



**Facultad de Veterinaria**  
**Universidad Zaragoza**



# **TRABAJO DE FIN DE GRADO EN CIENCIA Y TECNOLOGIA DE LOS ALIMENTOS**

**JAMON CURADO: IMPORTANCIA DE LA GRASA Y LAS SALES  
NITRIFICANTES**

**DRY CURED HAM: RELEVANCE OF FAT AND NITRIFYING  
SALTS**

**Autor/es**

**Pablo Gómez Ariño**

**Director/es**

**María Ángeles Latorre Górriz**

**Mireia Blanco Alibés**

**Facultad de Veterinaria, 2020**

## INDICE

Resumen .....	3
Abstract .....	4
1. Introducción .....	5
2. Justificación y objetivos .....	10
3. Material y métodos .....	11
3.1.Muestras experimentales .....	11
3.2.Análisis laboratoriales .....	12
3.2.1. Oxidación lipídica .....	12
3.2.2. Nitratos, nitritos y cloruros .....	13
3.2.3. Tocoferoles, colesterol y retinol .....	14
3.2.4. Determinación del perfil de ácidos grasos .....	15
3.3. Análisis estadístico .....	15
4. Resultados y discusión .....	16
4.2.1. Oxidación lipídica .....	16
4.2.2. Nitratos, nitritos y cloruros .....	17
4.2.3. Tocoferoles, colesterol y retinol .....	18
4.2.4. Perfil de ácidos grasos .....	19
Conclusiones .....	22
Conclusions .....	23
Valoración personal .....	24
Bibliografía .....	25

## RESUMEN

El objetivo de este TFG fue profundizar en el análisis de grasa y de sales nitrificantes en el caso concreto del Jamón de Teruel. Así, se pretendía comprobar si el sexo de los cerdos (machos castrados vs hembras) podía influir en parámetros como el contenido en cloruros, nitratos y nitritos, tocoferoles, retinol y colesterol, la oxidación de la grasa y el perfil de ácidos grasos, factores decisivos en la aceptabilidad y palatabilidad de este tipo de productos.

Para ello se utilizaron un total de 20 perniles (10 de machos castrados y 10 de hembras), de los que se analizó el músculo *biceps femoris*. Los resultados mostraron que el sexo afectó a algunas variables presentando los jamones de machos castrados menor contenido en sal ( $P<0,10$ ), nitratos ( $P<0,05$ ) y nitritos ( $P<0,10$ ), pero no afectó a la oxidación ni tampoco a la composición lipídica. Sería muy interesante estudiar las posibles repercusiones en la calidad sensorial.

## ABSTRACT

The objective of this TFG was to deepen the analysis of fat and nitrifying salts in the specific case of Ham from Teruel. Thus, the aim was to verify whether the sex of the pigs (castrated males vs females) could influence parameters such as the content of chlorides, nitrates and nitrites, tocopherols, retinol and cholesterol, the oxidation of fat and the profile of fatty acids, which are decisive factors of the acceptability and palatability of this type of product.

For this, a total of 20 hams were used (10 from barrows and 10 from females), of which the *biceps femoris* muscle was analyzed. The results showed that sex affected some variables, with castrated male hams having a lower content of salt ( $P < 0.10$ ), nitrates ( $P < 0.05$ ) and nitrites ( $P < 0.10$ ), but it did not affect lipid oxidation or the lipid composition. It would be very interesting to study the possible repercussions on sensory quality.

## 1. INTRODUCCIÓN

El jamón curado es uno de los productos estrella innegables de la gastronomía española. Su uso más tradicional es en forma de tapa, aunque puede ser encontrado en muchos otros platos (Vázquez, 2019). El Real Decreto 4/2014 dice que “el jamón es el producto elaborado con la extremidad posterior, cortada a nivel de la sínfisis isquiopubiana, con pata y hueso, que incluye la pieza osteomuscular íntegra, procedente de cerdos, sometida al correspondiente proceso de salazón y curado-maduración”.

La calidad del jamón va a estar muy influenciada por distintos factores. Por un lado están los de tipo intrínseco, que son los ligados al animal. Se han encontrado diferencias en la composición de la carne en general, y también del jamón, procedentes de diferentes razas (Tibau et al., 1997) e incluso dentro de una misma raza cuando los cerdos proceden de distintas líneas genéticas (Cilla et al., 2006). También es relevante la alimentación; el hecho de proporcionar a los cerdos unas dietas u otras acarrea diferencias en el producto final; por ejemplo distintos ingredientes (Garitano et al., 2013) o distintos niveles nutricionales (Suárez-Belloch et al., 2013, 2016). También influye el sistema de producción; es el caso del cerdo Ibérico, del que podemos obtener distintos productos dependiendo de si se cría en la dehesa (donde además de una alimentación diferente, basada en bellota y pastos, tiene la posibilidad de hacer más ejercicio) o en condiciones intensivas (les caracteriza un mayor sedentarismo).

En el presente Trabajo Fin de Grado (TFG) se centra en un producto con Denominación de Origen Protegida (DOP) como es el Jamón de Teruel. Esto implica que muchos de estos factores ya están reglamentados para dar lugar a un producto lo más homogéneo posible. En su pliego de condiciones (Orden DRS/1825/2017, de 24 de octubre) se recoge que la zona de producción está exclusivamente delimitada a la provincia de Teruel. El tipo de ganado también está especificado, estando permitidas las razas Landrace, Large White o el cruce de ambas, como línea materna, y Duroc como línea paterna. Su alimentación debe basarse en los cereales propios de la provincia, esto es principalmente maíz, cebada, trigo y triticale. En cuanto al sexo, se pueden emplear tanto machos como hembras pero los machos deben estar castrados, para evitar el denominado “olor sexual” en la carne. Es importante la trazabilidad de los animales y por ello deberán estar identificados individualmente mediante una marca indeleble en su oreja. En el matadero, los requerimientos son: que la canal debe pesar como mínimo 84

kg y que el espesor de grasa subcutánea a nivel del músculo *gluteus medius* debe ser de al menos 16 mm, para garantizar piezas lo bastante grandes y lo suficientemente grasas. La grasa es sumamente importante en este producto; tanto la subcutánea, para un correcto proceso de curación, como la intramuscular, porque determina en buena medida la terneza y la jugosidad (Ruíz *et al.*, 2002).

Por otro lado, en la calidad del jamón también van a influir los factores extrínsecos, que son los relacionados con la curación del pernil. La pieza requiere de un largo proceso de salazón, curado y maduración para su comercialización y son precisamente los métodos empleados para ello los que afectan decisivamente en que un jamón pueda ser más o menos salado, seco, duro o puede tener un determinado olor o sabor.

La primera fase es la salazón que consiste en envolver las piezas completamente en sal. En el caso concreto del Jamón de Teruel, la cantidad de sal a añadir debe estar en contacto con los perniles entre 0,65 y 1 día por kg de peso fresco. Los cloruros (sal) tienen muchas funciones en el producto, siendo alguna de ellas limitar el crecimiento de microorganismos o regular la actividad de agua del producto, pero también afectan a la lipólisis, dando como resultado un aumento de los ácidos grasos (AG) libres (Andrés *et al.*, 2004). Durante el inicio del salado, los perniles absorben una cantidad determinada de sal de su superficie, que solo penetra mínimamente en los músculos más superficiales. Durante el consiguiente periodo de reposo, la sal se equilibra a lo largo de la pieza. En los últimos años se está tratando de reducir el contenido en sal de nuestra dieta. Así, estudios como el de Coutron-Gambotti (1999) muestran que se puede lograr un producto más saludable y que se adapte mejor a las demandas actuales de los consumidores, además de reducir la oxidación lipídica. No obstante, aunque la oxidación lipídica se reduzca, se puede observar cómo los aromas negativos relacionados con los lípidos como la rancidez van en aumento cuanto menor contenido de sal tiene la pieza.

