

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

FACULTAD DE VETERINARIA

**ELABORACIÓN DEL JAMÓN MEDIANTE UN
PROCESO ACELERADO SIMULTÁNEO DE
ESTABILIZACIÓN Y AROMATIZACIÓN
(PASEA) CON CONTROL INTEGRADO DE
ÁCAROS (CÍA)**

TOMO I

**INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS, ANTECEDENTES
BIBLIOGRÁFICOS, PLAN EXPERIMENTAL, MATERIAL Y
MÉTODOS, RESULTADOS Y DISCUSIÓN,
CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA.**

**CRISTINA MEJÍAS CARPENA
Córdoba, 2006**

TITULO: *ELABORACIÓN DEL JAMÓN MEDIANTE UN PROCESO
ACELERADO SIMULTÁNEO DE ESTABILIZACIÓN Y
AROMATIZACIÓN (PASEA) CON CONTROL INTEGRADO DE
ACAROS (CIA)*
AUTOR: *CRISTINA MEJÍAS CARPENA*

© Edita: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba. 2008
Campus de Rabanales
Ctra. Nacional IV, Km. 396
14071 Córdoba

www.uco.es/publicaciones
publicaciones@uco.es

ISBN-13: 978-84-7801-935-9
D.L.: CO-73/2009

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

FACULTAD DE VETERINARIA

Dtpo. de Bromatología y Tecnología de los Alimentos

**“Elaboración del jamón mediante un proceso
acelerado simultáneo de estabilización y aromatización
(PASEA) con control integrado de ácaros (CÍA)”**

TOMO I

**INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS, ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS,
PLAN EXPERIMENTAL, MATERIAL Y MÉTODOS, RESULTADOS Y
DISCUSIÓN, CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA.**

Vº Bº El director

**Tesis presentada por la Licenciada
Cristina Mejías Carpena para optar al
grado de Doctor en Veterinaria**

Fdo.: Francisco León Crespo

Córdoba 26 de octubre de 2006



Departamento de Bromatología y Tecnología de los Alimentos

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

FRANCISCO LEÓN CRESPO, CATEDRÁTICO DEL DEPARTAMENTO
DE BROMATOLOGÍA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS DE LA
UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

INFORMA

Que la Tesis Doctoral titulada **“Elaboración del jamón mediante un proceso acelerado simultáneo de estabilización y aromatización (PASEA) con control integrado de ácaros (CÍA)”** que presenta la Licenciada Dña. Cristina Mejías Carpena, se ha realizado en este Departamento bajo mi dirección y cumple las condiciones exigidas para optar a grado de Doctor en Veterinaria.

Córdoba a 26 de Octubre de 2006.

**Darí­a todo lo que sé,
por la mitad de lo que ignoro
(Descartes)**

A Roberto
A mi familia y amigas

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi profundo agradecimiento al Profesor Francisco León Crespo, director de esta tesis, por haberme acogido como “hija académica” y haberme enseñado todo lo que sé de Tecnología de los Alimentos. Nunca olvidaré sus reveladoras citas, ni sus enseñanzas sobre la vida.

A mis padres, por esforzarse para nunca tener que decirme que no al siguiente paso formativo que quería iniciar y ayudarme a llegar hasta aquí.

A Roberto, porque él y yo sabemos que el camino no ha sido fácil y que sin él no lo hubiese conseguido.

A Fernando, por la noche en vela que le hice pasar, es un gran amigo.

A mis amigas, por estar ahí en los momentos difíciles y por la amistad que siempre nos unirá.

A la empresa TRADESA y a la empresa SÁNCHEZ ROMERO CARVAJAL, por haberme cedido la materia prima con la que realizar mi investigación, especialmente a Manuel Pérez por rebasar el ámbito meramente profesional y forjar unos profundos lazos de amistad.

Al Departamento de Bromatología y Tecnología de los Alimentos de la Universidad de Córdoba, por haberme aceptado como personal investigador.

A la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía, por la concesión de una beca de Formación de Personal Docente e Investigador, que ha hecho posible mi dedicación a este trabajo.

A todo el grupo humano de la Planta Piloto de Tecnología de los Alimentos, por el apoyo profesional y personal que me une a cada uno de ellos. Especialmente a MariCarmen Torres, Pilar Ruiz, Hortensia Galán, Rosa García, Paco Céspedes, Elena Galán, Paco Prados y Antonio Pino. Obviamente también ha sido imprescindible para llegar aquí, Loli Cano, muchas veces mi paño de lágrimas.

