$).

El que los cerdos sean más pesados en el momento de la matanza también puede afectar a la calidad sensorial de su carne. En este sentido, Rodríguez-Sánchez *et al.* (2014) llevaron a cabo un estudio de parámetros físico-químicos y sensoriales en jamón curado. El aumento del peso al sacrificio supuso un incremento en el contenido en grasa intramuscular y un descenso en el de sales, nitritos y nitratos. El panel de catadores encontró mejores los jamones de cerdos pesados en fibrosidad o dureza pero la valoración de aceptabilidad global final que dieron fue muy similar (Tabla 6).

Tabla 6. Efecto del peso al sacrificio de los cerdos destinados a la elaboración de jamón curado sobre la calidad sensorial* (Rodríguez-Sánchez *et al.*, 2014).

	Peso sacrificio, kg			EEM**	Significación***
	120	130	140		
Color curado	5,89a	5,72a	5,06b	0,173	<0,01
Grasa intramuscular	7,06	7,23	7,33	0,220	NS
Aroma	6,11	5,94	6,25	0,181	NS
Dureza	5,50a	5,00ab	4,58b	0,256	<0,05
Fibrosidad	3,51a	3,00ab	2,33b	0,291	<0,05
Sabor a salado	5,64a	5,44ab	4,94b	0,179	<0,05
Sabor a rancio	1,31	0,92	0,94	0,152	NS
Aceptabilidad global	6,28	6,22	6,17	0,191	NS

*Medido en una escala del 1 al 10.

**Error estándar de la media (n=4).

***NS: $P>0,10$; Letras diferentes en una misma línea indican diferencias significativas ($P<0,05$).

5. ESTUDIO DE CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE DE CERDOS LIGEROS VS PESADOS DESTINADOS A LA ELABORACIÓN DE JAMÓN DOP TERUEL

5.1. Objetivos

Se pretende estudiar el efecto del peso al sacrificio (110 vs 127 kg) sobre la calidad de la canal y la carne en cerdos destinados a Jamón DOP Teruel.

En último término se pretende:

- a) Comprobar si el aumento del peso al sacrificio de los cerdos permite aumentar la proporción de canales aptas para Jamón DOP Teruel.
- b) Comprobar si el aumento del peso al sacrificio acarrea un aumento del contenido en grasa intramuscular por su relación con la terneza y la jugosidad.

5.2. Material y métodos

5.2.1. Animales, instalaciones y alimentación

Los procedimientos experimentales utilizados en este estudio cumplieron con las directrices españolas para el cuidado y uso de los animales en la investigación (BOE, 2007). Se utilizaron un total de 20 cerdos Duroc x (Landrace x Large White) de la empresa Integraciones Porcinas S.L. (Alcorisa, Teruel), todos hembras, destinadas a la elaboración de Jamón DOP Teruel.

Pasaron su engorde en la Masía "El Chantre" (a 10 km de la ciudad de Teruel), que cuenta con 4 módulos para el engorde de cerdos con 8 departamentos por módulo. Las dimensiones de cada departamento son 2,5m x 2,5m y tienen suelo parcialmente enrejillado, un bebedero tipo chupete y una tolva tipo holandés para el pienso.

El pienso que recibieron fue el mismo para todos, lo consumieron a voluntad, estaba basada mayormente en cereales (>85%) y se fabricó en Calamocha (Teruel). La composición aparece en la Tabla 7.

Tabla 7. Composición del pienso suministrado a los animales experimentales.

Ingredientes	%
Cebada	45
Trigo	35
Maíz	7,418
Soja	7,685
Grasa animal	2,302
Carbonato cálcico	1,012
Premezcla vitamínico-mineral	0,400
Sal	0,376
Fosfato bicálcico	0,375
Lisina sintética	0,314
Treonina sintética	0,114
Metionina sintética	0,005