Es muy común añadir a la sal, en el caso del jamón, nitratos y nitritos. La sustancia efectiva es el nitrito, que es oxidado a nitrato en la carne formando el compuesto estable NO-mioglobina. A su vez, los nitratos pueden ser reducidos a nitritos por algunos microorganismos. Su efecto principal es la inhibición de bacterias patógenas así como la coloración rojiza de algunos productos. Como efecto adverso, puede producir nitrosaminas, que son compuestos cancerígenos; no obstante, sus efectos positivos y

ventajas lo convierten en un conservante excelente para la carne (Honikel, 2008). En el jamón curado es especialmente útil para prevenir el crecimiento de *Clostridium botulinum*, ya que es un producto que se consume crudo. Se suele añadir nitrato a su superficie y se deja difundir lentamente hacia el interior del jamón donde las reductasas lo transformaran en nitrito. También actúa como antioxidante, aunque no se sabe el mecanismo concreto, además de aportar el flavor y aroma característicos de los productos curados (Toldrá, 2009). Por lo general, los músculos externos suelen tener más contenido en nitratos los primeros días, debido simplemente a que se encuentran más cerca de la superficie. No obstante, los nitratos y nitritos se expanden rápidamente hasta músculos más internos, donde la concentración de nitrito es mayor evitando, en estas etapas de elevada actividad del agua, el crecimiento de patógenos. No se deben añadir nitritos directamente ya que sería degradados a óxido nítrico, que reacciona rápidamente con las proteínas del medio dando lugar a pigmentos rojizos (nitrosomioglobina), pero sin valor antimicrobiano (Armenteros *et al.*, 2012). Los nitratos y nitritos son esenciales en la producción del flavor característico de estos productos, pero no se sabe con seguridad qué compuestos concretos son los responsables, únicamente se sabe que son carbonílicos. Hay evidencias de que no afectan de forma significativa a la proteólisis, lipólisis o al perfil de AG. Tampoco parecen afectar a la actividad de proteasas o lipasas. Únicamente parecen afectar a la coloración y al aroma del producto (Toldrá *et al.*, 2009).

Al salado le sigue la fase postsalado, en la que es obligatorio que la temperatura máxima de las cámaras sea de 6°C con una humedad relativa mayor o igual al 70%. El tiempo de estancia dependerá del peso de las piezas (mínimo 60 días).

Tras el postsalado vienen las fases de secado y maduración, que se caracterizan por una mayor actividad física y bioquímica, confiriéndole al pernil su aroma y sabor característicos. La mayoría de los cambios van ligados a la pérdida de agua y a una proteólisis y lipólisis intensivas, que son las que aportan el aroma al producto (Čandek-Potokar y Škrlep, 2011). Larrea *et al.* (2006) estudiaron la evolución de la proteólisis mediante la evolución del nitrógeno (N) soluble en el *biceps femoris*. Por lo general, la proteólisis en este músculo no es especialmente intensa durante las primeras etapas de procesado. Aunque es cierto que tras la adición de sal al pernil parece haber un incremento de este N soluble, el incremento es mucho más acusado en la etapa de maduración. Esto se debe principalmente a la hidrólisis y degradación de las proteínas

miofibrilares, dando lugar a péptidos y aminoácidos libres, responsables del sabor y aroma (Čandek-Potokar y Škrlep, 2011). Todo esto se lleva a cabo mediante actividad enzimática, más concretamente de las catepsinas, las cuales pueden mantener una parte de su actividad una vez terminada la maduración.

El otro gran factor que afecta al aroma de los jamones es la lipólisis y la oxidación de la grasa. La lipólisis es llevada a cabo por enzimas, principalmente las lipasas y fosfolipasas, liberando AG libres al medio, responsables del aroma. La actividad de estas enzimas va disminuyendo a lo largo del proceso de curado sin llegar a cesar del todo. Por eso, el contenido de AG libres aumenta a lo largo de todo el proceso, siendo su generación más pronunciada durante los primeros 6 meses, después su ritmo se ralentiza tanto en músculo como en tejido adiposo. Los lípidos que contienen ácido linoleico (C18:2 n-6) son más susceptibles de degradarse, debido al estado líquido de este ácido graso en las condiciones de procesado del jamón curado. Por lo general los fosfolípidos son más susceptibles a la lipólisis que los triacilglicéridos. También se ha demostrado que cuanto más largo el periodo de maduración y más elevada la temperatura, hay mayor lipólisis y por tanto mayor contenido de AG libres. También hay evidencias de que los músculos con pH inicial bajo ( $<6,1$ ) tienen mayor facilidad para sufrir lipólisis (Gandemer, 2009).

Por otro lado, la oxidación lipídica es una de las principales causas de deterioro del producto. El mecanismo general es un proceso químico denominado autooxidación. Tal y como Gandemer (2009) indica, este proceso afecta con mayor énfasis a los AG de tipo insaturado, generando compuestos volátiles que afectan al aroma. La generación de estos compuestos volátiles parece seguir una tendencia creciente los primeros meses de procesado, pero tiende a disminuir a lo largo del tiempo; especialmente en procesados de amplia duración ( $>18$  meses). No todos los volátiles van a aportar aromas desagradables. Los aldehídos son los responsables de aromas que nos recuerdan a la rancidez, mientras que las metilcetonas nos dan aromas positivos, más propios de jamones de larga maduración. Por lo tanto, la generación de aroma durante los primeros meses de procesado se debe a la oxidación, mientras que hacia el final del procesado el aroma es aportado por la lipólisis.

La duración mínima de todo el proceso debe ser de 60 semanas, periodo en el que las piezas pierden aproximadamente un 35% de su peso inicial. El producto final, en el caso



del Jamón de Teruel, será identificado con la palabra TERUEL, así como con la estrella de 8 punta marcada a fuego junto con la vitola y el logo de la DOP. Los jamones deberán tener una forma alargada, con toda la corteza o perfilado con corte en “V”. Deben pesar 7 kg o más cumpliendo con los tiempos de producción establecidos. La superficie al corte debe presentar un color rojo brillante con grasa infiltrada. La carne debe presentar un sabor suave y salado; y la grasa debe ser untuosa, brillante, blanco-amarillenta y con sabor agradable. Las características cualitativas principales que lo diferencian de otros productos similares son: i) las piezas frescas poseen un pH más elevado (con una caída del mismo más lenta), ii) su color es más oscuro y poseen una mayor capacidad de retención de agua (lo cual se traduce en una mayor jugosidad), iii) la grasa es menos saturada y posee un mayor grado de infiltración (lo cual aporta a la carne una textura más suave y la hace más tierna) y iv) presenta mejores condiciones para la maduración y conservación que otras piezas.