1 ÍNDICE

1	ÍNDICE	1
2	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....	7
3	ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS.....	11
3.1	CONCEPTO DE JAMÓN DE BODEGA	14
3.2	PROCESO DE ELABORACIÓN DEL JAMÓN DE BODEGA.....	17
3.2.1	SELECCION DE LA MATERIA PRIMA.....	18
3.2.2	SALAZÓN	26
3.2.3	POST-SALADO	40
3.2.4	DESECACIÓN.....	45
3.2.5	BODEGA	51
3.3	MODIFICACIONES INDESEABLES EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL JAMÓN	58
3.3.1	“cala”	58
3.3.2	“ácaros”	64
3.3.3	“remelo”	68
4	PLANTEAMIENTO EXPERIMENTAL.....	71
5	MATERIAL Y MÉTODOS	77
5.1	Procedencia de los jamones	79

5.2	Salazón	80
5.3	Condiciones de frío	81
5.4	Inoculación fúngica	82
5.5	Condiciones de la fase de calentamiento o "estufaje"	84
5.6	Evaluación de las mermas.....	85
5.7	Evaluación de la presencia de ácaros	86
5.8	Análisis sensorial	87
5.9	Análisis Químico	88
5.10	Análisis estadístico.....	89
6	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	91
6.1	ENSAYO 1.....	94
6.1.1	RESULTADOS	94
6.1.2	DISCUSIÓN	96
6.2	ENSAYO BÁSICO	100
6.2.1	RESULTADOS	100
6.2.2	DISCUSIÓN	101
6.3	ENSAYO 2.....	103

6.3.1	RESULTADOS	103
6.3.2	DISCUSIÓN	105
6.4	ENSAYO 3.....	107
6.4.1	RESULTADOS	107
6.4.2	DISCUSIÓN	109
6.5	ENSAYO 4.....	111
6.5.1	RESULTADOS	111
6.5.2	DISCUSIÓN	113
6.6	ENSAYO 5.....	115
6.6.1	RESULTADOS	115
6.6.2	DISCUSIÓN	117
6.7	ENSAYO 6.....	119
6.7.1	RESULTADOS	119
6.7.2	DISCUSIÓN	121
6.8	ENSAYO 7.....	123
6.8.1	RESULTADOS	123
6.8.2	DISCUSIÓN	127
6.9	DISCUSIÓN GENERAL.....	129

7	CONCLUSIONES.....	135
8	BIBLIOGRAFÍA.....	141

2 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La industria del jamón es uno de los sectores de producción de mayor tradición e importancia en el territorio nacional. Este sector se caracteriza por presentar una gran atomización, de modo que las industrias de pequeño y mediano tamaño constituyen el grueso de su contingente. Las limitaciones económicas y el recelo de los empresarios a introducir cambios en su modo de elaboración artesanal, dificultan, en gran medida, la implantación de nuevos avances técnicos con una base científica, es decir una nueva tecnología.

El jamón de bodega se considera uno de los productos más sobresalientes del sector. Las características sensoriales de estos jamones son excepcionales. Durante su estancia en bodega, se produce un crecimiento fúngico que ejerce una acción beneficiosa sobre los constituyentes del jamón, generando un aroma más intenso, muy apreciado por el consumidor.

Los principales problemas que sufren las empresas de elaboración de jamón de bodega derivan fundamentalmente de dos afecciones, la cala y la infestación por ácaros.

El porcentaje de jamones alterados por la cala o putrefacción profunda se ha reducido significativamente. Para ello fueron clave los estudios realizados por el grupo de trabajo de la Planta Piloto de los Alimentos de la Universidad de Córdoba. En estas investigaciones se establecieron los tiempos de post-salado mínimos necesarios para impedir el desarrollo de los clostridios, agentes causales de esta alteración.

En cuanto a la problemática de la infestación por ácaros, se han empleado numerosos métodos de profilaxis y erradicación sin conseguir resultados definitivos. Se considera que una higiene exhaustiva constituye el primer paso y, por ahora, el único válido para controlar la proliferación de estos arácnidos. Además de la implementación de estas medidas preventivas, también se han aplicado medidas de erradicación,

como la utilización de productos químicos, y se han ensayado métodos de lucha biológica, así como modernas tecnologías. Ningún método de los empleados hasta el momento ha permitido solventar definitivamente este grave problema.

Dentro de este contexto se plantea la posibilidad de modificar sustancialmente el procedimiento de elaboración del jamón con el fin de alcanzar como principal objetivo evitar el desarrollo de ácaros durante la elaboración adoptando un planteamiento ecológico de control medioambiental. En el desarrollo de este procedimiento se plantea la posibilidad de reducir el tiempo de procesado del jamón de bodega y de garantizar la obtención de productos de calidad constante, utilizando cultivos seleccionados de mohos.

3 ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS

El proceso de salazón y curado surgió en la antigüedad como una técnica de conservación de la carne que garantizaba su abastecimiento durante todo el año. A medida que el suministro de dicha carne se hizo más continuo y asequible económicamente desapareció esta necesidad, aunque no así las apetencias gastronómicas por los productos curados, que continuaron elaborándose en pro de sus apreciadas características sensoriales.