5.2.2. Sacrificio y toma de muestras

Hubo dos tandas de sacrificio. La mitad de las hembras fueron sacrificadas con un peso vivo medio de 110 kg y la otra mitad con un peso vivo medio de 127 kg. El día previo al sacrificio se les mantuvo en ayuno durante 12 horas, se pesaron (peso de sacrificio) y se transportaron al matadero Jamones y Embutidos Alto Mijares S.L. (Formiche Alto, Teruel). Allí fueron aturdidas eléctricamente (225 a 380 V / 0,5 A durante 5-6 s), desangradas, escaldadas, peladas, evisceradas y divididas por la mitad de acuerdo a los procedimientos comerciales estándar. Para comprobar si cumplían los requerimientos exigidos por el Reglamento de la DOP Jamón de Teruel (≥ 86 kg peso canal y 16-45 mm de espesor de cobertura grasa), de cada canal, se tomó el peso y se midió con una regla el espesor de cobertura grasa a nivel del músculo *Gluteus medius*.

Tras un owo de 6 h en cámaras a 4°C y 85% de humedad relativa, se procedió al despiece de las canales. Para ajustarse a los requerimientos comerciales, se recortó la grasa sobrante a los jamones para darles la forma redondeada y se procedió a pesar todos los jamones izquierdos. Después, se tomó una muestra de 400 g de cada lomo

izquierdo (músculo *Longissimus thoracis*), que se envasaron al vacío individualmente y se refrigeraron a 4°C. Al día siguiente se midió el color y se envasaron y congelaron hasta su posterior análisis.

5.2.3. Análisis laboratoriales

En las muestras de carne, se llevaron a cabo las siguientes determinaciones y análisis de laboratorio.

5.2.3.1. Color

El color de la carne se evaluó con un colorímetro (CM 2002, Minolta Camera, Osaka, Japón), previamente calibrado de acuerdo a las recomendaciones del fabricante, usando medidas objetivas (CIE, 1976). La media de tres lecturas aleatorias en cada muestra se usó para determinar: la luminosidad (L^* , un valor mayor es indicativo de un color más claro), la tendencia al rojo (a^* , un valor más alto es indicativo de un color más rojo) y la tendencia al amarillo (b^* , un valor mayor es indicativo de un color más amarillo).

5.2.3.2. Pérdidas por descongelación

Para su cálculo se pesó cada muestra de carne antes de su congelación y después de la descongelación. La congelación duró 26 días y se realizó en una cámara a -18°C y la descongelación se llevó a cabo durante 24 h a 4°C. La fórmula usada fue:

Pérdidas por descongelación (%)

$$= \frac{\text{peso antes de la congelación} - \text{peso después de la descongelación}}{\text{peso antes de la congelación}} \times 100$$

5.2.3.3. Determinación de la composición química

Tras la descongelación, cada muestra de lomo se limpió de grasa exterior, si tenía, y se troceó en dados con el fin de picarlo y obtener una mezcla homogénea con la que determinar el contenido en grasa intramuscular, proteína, humedad y cenizas.

Cada determinación se realizó por duplicado a excepción de la cuantificación de la grasa que, debido a su variabilidad, se hizo por triplicado.

En la determinación de la grasa intramuscular se utilizó el método ANKOM que consiste en una hidrólisis ácida para extraer, con solventes, los lípidos, mayormente triacilglicéridos. La técnica se detalla a continuación. Se cubrió 1 g de carne de cada muestra con 1,20 g de celite en bolsas de filtro que, una vez termoselladas, se introdujeron en el sistema de hidrólisis. Tras 60 min de estar en contacto con HCl (500 ml), 40 min a 90°C y 20 min de enjuagado, se bañaron 4 h en agua renovándola cada 30 min y se dejaron en el baño hasta el día siguiente para asegurar un correcto enjuagado. Posteriormente se secaron en una estufa durante 3 h a 105°C, se dejaron enfriar a temperatura ambiente en un desecador y se pesaron (peso bolsa + materia seca). Despues se introdujeron en un extractor ANKOM durante 1 h a 90°C, donde se usó éter de petróleo como solvente. A continuación, las bolsas fueron introducidas en una estufa a 105°C durante 30 min, se enfriaron a temperatura ambiente en un desecador y se pesaron (peso bolsa + residuo). Las fórmulas aplicadas para calcular el porcentaje de grasa intramuscular de cada muestra fueron las siguientes:

$$\text{Grasa intramuscular} (\%) = \frac{(Bolsa + Materia seca) - (Bolsa + Residuo + Factor de corrección)}{Materia fresca} \times 100$$

$$\text{Factor de corrección} = (Bolsa + Materia seca del blanco) - (Bolsa + Residuo del blanco)$$