Por último mencionar que las DOP son una herramienta clave de marketing que otorga al producto un valor añadido y lo diferencia de otros parecidos en el mercado. El estudio de Fandos y Flavián (2006) sugieren que la DOP Jamón de Teruel es una marca consolidada que confirma las expectativas de los consumidores. Los propios consumidores admitían que el empleo de la DOP ayuda a la diferenciación y a su decisión de compra.

## **2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS**

La elección de realizar este trabajo está basada en el interés por dar a conocer uno de los productos estrella de la gastronomía española, y más concretamente de la gastronomía aragonesa que es de donde procede el Jamón de Teruel.

Para mejorar la calidad del producto es necesario ver qué factores afectan a la misma. Por esto van a estudiarse numerosos componentes encontrados en el proceso de elaboración normal del jamón; siempre mirando el efecto que tienen en la fracción grasa del producto. Esto se debe a que, en el jamón, la grasa es lo que aporta el aroma, untuosidad, textura y sabor característico a cada pieza.

Con este trabajo también se persigue ver si afecta a la calidad que el jamón provenga de machos o de hembras (entre otros factores), y en el caso de los primeros que tratamiento se ha seguido para su castración (en este caso las muestras provienen de machos castrados quirúrgicamente).

En el contexto presentado en la Introducción, y teniendo en cuenta los motivos expuestos para la elección de este tema como TFG, el objetivo del presente trabajo es profundizar en la importancia de las sales nitrificantes y de la grasa en el jamón curado, en concreto en el Jamón DOP Teruel, así como comparar la calidad de jamones procedentes de hembras con los de machos castrados para comprobar si hay diferencias importantes debidas al sexo de los animales.

### **3. MATERIAL Y METODOS**

#### **3.1. Muestras experimentales**

Este trabajo se engloba dentro de un Proyecto que comenzó a mediados de 2016, momento en que nacieron los cerdos, y cumplió todo lo exigido por el Consejo Regulador del Jamón de Teruel/Paleta de Teruel (Orden DRS/1825/2007). Se utilizaron 50 cerdos Duroc x (Landrace x Large White), la mitad machos castrados y la otra mitad hembras, todos de la misma edad. Se criaron en la misma granja, en la comarca de Calanda, por lo que su manejo y alimentación fue el mismo, y se sacrificaron cuando alcanzaron un peso próximo a 135 kg en un matadero ubicado en la localidad de Teruel. Durante el despiece de las canales se identificaron los perniles izquierdos de 10 machos castrados y de 10 hembras y se hizo un seguimiento de su curación en un secadero de La Puebla de Valverde (Teruel) a lo largo de todas sus fases:

- 1) Salazón (duró 11 días); las piezas se cubrieron de sal, a la que se añadió nitratos y nitritos, ascorbato y azúcares. El tiempo de este periodo depende del peso oscilando entre 0,65 y 1 días por kg de peso fresco del pernil.
- 2) Lavado. Es un proceso muy rápido que se realiza en apenas unos minutos.
- 3) Asentamiento o post-salado (duró 108 días). Se realizó en cámaras con una temperatura  $< 6^{\circ}\text{C}$  y una humedad relativa  $\geq 70\%$ .
- 4) Curado y maduración (duró 136 y 79 días, respectivamente). Se llevó a cabo en condiciones óptimas de humedad relativa y con una ventilación que permitió la aireación de las piezas. Se aplicó manteca en la parte muscular para evitar la entrada y proliferación de los ácaros.
- 5) Envejecimiento (duró 256 días).

El proceso completo duró casi 20 meses, superando las 60 semanas mínimas exigidas por el Consejo Regulador. El último día, cada pieza fue pesada individualmente, deshuesada y troceada en tres partes, que abarcarían aproximadamente el jarrete, la maza-contramaza y la punta. Cada parte fue envasada al vacío y conservada en refrigeración a  $0-4^{\circ}\text{C}$  hasta su posterior análisis.

Las muestras empleadas para los análisis consistían en el músculo *Biceps femoris* obtenido, previamente a la realización del presente TFG, por disección de la punta. Dicho músculo fue triturado para conseguir una textura homogénea y se conservó envasado al vacío hasta su estudio laboratorial.

### **3.2. Análisis laboratoriales**

Todas las determinaciones se llevaron a cabo, por duplicado, en distintos laboratorios del Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA), ubicado en el Campus de Aula Dei, en Montañana (Zaragoza). A continuación se detallan los protocolos empleados para cada análisis.

#### **3.2.1. Oxidación lipídica**

Se midió con la técnica del TBARS (substancias reactivas al ácido tiobarbitúrico). El método se basa en que el ácido tiobarbitúrico (TBA) reacciona con el malondialdehído (MDA) que es un compuesto que proviene de la degradación oxidativa del C18:3 n-3. Se homogeneizaron 10 g de carne picada y 20 mL de disolución de ácido tricloroacético (10 % p/v) con un homogeneizador ultra-turrax (Miccra D-8 Homogenizer, Falc Instruments, Treviglio BG, Italia) y se centrifugó a 1500 g durante 30 min a 45 °C y el líquido sobrenadante se filtró. Se tomaron 2 mL del líquido sobrenadante a los que se añadieron 2 mL de disolución de TBA (20 mM) y se incubaron en baño termostático a 100 °C durante 20 min. Después se dejaron enfriar los tubos a temperatura ambiente, se mantuvieron unos segundos en un baño de ultrasonidos, para eliminar las burbujas, y se leyó su absorbancia en un espectrofotómetro (Helios β Thermo Electron Corporation, Thermo Fisher Scientific, Waltham, Massachusetts, EE. UU.). a 532 nm en cubetas de 1 cm de paso. Se creó una recta de calibración de 11 puntos con concentraciones crecientes (de 0 a 100 µl) de 1,1,3,3,tetrametoxipropano (99 %) (TMP), el precursor del MDA, a las que se añadieron 5 mL de TBA y 5 mL de agua. El procedimiento fue el mismo que para la preparación de las muestras.

La conversión de TMP a MDA se hizo multiplicando el número de µM de TMP/g de muestra por el peso molecular del MDA, expresándose el resultado en mg/kg de carne (Bertolín *et al.*, 2019).

### 3.2.2. Nitratos, nitritos y cloruros

Para la determinación de nitratos, se siguió el protocolo de Estopañán (2020). La muestra se procesó a la vez que un blanco con todos los reactivos. Para el jamón, el peso de muestra en base a los resultados esperables es de 4 g. La muestra se pesó en un Erlenmeyer de 250 mL y se le añadieron 150 mL de alcohol etílico. Se llevó a agitación en un baño con agua caliente durante 1 h, se dejó enfriar y se añadieron los reactivos Carrez I y II (Equipo de reactivos para preparación de muestras en análisis de alimentos), en ese orden. Una vez reposado, se terminó de enrasar el matraz a 250 mL con agua ultrapura (mili-Q). Posteriormente, el contenido de estos matraces se filtró en matraces de 100 mL hasta su enrase; el filtrado se desechó y el extracto se trasvasó a matraces de 250 mL que se colocaron en una placa calefactora, para evaporar el alcohol etílico, hasta conseguir un volumen de extracto de 50 mL, que se volvió a trasvasar al matraz de 100 mL empleado previamente, enrasándolo con agua mili-Q en este caso. Para su lectura, en el espectrofotómetro, se realizó una recta de calibrado, de forma que ésta y la muestra se leyeron a la vez y en orden a 410 nm; primero se añadieron 1 mL de brucina-ácido sulfanílico, después 10 mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , dejando reposar 10 min en oscuridad, y finalmente 40 mL de agua MQ. Tras un reposo de 15 min, un enfriamiento y otro reposo de 15 min, se terminó de enrasar el matraz y ya se procedió a medir.