Para determinar el contenido en proteína de la carne se utilizó el método KJELDAHL. Se pesaron 0,75 g de cada muestra para llevarlos a tubos de vidrio que se colocaron en el digestor junto con una pastilla de catalizador Kjeldahl (6,25% en sulfato de cobre pentahidratado) y 15 ml de H₂SO₄ 95-98% por tubo. Se programó una rampa de temperatura, que ascendió hasta 420°C, temperatura a la que permaneció 1 h y 10 min. Tras ello, tomó una tonalidad verde que tornó a azul cuando se añadió agua destilada. Esta disolución se valoró usando un equipo Kjeldahl (FOOS, Suecia) y se anotaron los mm de HCl 0,1N añadidos por la máquina a cada tubo. La fórmula aplicada para calcular el porcentaje de proteína de cada muestra fue la siguiente:

$$\text{Proteína} (\%) = \frac{(N \times V \times 14)}{\text{Materia fresca (en mg)}} \times 100 \times F$$

N= Normalidad del ácido de valoración

V= Volumen de ácido consumido

14= Peso atómico del nitrógeno

F= Factor proteínico (6,25 por defecto)

La determinación de humedad y cenizas se realizaron conforme al BOE (1979). Para la humedad se emplearon 5 g de muestra, que se mezclaron con arena y etanol en crisoles, para después secar en estufa a 103°C durante 48 h. Las cenizas también se determinaron con 5 g de muestra, usando acetato de magnesio diluido (250g tetrahidrato/L) como reactivo, y un horno-mufla a 550°C durante 6 h.

Las fórmulas aplicadas para calcular los porcentajes de humedad y cenizas de cada muestra fueron las siguientes:

$$\text{Materia seca (\%)} = \frac{(Tara \text{ crisol, arena y varilla} + \text{Materia seca}) - Tara \text{ crisol, arena y varilla}}{\text{Materia fresca}} \times 100$$

$$\text{Humedad (\%)} = 100 - \text{Materia seca}$$

$$\text{Cenizas (\%)} = \frac{(Tara \text{ crisol} + \text{Cenizas}) - Tara \text{ crisol} - g \text{ MgO añadidos a cada crisol}}{\text{Materia fresca}} \times 100$$

5.2.4. Análisis estadístico

Los datos se analizaron mediante el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (1990). El modelo incluyó el peso al sacrificio (110 vs 127 kg) como efecto principal. Cada tratamiento se replicó 10 veces, siendo la unidad experimental el animal. Una $P<0,05$ indica diferencias significativas mientras que $P<0,10$ indica una tendencia a la significación.

5.3. Resultados y discusión

5.3.1. Calidad de la canal

El aumento del peso al sacrificio de los animales, de 110 a 127 kg, supuso un mayor peso de canal ($P<0,001$) y evidentemente también perniles más pesados ($P<0,001$). No se detectaron diferencias en la proporción del jamón en la canal ($P>0,05$) pero algunos autores (Correa *et al.*, 2006; Latorre *et al.*, 2008) han encontrado que el aumento del peso vivo de los cerdos reduce el porcentaje de piezas nobles y la razón es que la canal es más grasa y, en consecuencia, sus piezas cárnicas (jamones, paletas y lomos), son

proporcionalmente más pequeños. En línea con esto, en este ensayo se detectó también mayor engrasamiento de la canal en los cerdos más pesados ($P<0,001$) (Tabla 8).

Tabla 8. Efecto del peso de sacrificio en el peso y engrasamiento de la canal, así como en el peso y rendimiento del jamón en cerdos destinados a Jamón DOP Teruel.

	Peso al sacrificio, kg		EEM*	Significación**
	110	127		
Peso canal, kg	88,3	100,8	1,41	<0,001
Peso jamón, kg	11,9	13,5	0,17	<0,001
Rto. jamón, % canal	13,5	13,4	0,18	NS
Espesor grasa cobertura, mm	17,1	23,6	0,91	<0,001

*Error estándar de la media (n=10).

**NS: $P>0,10$.

Con los datos individuales se calculó qué proporción de canales cumplía los requerimientos de peso y engrasamiento exigidos por el Consejo Regulador de la DOP Jamón de Teruel. El aumento de peso al sacrificio de 110 a 127 kg conllevó que el porcentaje de canales aptas aumentase un 60% y se debió tanto al peso como al espesor de grasa dorsal. Con 110 kg de peso vivo, un 40% de las canales no alcanzaba los 86 kg y también un 40% de canales no tenían los 16 mm de cobertura grasa mientras que, con 127 kg de peso vivo, el 100% cumplieron las exigencias (Gráfica 1). La correlación entre peso de canal y engrasamiento es positiva pero no es de 1 (Huff-Lonergan *et al.*, 2002) lo que significa que puede haber canales que cumplan el peso mínimo y no el espesor de grasa y también con el caso contrario.

Gráfico 1. Proporción de canales de cerdos destinados a Jamón DOP Teruel con >16 y <45 mm de cobertura grasa a nivel del músculo *Gluteus medius*.

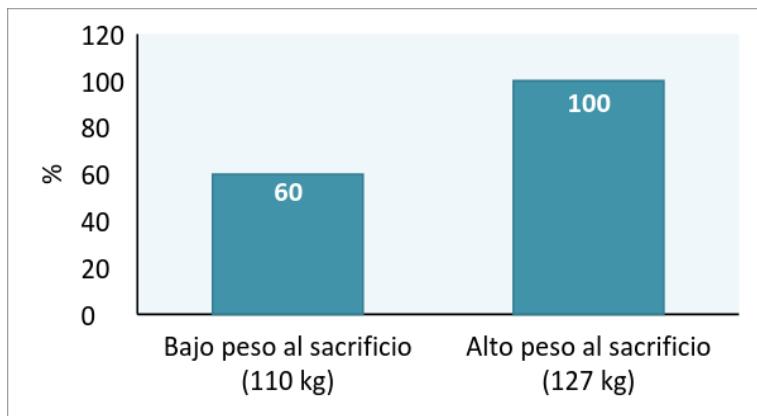


Gráfico 2. Proporción de canales de cerdos destinadas a Jamón DOP Teruel con un peso de canal ≥ 86 kg.

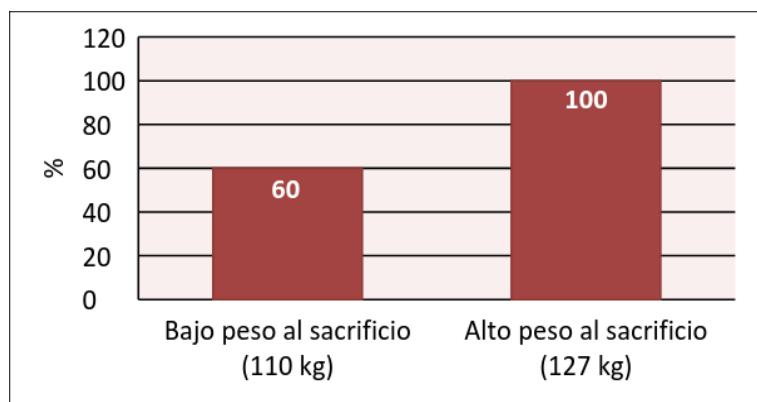
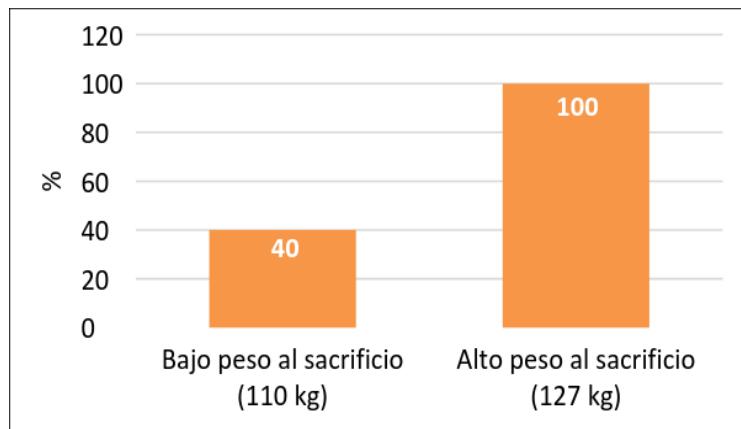