Para la determinación de nitritos, la toma de muestras y el procedimiento fue igual al anterior, únicamente cambia el reactivo empleado para la reacción de color (Estopañán, 2020). El reactivo se preparó mezclando partes iguales de dos soluciones diferentes. Para la primera, se pesaron 1,5 g de ácido sulfanílico, se pasaron a un matraz de 250 mL junto con 100 mL de agua MQ, se añadieron 50 mL de  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ , se llevaron a un baño de ultrasonidos, para su completa disolución, y se enrasó con agua MQ. Para la segunda, se pesaron 75 mg de 1-naftilamina y se pasaron a un matraz aforado de 250 mL, junto con 100 mL de agua MQ. También se añadieron 50 mL de  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$  y se llevaron a un baño de ultrasonidos para su completa disolución y se enrasaron con agua MQ.

Para la determinación de cloruros, se pesaron aproximadamente 3 g de muestra y se añadieron 50 mL de agua MQ (el agua había sido hervida y atemperada previamente). Los botes se llevaron a un agitador-incubador a 190 rpm durante 30 min. Por último, se incorporó un imán y se añadieron 2 mL de  $\text{HNO}_3$ . Previo a la valoración con el

programa TIAMO en el titrador (analizador químico automático que realiza valoraciones potenciométricas) fue necesario realizar un blanco con 70 mL de agua MQ, 2 mL de HNO<sub>3</sub>, un imán y sin muestra. Una vez realizado todo esto se comenzó la valoración con el equipo, siendo siempre lo primero en valorarse el blanco (Estopañán, 2020).

### 3.2.3. Tocoferoles, colesterol y retinol

El contenido en tocoferoles, retinol y colesterol del músculo se determinaron siguiendo el método de Bertolín et al. (2018). En un tubo de polipropileno de 15 mL se mezclaron 0,2 g de carne 0,2 g de ácido ascórbico y 3 mL de solución saponificante (KOH y EtOH). La mezcla se dejó reposar en atmósfera inerte de N<sub>2</sub>. Después se agitó durante 5 s y se dejó saponificar toda la noche con agitación suave, a temperatura ambiente y protegido de la luz. Al día siguiente se añadieron 5 mL de hexano:acetato de etilo 9:1 v/v y se volvió a agitar durante otros 5 s. A continuación se realizó una agitación más intensa en rotatubos durante 10 min, tubos que posteriormente se centrifugaron a 3500 rpm y 10°C. Se tomó la fase superior con una micropipeta y se depositó en un vidrio ámbar. Se volvió a repetir todo el proceso desde la adición de hexano:acetato de etilo para obtener otra fase superior, que se evaporó en el rotavapor al vacío durante 30 min y se volvió a resuspender en 1 mL de fase móvil. Se agitó posteriormente en un rotatubos a máxima velocidad. El resultado se tomó con una jeringa y se filtró con un filtro PTFE y el recuperado se conservó en un vial ámbar para HPLC.

Para la determinación de tocoferoles, se prepararon las curvas de calibrado de  $\alpha$ ,  $\gamma$ - y  $\delta$ -tocoferol. Para ello, se añadió con una punta de micropipeta  $\alpha$ ,  $\gamma$ - y  $\delta$ -tocoferol en un tubo de PP de 15 mL y 10-15 mL de CH<sub>3</sub>OH. Usando los datos (longitud de onda - EtOH-,  $E^{1\%}_{1\text{cm}}$ , masa molar y  $\epsilon$ ) y los valores de absortividad molar de cada uno de los tocoferoles, se procedió al cálculo de la concentración de cada una de las disoluciones de los mismos. Se preparó una recta de calibrado con unas concentraciones de: [ $\alpha$ -tocoferol] = 0,1-2,5  $\mu\text{g mL}^{-1}$ , [ $\gamma$ - tocoferol] = 0,05-2,5  $\mu\text{g mL}^{-1}$  y [ $\delta$ -tocoferol] = 0,05-2,5  $\mu\text{g mL}^{-1}$ .

Para la determinación de colesterol, se pesaron en cada uno de los viales ámbar para HPLC para la realización de la recta de calibrado, cantidades de colesterol que oscilaran entre 0,5 y 2,5 mg/mL trabajando con balanza de precisión ( $22\text{ g} \pm 0,1\text{ }\mu\text{g}$ ). Se disolvió cada uno de estos patrones en 1 mL de fase móvil (ACN:CH<sub>3</sub>OH:CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> 75:15:10).

Para la determinación de retinol, se realizó una recta de calibrado de manera análoga a la de los tocoferoles. Se tomaron mezclaron 3 mg del patrón de retinol un tubo de PP de 15 mL y 10-15 mL de CH<sub>3</sub>OH. Una vez determinada la concentración de la disolución patrón de retinol, se realizó una recta de calibrado desde 0,01 a 0,5 µg mL<sup>-1</sup>.

#### 3.2.4. Determinación del perfil de ácidos grasos

Este análisis se llevó a cabo sobre las muestras una vez liofilizadas. El proceso de metilación y extracción de los AG matrices se realizó según el método propuesto por Lee *et al.* (2012). El análisis de los ésteres metílicos se llevó a cabo usando un cromatógrafo de gases con detector de ionización de llama equipado con una columna SP-2560 (200 m x 0,25 mm ID x 0,20 µm). La identificación se hizo mediante el uso de materiales de referencia certificados y de tiempos de retención relativa encontrados en la bibliografía (Lee et al., 2012). La cuantificación se realizó usando C23:0 como estándar interno. Los AG se expresan como porcentaje de la cantidad total de AG identificados. Se sumaron los AG saturados (AGS), los monoinsaturados AG (AGMI), poliinsaturados (AGPI), AGPI n-6 y AGPI n-3 y la relación n-6:n-3.

### 3.3. Análisis estadístico

Los datos se analizan con el paquete estadístico SAS (2016). Previamente se comprobó si los residuos de las variables se distribuían de forma normal, para lo que se usó el procedimiento UNIVARIATE, así como si las varianzas de las variables eran homogéneas, mediante el test de Levene. Resultaron ser normales y homogéneas así que se procedió a hacer un análisis de varianza con el procedimiento GLM (General Linear Model). En el modelo se incluyó el sexo como efecto principal, y el peso del jamón curado como covariable en aquellas variables para las que era significativo. La unidad experimental es el jamón. Se considera que la diferencia es estadísticamente significativa cuando  $P < 0,05$  y cuando  $0,05 < P < 0,10$  se clasifica como una tendencia a la significación.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. Oxidación lipídica.