Gráfico 3. Porcentaje de canales aptas para la elaboración de jamones y paletas curadas protegidas por la DOP Jamón de Teruel.



5.3.2. Calidad de la carne

En la Tabla 9 se muestran los resultados del trabajo laboratorial. Aunque el aumento de peso al sacrificio supuso numéricamente un aumento en la tonalidad roja y amarilla de la carne y un descenso en la luminosidad, las diferencias no llegaron a ser significativas ($P>0,05$). Correa *et al.* (2006) tampoco encontró efecto alguno. Sin embargo, se ve en discordancia con Latorre *et al.* (2009b) que encontró menor luminosidad y mayor tendencia al amarillo en animales más pesados, lo que podría deberse a los diferentes (aunque cercanos) pesos estudiados en ese caso (de 120 a 140 kg). Estos autores relacionaron el tono más amarillo con el mayor veteado.

Tabla 9. Efecto del peso de sacrificio en el color, las pérdidas por descongelación y la composición química del lomo de cerdos destinados a Jamón DOP Teruel.

	Peso al sacrificio, kg		EEM*	Significación**
	115	127		
Luminosidad (L*)	53,2	52,7	0,966	NS
Tendencia al rojo (a*)	4,75	5,09	0,229	NS
Tendencia al amarillo (b*)	1,95	2,15	0,243	NS
Pérdidas por descongelación, %	15,2	12,8	0,789	0,049
Grasa intramuscular, %	2,54	3,73	0,503	0,091
Proteína, %	23,8	23,8	0,249	NS
Humedad, %	72,1	70,5	0,440	0,019
Cenizas, %	1,23	1,21	0,014	NS

*Error estándar de la media (n=10).

**NS: $P>0,10$.

Las pérdidas por descongelación en la carne de los cerdos de menor peso fueron significativamente superiores ($P<0,05$), lo que confirma los resultados de Latorre *et al.* (2008, 2009b). Grandes pérdidas de agua suponen escasa capacidad de retención de agua y eso suele implicar mayor dureza. No obstante, hay otros aspectos que también influyen en la mayor o menor terneza de la carne, como es el caso de la grasa intramuscular.

El aumento del peso al sacrificio no afectó los parámetros de cenizas ni proteínas ($P>0,05$) del lomo pero sí supuso una reducción significativa en el contenido de humedad ($P<0,02$) y una tendencia a un mayor contenido en grasa intramuscular ($P=0,09$), lo que concuerda con resultados de otros autores (Latorre *et al.*, 2008 y 2009b; Lorenzo *et al.*, 2014). La grasa intramuscular aumenta la jugosidad y genera sensaciones muy placenteras al consumidor (Guerrero *et al.*, 1996).

5.4. Conclusiones del estudio

Podemos concluir que el aumento del peso al sacrificio de los cerdos de 110 a 127 kg aumenta el peso de la canal y también el espesor de grasa dorsal de la canal, lo que permite incrementar la proporción de canales aptas para la DOP Jamón de Teruel hasta un 100%. Además, la carne de los cerdos más pesados tiene mayor capacidad de retención de agua y mayor contenido en grasa intramuscular, lo que indica mayor calidad.