En la Tabla 1 se muestra el efecto del sexo de los cerdos en el índice de TBARS presente en el músculo *biceps femoris* de jamón curado de las muestras testadas. La oxidación es una reacción compleja en cadena que comienza con la presencia de especies de oxígeno altamente reactivas que reaccionan con diversas biomoléculas generando otras como aldehídos, alcoholes o cetonas; que son las que producen cambios desagradables en el producto. La oxidación lipídica producida en la carne durante el almacenamiento y el procesado está condicionada por el contenido lipídico de la misma. En el presente TFG, no se analizó el contenido en grasa intramuscular pero Rodríguez-Sánchez et al. (2014) mostraron que ronda el 13% (en base a materia seca). Es ampliamente aceptado que este parámetro es uno de los que más influyen en la palatabilidad y aceptabilidad, siendo la variable dominante en cuanto a calidad sensorial (Cernadas *et al.*, 2002). En el caso del Jamón de Teruel, viene condicionado por la raza paterna de los cerdos (Duroc) y por un peso al sacrificio más elevado de lo habitual (aproximadamente 130 kg). En relación con el sexo de los cerdos, la literatura muestra cierta unanimidad en que los machos castrados suelen presentar más grasa intramuscular en su carne que las hembras (Weatherup *et al.*, 1998; Garitano *et al.*, 2013). El considerable peso de los jamones y engrasamiento de este tipo de piezas afectaría a la etapa de secado, provocando un aumento del tiempo en el secadero y por lo tanto produciendo una oxidación más prolongada (Guerrero et al., 1994).

Tabla 1. Efecto del sexo de los cerdos sobre la oxidación lipídica en el Jamón de Teruel.

	Sexo		EEM*	P-valor
	Machos castrados	Hembras		
n	10	10		
TBARS (mg MDA/kg carne)	0,50	0,54	0,054	0,65

\* Error estándar de la media.

Los resultados obtenidos muestran que el sexo no es un factor que afecte a la oxidación de la grasa del jamón ( $P > 0,05$ ). Los valores obtenidos en este trabajo son parecidos a los obtenidos en otros estudios (Vestergaard y Parolari, 1999; Andrés *et al.*, 2004; Marušić *et al.*, 2011) en la fracción magra, ya que evidentemente la fracción lipídica presenta



valores notablemente más elevados. No obstante, ninguno hace referencia al sexo del animal como una variable que sea capaz de afectar al contenido de MDA en el producto final.

El secado de los jamones es un proceso único caracterizado por sufrir una lipólisis intensa durante periodos de tiempo largos, además de numerosos factores prooxidantes, entre los que destacan la presencia de AGS y la presencia de sal (Vestergaard y Parolari, 1999). El resto de las etapas no parecen alterar los niveles de MDA de forma considerable. No obstante, este incremento en el secado basta para dar lugar a productos con índices de TBARS muy altos. La sal en esta etapa tiende a ayudar a la formación MDA debido a su ligero efecto prooxidante (Andrés *et al.*, 2004).

#### 4.2. Nitratos, nitritos y cloruros.

En la Tabla 2 podemos observar el efecto del sexo en las concentraciones de nitratos, nitritos y cloruros en el Jamón de Teruel.

Tabla 2. Efecto del sexo de los cerdos sobre el contenido en nitratos, nitritos y cloruros en Jamón de Teruel.

	Sexo		EEM*	P-valor
	Machos castrados	Hembras		
n	10	10		
Nitratos (mg/kg)	0,42	0,81	0,061	0,002
Nitritos (mg/kg)	99	120	6,900	0,064
Cloruros (mg/kg)	4,64	5,20	0,168	0,051

\* Error estándar de la media.

Se puede observar que las piezas procedentes de machos castrados tuvieron menor contenido en nitratos ( $P=0,002$ ) y tendieron a presentar menor contenido en nitritos ( $P=0,064$ ) y en cloruros ( $P=0,051$ ) que las piezas procedentes de hembras. No se han encontrado trabajos en la bibliografía que estudien la influencia del sexo de los animales en estos parámetros. De no haberse incluido el peso del jamón como covariable en el modelo estadístico, una razón podría ser el mayor peso de los jamones procedentes de los machos, debido a que los machos castrados suelen ser más pesados que las hembras en el momento del sacrificio. La difusión de sales y de aditivos siempre se diluirá más en una pieza más grande, dando menores concentraciones, que en una pieza más pequeña. En el experimento seguramente está más relacionado con el mayor engrasamiento de los machos, que complica más la difusión de estos ingredientes a

través de la masa muscular. Los valores obtenidos son muy similares a otros estudios (Rodríguez-Sánchez et al., 2014; Iacumin *et al.*, 2019). Hay que tener en cuenta que las cantidades de nitratos y nitritos presentes en los productos cárnicos curados están muy controlados por la legislación, de forma que es muy difícil que encontremos valores anómalos en productos comercializables.

#### 4.3. Tocoferoles, colesterol y retinol.

En la Tabla 3 aparecen los contenidos de tocoferoles, colesterol y retinol en el jamón según el sexo de los animales.

Tabla 3. Efecto del sexo de los cerdos sobre el contenido en tocoferoles, colesterol y retinol en Jamón de Teruel.

	Sexo		EEM*	P-valor
	Machos castrados	Hembras		
n	10	10		
$\gamma$ -tocoferol ( $\mu\text{g/kg}$ )	0,27	0,25	0,025	0,50
$\delta$ -tocoferol ( $\mu\text{g/kg}$ )	0,02	0,02	0,001	0,69
$\alpha$ -tocoferol ( $\mu\text{g/kg}$ )	3,98	4,32	0,180	0,25
Colesterol (mg/kg)	0,84	0,88	0,013	0,09
Retinol (ng/kg)	17,62	20,97	1,355	0,15

\* Error estándar de la media.

Los antioxidantes son sustancias que, incluso en bajas concentraciones, son capaces de evitar la oxidación de determinados sustratos. Hay diversos tipos, como los solubles en grasa, entre los que destaca la vitamina E. Está compuesta por diferentes moléculas de tocoferoles y tocotrienoles. Los que poseen un papel más importante en evitar la oxidación en carne son los tocoferoles, destacando el  $\alpha$ -tocoferol. Cada vez es más común incorporar estas sustancias a los piensos para aumentar su concentración en el músculo de los animales. Högberg *et al.* (2002, 2004) afirman que las hembras poseen mayores niveles de este compuesto en músculo que los machos castrados y enteros; esto se debe principalmente al mayor contenido de AGPI presentes en el músculo de las hembras. No obstante, pese a que los machos enteros poseen mayor contenido de AGPI que los castrados, no poseen un contenido de  $\alpha$ -tocoferol acorde, de forma

que sus jamones son más susceptibles de oxidarse. En el presente trabajo se han encontrado valores muy similares en ambos sexos ( $P>0,05$ ).

El colesterol es uno de los constituyentes de la fracción insaponificable de la grasa. Actualmente los consumidores muestran un gran interés por su contenido en los alimentos debido a que es responsable de numerosas enfermedades cardiovasculares. En general, los cerdos ibéricos presentan un mayor contenido graso intramuscular, pero este hecho no va asociado a un incremento del colesterol. No obstante, es posible encontrar discrepancias en los niveles de colesterol entre varios estudios, ya que el método analítico empleado podría afectar. En el jamón curado, en particular, también puede influir la lipólisis y la oxidación que sufre el producto (Petrón *et al.*, 2003). En el presente trabajo las hembras tendieron a presentar mayor contenido en colesterol que los machos castrados ( $P=0,088$ ). Tal y como describe Manzo (2004), esto podría deberse a que el colesterol es el precursor de múltiples compuestos esteroideos, incluidas las hormonas sexuales. Puede ser razonable que los machos castrados tengan menos cantidad de colesterol que las hembras, disponiendo únicamente de la cantidad necesaria para la realización de sus otras funciones. Sin embargo, el colesterol fue similar en hembras castradas y machos castrados de raza Celta (Rodríguez *et al.*, 2014).