6. CONCLUSIONES

- La DOP Jamón de Teruel es de gran importancia en esta provincia por lo mucho que colabora al asentamiento de la población con los puestos de trabajo que genera además de su alta facturación (entre las 10 DOPs españolas de mayor facturación) estimulando el desarrollo del medio rural.
- Existen numerosos factores que influyen en la calidad de la canal y la carne de los cerdos destinados a la elaboración del jamón de Teruel. Entre ellos cabe destacar:
 - La genética. La raza Duroc se emplea como padre de los cerdos destinados al sacrificio por su buena calidad de la canal y carne pero dentro de esta raza hay muchas líneas genéticas y existen diferencias notables entre ellas.
 - El sexo. Se emplean tanto machos castrados como hembras. Los primeros son preferibles, por su mayor nivel de engrasamiento tanto en canal como en carne, pero es fundamental que sean castrados para evitar el olor sexual en la carne. La inmunocastración parece una vía interesante en machos, como alternativa de la castración quirúrgica, y en hembras, porque aumenta el engrasamiento.
 - La alimentación. Afecta decisivamente a la calidad de la carne y se están evaluando dietas para mejorarla, como la reducción de la proteína o el aumento de la energía del pienso.
 - El peso al sacrificio. El aumento del peso al sacrificio supone mejoras en algunas características importantes relacionadas con la calidad, como son un aumento del peso de la canal y de su espesor de cobertura grasa (grasa subcutánea), así como de la carne por el incremento del contenido en grasa intramuscular.
- El estudio llevado a cabo permitió concluir que el aumento de peso al sacrificio de 110 a 127 kg supone una aceptación del 100% de las canales para la DOP Jamón de Teruel y también una mejora de la calidad de su carne.

CONCLUSIONS

- The DOP Jamón de Teruel have got great importance in this province due to it contributes to the settlement of the population with the jobs it generates. In addition their high turnover (among the 10 Spanish DOPs with higher turnover) allows the development of the rural environment.
- There are numerous factors that influence the quality of the carcass and the meat of the pigs destined to the elaboration of the ham of Teruel. These include:
 - The genetic. The Duroc breed is used as the father line for great quality carcass and meat, from slaughter pigs. But within this race there are many genetic lines and there are notable differences between them.
 - Sex. Both castrated males and female are used. The former are preferable, due to their higher level of fatness in both carcass and meat, but it is essential that they be castrated to avoid sexual odor in the meat. Immunocastration seems to be an interesting way in males, as a substitute for surgical castration, and in females, to increase fat thickness.
 - Feeding. It decisively affects the quality of the meat and is being evaluated diets for it, like the reduction of the protein or the increase of the net energy of the cattle feed.
 - The slaughter weight. Its increase involves improvements in some important quality-related features such as increased carcass weight and fat (subcutaneous fat) and intramuscular fat content.
- The increase in slaughter weight of 110 to 127 kg means an acceptance of 100% of the carcass for the DOP Jamón de Teruel and also an improvement of the quality of its meat.

7. VALORACIÓN PERSONAL

La realización de este estudio me ha permitido conocer multitud de datos curiosos e interesantes sobre la producción porcina y sus variables. Además me ha acercado al "mundo de la investigación" y me ha hecho mejorar ampliamente mi forma de redacción de un artículo científico sin contar que, mucha de la información usada y recapitulada proviene de bases de datos que no solía usar o desconocía y han sido de gran ayuda. También me ha permitido visualizar y participar en un experimento científico en el cual he podido realizar algunas pruebas y aprender ciertas técnicas analíticas lo cual en conjunto valoro positivamente.