El retinol en músculo, generalmente, resulta más difícil de identificar que en otros tejidos como puede ser el hígado, que es reservorio de dicho compuesto. En nuestro caso no se encontraron diferencias entre sexos ( $P<0,05$ ). El sexo tampoco influyó en su concentración en depósitos de grasa de cerdos pero los machos castrados presentaron mayor contenido en el hígado que las hembras castradas (Domínguez *et al.*, 2014).

#### 4.4. Perfil de ácidos grasos

En la Tabla 4 se presenta la influencia del sexo de los cerdos en la composición de la grasa intramuscular del Jamón de Teruel. Prácticamente no se encontraron diferencias entre ambos tipos de animales en ninguno de los AG estudiados ya que tan sólo se observó que el C18:3 n-6 era significativamente mayor en los machos castrados ( $P=0,04$ ) y que el C22:5 n-6 tendía a ser mayor en las hembras ( $P=0,06$ ). Ni los totales de AGS, AGMI, o AGPI, ni las ratios de AGPI:AGS o n-6:n-3 se vieron afectadas por el sexo ( $P>0,05$ ).

Tabla 4. Efecto del sexo de los cerdos sobre el perfil de ácidos grasos en Jamón de Teruel.

% de ácidos grasos totales	Sexo		EEM*	P-valor
	Machos castrados	Hembras		
n	10	10		
C10:0	0,004	0,000	0,005	0,91
C12:0	0,001	0,000	0,004	0,34
C14:0	0,146	0,025	0,049	0,32
C16:1 7c	0,008	0,002	0,011	0,16
C16:1 9c	1,392	0,073	0,130	0,52
C18:0	2,555	0,328	0,217	0,42
C18:3 n-6	0,449	0,338	0,100	0,04
C8:0	0,045	0,044	0,005	0,83
C9:0	0,022	0,021	0,003	0,76
C11:0	0,044	0,040	0,004	0,57
C12:1 9c	0,057	0,079	0,026	0,59
C13:0	0,007	0,004	0,001	0,16
C14:1	0,016	0,017	0,003	0,78
C15:0	0,043	0,045	0,003	0,76
C16:0	21,73	21,52	0,172	0,45
C16:1 11c	0,177	0,183	0,009	0,71
C18:1 1c	0,557	0,175	0,177	0,20
C17:0	0,157	0,181	0,010	0,15
C17:1 9c	0,109	0,108	0,010	0,98
C18:1 9c	30,80	29,80	1,180	0,59
C19:0	0,029	0,027	0,006	0,85
C20:0	0,094	0,099	0,044	0,61
C18:2 n-6	18,53	19,38	0,837	0,52
C18:3 n-3	0,479	0,505	0,023	0,48
C19:2 n-6	0,012	0,008	0,003	0,45
C20:1	0,537	0,472	0,032	0,21
C21:0	0,007	0,006	0,002	0,88
C20:2 n-6	0,465	0,446	0,066	0,37
C20:3 n-6	0,677	0,655	0,041	0,74
C22:0	0,024	0,020	0,003	0,51
C20:4 n-6	4,933	5,395	0,394	0,46
C20: 5 n-3 EPA	0,139	0,152	0,011	0,44
C24:0	0,020	0,020	0,004	0,98
C22:3 n-3	0,285	0,255	0,033	0,56
C22:4 n-6	0,777	0,781	0,113	0,96
C22:5 n-6	0,328	0,403	0,024	0,06
C22:5 n-3 DPA	0,399	0,420	0,035	0,71
C22:6 n-6 DHA	0,118	0,146	0,019	0,38
Σ Ácidos grasos saturados	34,89	34,99	0,238	0,78
Σ Ácidos grasos monoinsaturados	37,53	36,12	1,429	0,54
Σ Ácidos grasos poliinsaturados	27,57	28,89	1,407	0,56
AGPI:AGS	0,790	0,827	0,041	0,56
Σ n-6	26,14	27,42	1,336	0,55
Σ n-3	1,419	1,476	0,084	0,67
n-6:n-3	18,40	18,90	0,707	0,66

\* Error estándar de la media.

El perfil de AG se ve muy afectado por factores como la alimentación del animales o el peso al sacrificio, pero también parece depender del depósito lipídico que se analice (Daza *et al.*, 2017). En relación con el sexo, Domínguez *et al.* (2014) y Högberg *et al.*, (2002) encontraron un perfil similar en machos y hembras castrados. No obstante parece haber discrepancias ya que hay trabajos en los que los machos castrados tienen una grasa más saturada y menos poliinsaturada (Piedrafita *et al.*, 2001; Latorre *et al.*, 2009).

Interesa que los niveles de AGS sean bajos porque se han relacionado con enfermedades cardiovasculares y coronarias mientras que se atribuye un efecto contrario a los AGMI. De ahí que se le otorgue excelente calidad a la grasa del cerdo Ibérico criado en montanera, cuya grasa es rica en C18:1 n-9 proporcionada por la bellota. Por otro lado están los AGPI. En estos últimos encontramos los n-6, que se encuentran de forma natural en los animales, y los n-3 se encuentran principalmente en pescado, que son beneficiosos para la salud, pero se oxidan con facilidad de forma que una cantidad elevada de los mismos podría suponer un riesgo de enranciamiento para el producto. Según Högberg *et al.* (2002), es frecuente detectar que los machos enteros tengan más n-3 que las hembras y que los machos castrados tengan menos n-3, justificándolo con una menor producción de hormonas, y por lo tanto de compuestos esteroideos, a partir de los cuales se general varios n-3.

En nuestro caso, la relación n-6:n-3 no fue diferente entre sexos pero sí se aprecia menor cantidad en los machos castrados que en las hembras, corroborando así los resultados obtenidos en otros estudios. No obstante, pese a que las conclusiones obtenidas son las mismas, otros estudios como los de Alonso *et al.* (2009) y Högberg *et al.* (2002) obtienen valores muy diferentes para la relación n-6:n-3. Esto puede deberse a que tal vez la región o parte estudiada no es la misma, o simplemente que las condiciones del estudio eran diferentes.

El consumo de jamones y paletas ibéricos en España rondaba los 96 millones de kg/año; no obstante, desde que la OMS publicó en 2015 un informe sobre la carcinogenicidad de las carnes rojas, su consumo se vio resentido. Pese a esto y a ser considerado un producto procesado, su perfil nutricional es mucho más saludable que el de otros productos de esta índole (Anónimo, 2020). Se recomienda un consumo moderado en personas con hipertensión. Las personas sanas pueden incorporar este producto a su dieta varias veces al mes sin ningún problema (Martínez, 2017).

## CONCLUSIONES

- Es indudable que el proceso de secado-curación de un pernil da lugar a un producto final (jamón curado) con unas características sensoriales particulares. En el caso concreto del Jamón de Teruel, el proceso es más largo del habitual (ronda los 18 meses, como mínimo) lo que le confiere, junto a otros factores, una calidad diferenciada.
- Los jamones procedentes de machos castrados presentaron menores concentraciones de nitratos, nitritos y sal que los jamones de hembras, lo que podría deberse al mayor peso y tamaño de las piezas y/o al mayor engrasamiento de los jamones de los machos.
- No se detectaron diferencias debidas al sexo de los animales en ninguno de los parámetros evaluados en la grasa intramuscular del jamón curado, en el músculo *biceps femoris* (oxidación, perfil de ácidos grasos y contenido en tocoferoles, colesterol o retinol).