8. BIBLIOGRAFÍA

- BOA (2009). Orden de 6 de febrero de 2009, del Consejero de Agricultura y Alimentación, por la que se aprueba la normativa específica de la denominación de origen protegida Jamón de Teruel. *Boletín Oficial de Aragón* 46: 5175-5199.
- BOA (2011). Orden de 28 de junio de 2011, del Consejero 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* 128: 15806-15816.
- BOA (2013). Anuncio de la Dirección General de Alimentación y Fomento Agroalimentario, por el que se da publicidad al pliego de condiciones de la denominación de origen protegida «Jamón de Teruel» en el que se ha basado la decisión de la Comisión Europea de publicar en el Diario Oficial de la Unión Europea de fecha 23 de agosto de 2013 el documento único de la denominación de origen protegida «Jamón de Teruel». *Boletín Oficial de Aragón* 228: 30269-30276.
- BOE (1979). Orden de 31 de julio de 1979 por la que se establecen métodos oficiales de análisis de aceites y grasas productos cárnicos, cereales y derivados, fertilizantes, productos fitosanitarios, productos lácteos, piensos, aguas y productos derivados de la uva. *Boletín Oficial del Estado* 207: 20235-20237.
- BOE (2007). Ley 32/2007 de 7 de noviembre para el cuidado de los animales, en su explotación, transporte, experimentación y sacrificio. *Boletín Oficial del Estado* 268: 45914-45920.
- Calvo, S., Rodríguez-Sánchez, J.A., Ripoll, G., Gracia, M.I. y Latorre, M.A. (2009). Efecto de la presencia de estro en cerdas jóvenes en el momento del sacrificio sobre la calidad de la carne. *AIDA, XIII Jornadas sobre Producción Animal*, Tomo 2: 574-576.
- Choi, Y.M., Ryu, Y.C. y Kim, B.C. (2007). Influence of myosin heavy and light chain isoforms on early postmortem glycolytic rate and pork quality. *Meat Science* 76: 281-288.

- Choi, Y.M., Lee, S.H., Choe, J.H., Rhee, M.S., Lee, S.K., Joo, S.T. y Kim, B.C. (2010). Protein solubility is related to myosin isoforms, muscle fiber types, meat quality traits, and postmortem protein changes in porcine longissimus dorsi muscle. *Livestock Science* 127: 183-191.
- Choi, Y.M., Namc, K.W., Choe, J.H., Ryu, Y.C., Wick, M.P., Lee, K. y Kim, B.C. (2013). Growth, carcass, fiber type, and meat quality characteristics in Large White pigs with different live weights. *Livestock Science* 155: 123-129.
- 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., Beltrán, J.A., Guàrdia, M.D., Diestre, A., Arnau, J. y Roncalés, P. (2006). Effect of different Duroc line sires on carcass composition, meat quality and dry-cured ham acceptability. *Meat Science* 73: 252-260.
- Correa, J.A., Faucitano, L., Laforest, J.P., Rivest, J., Marcoux, M. y Gariépy, C. (2006). Effects of slaughter weight on carcass composition and meat quality in pigs of two different growth rates. *Meat Science* 72: 91-99.
- Cuthbertson, A. y Pomeroy, R. W. (1970). The effect of length of journey by road to abattoir, resting and feeding before slaughter on carcass characteristics in bacon weight pigs. *Animal Production* 12: 37-46.
- Daza, A., Latorre, M.A., Olivares, A. y López Bote, C.J. (2015). The effects of male and female immunocastration on growth performances and carcass and meat quality of pigs intended for dry-cured ham production: A preliminary study. *Livestock Science* 190: 20-26.
- de Asso, I.J. (1798). Historia de la Economía Política de Aragón por Francisco Magallón.
- Díaz, M.T., Álvarez, I., De la Fuente, J., Sañudo, C., Campo, M.M., Oliver, M.A., Font i Furnols, M., Montossi, F., San Julián, R., Nute, G.R. y Cañeque, V.S. (2005). Fatty acid composition of meat from typical lamb production systems of Spain, United Kingdom, Germany and Uruguay. *Meat Science* 71: 256-263.

Diestre, A., Oliver, M. A., Gispert, M., Arpa, I. y Arnau, J. (1990). Consumer responses to fresh meat and meat products from barrows and boars with different levels of boar taint. *Animal Production* 50: 519-530.

DOUE (2012). Reglamento (UE) nº 1151/2012 del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de noviembre de 2012 sobre los regímenes de calidad de los productos agrícolas y alimenticios. *Diario Oficial de la Unión Europea* 343: 8.

DOUE (2013). Publicación de una solicitud de modificación con arreglo al artículo 50, apartado 2, letra a), del Reglamento (UE) nº 1151/2012 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre los regímenes de calidad de los productos agrícolas y alimenticios. *Diario Oficial de la Unión Europea* 242: 17-28.