## CONCLUSIONS

- With no doubt, the process of drying-curing of a hind leg gives birth to a final product (dry-cured ham) with particular sensorial characteristics. In the case of Teruel's dry-cured ham the process is longer than usual (about 18 months at least) which, along with other facts, gives it a differentiated quality.
- Hams from castrated males presented lower concentrations of nitrates, nitrites and salt than hams from females, which could be due to the greater weight and size of the pieces and/or to the greater fatness of the castrated male hams.
- The sex did not affect the parameters (oxidation, fatty acids profile and content of tocopherol, cholesterol or retinol) of intramuscular fat of the ham of *biceps femoris* muscle.

## **VALORACION PERSONAL**

Este trabajo me ha permitido acercarme a un mundo que a mí me atrae y entusiasma mucho como es el mundo laboratorial. Por esta parte me ha gustado mucho poder hacer las cosas que hemos estudiado en la teoría, pero por desgracia en la práctica no hemos podido realizar o simplemente hemos realizado muy poco.

Otro punto que también me ha gustado mucho de este trabajo es el hecho de que en producto de mi tierra como es el jamón de Teruel se intente mejorar su calidad y comprender que factores afectan la misma. De esta forma el producto se va perfeccionando poco a poco y se dé a conocer cada vez más, así como la tierra donde es producido.

Por ultimo dar las gracias a mis tutoras por decidir sacar este trabajo adelante y darme la oportunidad de realizarlo, así como a todo el personal del CITA que me ha ayudado a realizarlo; todo ello teniendo en cuenta las extraordinarias condiciones de nuestro actual día a día.

Este trabajo se ha realizado en el marco del proyecto investigación agroalimentaria (I+D PLATEA) “La inmunización contra GnRH porcina como estrategia de bienestar animal y de mejora de la calidad del Jamón DOP Teruel” financiado por dos Proyectos; uno RETOS y otro con fondos FITE.



## BIBLIOGRAFIA

Alonso, V., Campo, M. del M., Español, S., Roncalés, P., & Beltrán, J. A. (2009). Effect of crossbreeding and gender on meat quality and fatty acid composition in pork. *Meat Science*, 81(1), pp. 209–217. doi:10.1016/j.meatsci.2008.07.021

Andrés, A. I., Cava, R., Ventanas, J., Muriel, E., & Ruiz, J. (2004). Lipid oxidative changes throughout the ripening of dry-cured Iberian hams with different salt contents and processing conditions. *Food Chemistry*, 84(3), pp. 375–381. doi:10.1016/s0308-8146(03)00243-7

Anónimo. Seguromédico. *Jamón ibérico: ¿es saludable su consumo?*. (2020). Disponible en: <https://www.seguromedico.es/jamon-iberico-es-saludable-su-consumo/> [Consultado 06/09/2020]

Armenteros, M., Aristoy, M. C., & Toldrá, F. (2012). Evolution of nitrate and nitrite during the processing of dry-cured ham with partial replacement of NaCl by other chloride salts. *Meat Science*, 91(3), pp. 378–381. doi:10.1016/j.meatsci.2012.02.017

Bertolín, J. R., Joy, M., Rufino-Moya, P. J., Lobón, S., & Blanco, M. (2018). Simultaneous determination of carotenoids, tocopherols, retinol and cholesterol in ovine lyophilised samples of milk, meat, and liver and in unprocessed/raw samples of fat. *Food Chemistry*, 257, pp. 182–188. doi:10.1016/j.foodchem.2018.02.139

Bertolín, J. R., Joy, M., & Blanco, M. (2019). Malondialdehyde determination in raw and processed meat products by UPLC-DAD and UPLC-FLD. *Food Chemistry*, 125009. doi:10.1016/j.foodchem.2019.125009

Čandek-Potokar, M., & Škrlep, M. (2011). Factors in pig production that impact the quality of dry-cured ham: a review. *Animal*, 6(2), pp. 327–338. doi:10.1017/s1751731111001625

Cernadas, E., Durán, M. L., & Antequera, T. (2002). Recognizing marbling in dry-cured Iberian ham by multiscale analysis. *Pattern Recognition Letters*, 23(11), pp. 1311–1321. doi:10.1016/s0167-8655(02)00080-6

Cilla, I., Martínez, L., Beltrán, J. A. & Roncalés, P. (2006). Factors affecting acceptability of dry-cured ham throughout extended maturation under “bodega” conditions. *Meat Science*, 69, pp. 789–795. doi: 10.1016/j.meatsci.2004.11.012.

Coutron-Gambotti, C., Gandemer, G., Rousset, S., Maestrini, O., & Casabianca, F. (1999). Reducing salt content of dry-cured ham: effect on lipid composition and sensory attributes. *Food Chemistry*, 64(1), pp. 13–19. doi:10.1016/s0308-8146(98)00111-3

Daza, A., Olivares, A., Latorre, M. A., Rey, A., Callejo, A. & López-Bote C. J. (2017). Fatty acid composition of different adipose tissues in heavy pigs. *Italian Journal of Food Science*, 29(4), pp. 657–666. doi: 10.14674/IJFS-676

Domínguez, R., Martínez, S., Carballo, J. & Franco, I. (2014). Fatty acid profile and cholesterol and retinol contents in different locations of Celta pig breed. *Grasas y Aceites*, 65(3). doi: 10.3989/gya.0115141

Estopañán, G. (2020). *Determinación de cloruros, nitratos, nitritos y sus sales en productos cárnicos y quesos curados*. Protocolos CITA.

Fandos Herrera, C. & Flavián Blanco, C. (2006). Influencia del valor de marca del jamón con DO Teruel sobre la satisfacción y la intención de compra del consumidor. *Estudios sobre Consumo*, 77, pp. 77-87. Disponible en: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/52387616/Influencia\\_del\\_valor\\_de\\_marca\\_del\\_jamD20170330-6274-16ybru5.pdf?1490900718=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DInfluencia\\_del\\_valor\\_de\\_marca\\_del\\_jamon.pdf&Expires=1597260665&Signature=YGMmlU9NAngw7wqMHQqAEZOnCdN5wQXGvAV2d7dzdOqYskfUu5pTFpN8ys0adOAJA3l9XuD8fYXZqKdTIQ8Osvv7jYmEJgMuRinE2QS-eVDXS2a2yapHzXquVOsoibI2q-E8oidddNCjno~hBgPg6bPp~B6X6n2-uCsvfT8Yg9XCPrU0XJBxWopWcFpDmv89qp2-M4WNI TmPrmBiDnyPyFVuGEH7971v1Ms7VovCJCmVXXkfOUwMsXnyPEndWUCBxfb2X0ZtjfuNezs~QyN7pnOWvDvEgNP7tE3MsaN1NaWGnRF~ZuQDd8geVDw639IQ7PMThYowMiz3mi-MK1yYdA\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/52387616/Influencia_del_valor_de_marca_del_jamD20170330-6274-16ybru5.pdf?1490900718=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DInfluencia_del_valor_de_marca_del_jamon.pdf&Expires=1597260665&Signature=YGMmlU9NAngw7wqMHQqAEZOnCdN5wQXGvAV2d7dzdOqYskfUu5pTFpN8ys0adOAJA3l9XuD8fYXZqKdTIQ8Osvv7jYmEJgMuRinE2QS-eVDXS2a2yapHzXquVOsoibI2q-E8oidddNCjno~hBgPg6bPp~B6X6n2-uCsvfT8Yg9XCPrU0XJBxWopWcFpDmv89qp2-M4WNI TmPrmBiDnyPyFVuGEH7971v1Ms7VovCJCmVXXkfOUwMsXnyPEndWUCBxfb2X0ZtjfuNezs~QyN7pnOWvDvEgNP7tE3MsaN1NaWGnRF~ZuQDd8geVDw639IQ7PMThYowMiz3mi-MK1yYdA_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA) [Consultado 13/02/2020]