Expansión (2017). La producción de Jamón de Teruel en fresco se incrementa el 42% en 2016.
<http://www.expansion.com/aragon/2017/02/07/58998b13e5fdeaa6408b4590.html>
[consultado 29/08/2017].

FEDNA (2013). Necesidades nutricionales para ganado porcino. *Normas FEDNA*. 2^a edición. De Blas C., Gasa J. y Mateos G.G. editores. 109pp. Madrid.

Garitano, I., Liébana, C., Feliz de Vargas, E., 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* 109: 429-442.

Gómez-Quintero, J.D. y Sanz, F. (2013). Situación socioeconómica de Teruel: presente y futuro.
http://www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/OrganosConsultivos/ConsejoEconomicoSocialAragon/Areas/Publicaciones/ESTUDIOS/2014/Situacion_socieconomica_teruel.pdf [consultado 29/08/2017]

Gou, P., Guerrero, L. y Arnau, J. (1995). Sex and crossbreed effects on characteristics of dry-cured ham. *Meat Science* 40: 21-31.

- Guerrero, L., Gou, P., Alonso, P., y Arnau, J. (1996). Study of the physicochemical and sensorial characteristics of dry-cured hams in three pig genetic types. *J. Sci. Food Agric.* 70: 526-530.
- Huff-Lonergan, E., Bass, T. J., Malek, M., Dekkers, J. C. M., Prusa, K. and Rothschild, M, F. (2002). Correlations among selected pork quality traits. *Journal of Animal Science* 80: 617-627.
- Latorre, M.A., García-Belenguer, E. y Ariño, L. (2008). The effects of gender and slaughter weight on growth performance and carcass traits of pigs intended for dry-cured hams from Teruel (Spain). *Journal of Animal Science* 86: 1933-1942.
- Latorre, M.A., Ripoll, G., Garcia-Belenguer, E. y Ariño, L. (2009a). The increase of slaughter weight in gilts as a strategy to optimize the production of Spanish high quality dry-cured ham. *Journal of Animal Science* 87: 1464-147.
- Latorre, M.A., Ripoll, G., García-Belenguer, E. y Ariño, L. (2009b). The effect of gender and slaughter weight on loin and fat characteristics of pigs intended for Teruel dry -cured ham production. *Spanish Journal of Agricultural Research* 7: 407-416.
- Lo Fiego, D.P., Santoro, P., Macchioni, P. y De Leonibus, E. (2005). Influence of genetic type, live weight at slaughter and carcass fatness on fatty acid composition of subcutaneous adipose tissue of raw ham in the heavy pig. *Meat Science* 69: 107-114.
- López, N. y Galíndez, R. (2011). Evaluation of the accumulated prolificacy of the sow and accumulated weight of the litters at birth in the breed groups large White, Landrace and Crossbred.
http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-65762011000200005 [consultado 29/08/2017].
- Lorenzo, J.M., Fernández, M., Iglesias, A., Carril, J.A., Rodríguez, I.M. y Franco, D. (2014). Efecto de la edad de sacrificio sobre las características de la carne del cruce de cerdo Celta con Duroc. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal* 4: 141-143.

MAPAMA (2014). Caracterización de la producción de alimentos diferenciados protegidos bajo denominaciones de origen y/o indicaciones geográficas protegidas (en términos de competitividad y eficiencia comercializadora).
[http://www.mapama.gob.es/imagenes/es/Informe%20Caracterizacion%20DOP%20S-IGP%27S%20-%20Octubre%202014%20-DEFINITIVO-%2009%2003%2015%20\(3\)_tcm7-367966.pdf](http://www.mapama.gob.es/imagenes/es/Informe%20Caracterizacion%20DOP%20S-IGP%27S%20-%20Octubre%202014%20-DEFINITIVO-%2009%2003%2015%20(3)_tcm7-367966.pdf) [consultado 29/08/2017].

Rehfeldt, C., Henning, M. y Fiedler, I. (2008). Consequences of pig domestication for skeletal muscle growth and cellularity. *Livestock Science* 116: 30-41.

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: 1-7

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., 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.

www.jamondeteruel.com [consultado 29/08/2017].