Gandemer, G. (2009). Dry cured ham quality as related to lipid quality of raw material and lipid changes during processing: a review. *Grasas y aceites*, 60(3), pp. 297–307. doi: 10.3989/gya.130908

- Garitano, I., Liébana, C., de Vargas, E. F., Olivares, A., & 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)*, 109(4), pp. 429-442. doi:10.12706/ITEA.2013.026
- Guerrero, L., Gou, P., Alonso, P., & Arnau, J. (1996). Study of the Physicochemical and Sensorial Characteristics of Dry-Cured Hams in Three Pig Genetic Types. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 70(4), pp. 526–530. doi:10.1002/(sici)1097-0010(199604)70:4<526::aid-jsfa534>3.0.co;2-z
- Högberg, A. (2002). *Fatty acids, tocopherols and lipid oxidation in pig muscle. Tesis doctoral*. Universidad Suiza de ciencias agroalimentarias. Disponible en: [https://pub.epsilon.slu.se/248/1/Agraria\\_328.pdf](https://pub.epsilon.slu.se/248/1/Agraria_328.pdf) [Consultado 13/04/2020]
- Högberg, A., Pickova, J., Babol, J., Andersson, K., & Dutta, P. (2002). Muscle lipids, vitamins E and A, and lipid oxidation as affected by diet and RN genotype in female and castrated male Hampshire crossbreed pigs. *Meat Science*, 60(4), pp. 411–420. doi:10.1016/s0309-1740(01)00153-x
- Högberg, A., Pickova, J., Stern, S., Lundström, K., & Bylund, A. C. (2004). Fatty acid composition and tocopherol concentrations in muscle of entire male, castrated male and female pigs, reared in an indoor or outdoor housing system. *Meat Science*, 68(4), pp. 659–665. doi:10.1016/j.meatsci.2004.06.001
- Honikel, K. O. (2008). The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. *Meat Science*, 78(1-2), pp. 68–76. doi:10.1016/j.meatsci.2007.05.030
- Iacumin, L., Cattaneo, P., Zuccolo, C., Galanetto, S., Acquafredda, A., & Comi, G. (2019). Natural levels of nitrites and nitrates in San Daniele dry cured ham PDO, and in meat, salt and sugna used for its production. *Food Control*, 100, pp. 257–261. doi:10.1016/j.foodcont.2019.01.016
- Toldrá, F., Aristoy, M. C. & Flores, M. (2009). Relevance of nitrate and nitrite in dry-cured ham and their effects on aroma development. *Grasas y aceites*, 60(3), pp. 291–296. doi: 10.3989/gya.130708

Larrea, V., Hernando, I., Quiles, A., Lluch, M. A., & Pérez-Munuera, I. (2006). Changes in proteins during Teruel dry-cured ham processing. *Meat Science*, 74(3), pp. 586–593. doi:10.1016/j.meatsci.2006.05.009

Latorre, M. A., Ripoll, G., García-Belenguer, E. & Ariño, L. (2009). 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(2), pp. 407–416. doi: 10.5424/sjar/2009072-1648

Manzo, J. (2004). *Testosterona, química cerebral y conducta sexual masculina*. Disponible en: [http://revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/55\\_3/Testosterona.pdf](http://revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/55_3/Testosterona.pdf) [Consultado 06/09/2020]

Martínez Tebar, L. (2017). *Jamón ibérico sí, pero cuidando la alta ingesta de sodio*. Disponible en: <https://www.efesalud.com/jamon-iberico-alta-ingesta-sodio> [Consultado 06/09/2020]

Marušić, N., Petrović, M., Vidaček, S., Petrak, T., & Medić, H. (2011). Characterization of traditional Istrian dry-cured ham by means of physical and chemical analyses and volatile compounds. *Meat Science*, 88(4), pp. 786–790. doi:10.1016/j.meatsci.2011.02.033

Orden DRS/1825/2017, de 24 de octubre, por la que se aprueba la normativa específica de la denominación de origen protegida “Jamón de Teruel” / “Paleta de Teruel”. (BOA, num. 223 pp. 32778-32795, del 21 de Noviembre de 2017)

Petrón, M. J., García-Regueiro, J. A., Martín, L., Muriel, E., & Antequera, T. (2003). Identification and Quantification of Cholesterol and Cholesterol Oxidation Products in Different Types of Iberian Hams. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(19), pp. 5786–5791. doi: 10.1021/jf034100a

Piedrafita J., Christian L. L. & Lonergan S. M. (2001). Fatty acid profile in three genotypes of swine and relationships with performance, carcass and meat quality traits. *Meat Science* 57, pp. 71–77. doi: 10.1016/S0309-1740(00)00078-4.

Real Decreto 4/2014, de 10 de enero, por el que se aprueba la norma de calidad para la carne, el jamón, la paleta y la caña de lomo ibérico. (BOE, num. 10 pp. 1569-1585, del 11 de Enero de 2014)

Ruiz, J., García, C., Muriel, E., Andrés, A. I., y Ventanas, J. (2002). Influence of sensory characteristics on the acceptability of dry-cured ham. *Meat Science*, 61, 347-354. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00204-2](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00204-2)

Suárez-Belloch, J., Latorre, M. A., & 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, pp. 16–23. doi:10.1016/j.meatsci.2015.10.006

Suárez-Belloch, J., Sanz, M. A., Joy, M., & 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(4), pp. 796–801. doi:10.1016/j.meatsci.2012.12.006

Toldrá, F., Aristoy, M. C. & Flores, M. (2009). Relevance of nitrate and nitrite in dry-cured ham and their effects on aroma development. *Grasas y Aceites*, 60(3), pp. 291–296. doi: 10.3989/gya.130708

Tibau, J., Puigvert, X., Soler, J., Trilla, N., Diestre, A., Gispert, M., Fernandez, J. & Manteca, X. (1997). *Incidencia de factores genéticos y de comportamiento en la eficiencia del crecimiento, la composición y la calidad de la canal y de la carne en distintas razas porcinas*. Disponible en: <http://www.inia.es/gcontrec/Proyectos/Resultados96/sc95-048.pdf> [Consultado 09/09/2020]

Vázquez, A. (2019). *Tipos de jamón: conoce al rey de la gastronomía española*. Disponible en: <https://www.mentta.es/blog/tipos-de-jamon/> [Consultado 21/02/2020]

Vestergaard, C. S. & Parolari, G. (1999). Lipid and cholesterol oxidation products in dry-cured ham. *Meat Science* 52(4), pp. 397–401. doi: 10.1016/s0309-1740(99)000200