Las primeras referencias escritas de la elaboración del jamón datan de finales de siglo II a. C. durante la época del Imperio Romano. Desde entonces hasta nuestros días no se han producido grandes cambios en el modo de elaborar este producto (DOCE, 1998). El único avance tecnológico destacable aconteció durante el siglo XIX, con la invención de sistemas de producción continua de frío. Los equipos frigoríficos industriales revolucionaron la Tecnología de los Alimentos (Ordóñez, 1998). La aplicación de estos sistemas de refrigeración brinda la posibilidad de fabricar jamones en cualquier época del año y en cualquier ubicación geográfica. Sin embargo, en la mayoría de las industrias aún permanece el tradicional empleo de bodegas naturales en la maduración de sus productos, resistiéndose a un control tecnológico más riguroso y acorde con las tendencias actuales, en base a criterios de tradición ligados a un concepto de calidad natural.

3.1 CONCEPTO DE JAMÓN DE BODEGA

A lo largo de los siglos se han acuñado numerosas denominaciones sobre los tipos de jamón existentes (blanco, ibérico, pata negra, reserva, bodega, de bellota, etc.). Esta situación ha desembocado en una gran confusión de los consumidores y en cierta picaresca por parte de algunos empresarios. Tanto desde el sector como desde las sociedades de consumidores, se ha reclamado insistentemente la necesidad de estandarizar estos productos.

El 1992 se publicó un reglamento comunitario por el que se permitía el registro de productos alimenticios con características específicas derivadas de su composición o de su modo de elaboración tradicional (DOCE, 1992). En 1999, avalándose en esta norma y con apoyo de la administración central, la Fundación del Jamón Serrano consiguió el reconocimiento como Especialidad Tradicional Garantizada (ETG) bajo la denominación "Jamón Serrano". El uso de esta terminología quedó supeditado, entre otros condicionantes, al cumplimiento de un periodo total mínimo de 210 días, distribuidos en las siguiente etapas: 40 días de post-salado, 110 días en secado-maduración y 60 días en envejecimiento en bodega.

Más recientemente se publicó la norma de calidad para el jamón ibérico, la paleta ibérica y la caña de lomo ibérica (BOE, 2001). Esta disposición fija el tiempo mínimo de elaboración del jamón ibérico en un total de 425 días y establece un clasificación según el tipo de alimentación del cerdo en "ibérico de bellota o terminado en montanera", "ibérico de recebo o terminado en recebo" e "ibérico de cebo", quedando estas denominaciones prohibidas para los productos de la misma naturaleza derivados del porcino que no cumplan con esta normativa. Queda igualmente prohibido el empleo de los términos "ibérico", "ibérico puro", "montanera", "recebo", "bellota", "retinto" y "pata negra" en los productos que no se ajusten a dicha norma.

Esta norma de calidad, junto con el reglamento que reconoce el apelativo "Jamón Serrano" como ETG, antes mencionado, ha contribuido notablemente a clarificar los parámetros tecnológicos y las características particulares de los productos que regulan. Sin embargo, aún existen otros términos y condiciones sin especificar. Este es el caso de la expresión "jamón de bodega", con frecuencia sinónimo de "jamón de reserva".

De forma consuetudinaria se ha convenido que el término "de bodega" hace referencia a aquellos jamones que han adquirido unos aromas característicos durante su permanencia en bodega. No existe ninguna disposición que recoja exactamente dichas condiciones ni los tiempos de permanencia en sus diferentes fases de elaboración. Tan sólo se encuentran datos al respecto al indagar en textos de algunos autores, que establecen temperaturas imperantes en bodega de entre 12-20°C, con una humedad relativa del 75-80% (Ordóñez, 1998). En cuanto al tiempo mínimo de procesado, tradicionalmente se encuentra estipulado que el proceso de elaboración de un jamón de bodega ha de prolongarse en total unos 12 ó 14 meses.

Para completar este amplio panorama de conceptos ligados a la producción del jamón es requisito imprescindible mencionar las distintas denominaciones de origen protegidas (DOP) existentes en nuestro país. En 1985 se creó oficialmente la primera denominación de jamón de origen nacional, denominada "Jamón de Teruel". Esta denominación establece un periodo mínimo de elaboración de 12 meses (BOE, 1993). Un año después se publicó la primera denominación para jamón ibérico, ubicada en territorio salmantino y denominada "Guijuelo" (BOE, 1986). Le siguieron, cronológicamente, también para ibérico, las denominaciones de "Dehesa de Extremadura", "Jamón de Huelva" y "Valle de los Pedroches". Mientras que "Dehesa de Extremadura" y "Valle de los Pedroches" fijaron mínimos de procesado de 20 y 18 meses respectivamente (BOE, 1990; BOE, 1998), las otras dos denominaciones

de ibérico no establecieron tiempo global alguno. Estas entidades optaron por desglosar el periodo de elaboración en dos tiempos parciales. Un primer periodo que comprende desde la salazón hasta el secado, ambos inclusive, y un segundo periodo constituido por la fase de bodega. Ambas denominaciones exigen un mínimo de permanencia de 6 meses en el primer periodo. El tiempo de permanencia en la fase de bodega lo establecen en función del peso del jamón. Para "Guijuelo" se encuentra entre 9 y 16 meses, mientras que para "Jamón de Huelva" el tiempo mínimo queda fijado en 7 y 16 meses. Así, parecen deducirse tiempos globales mínimos de 15 meses para "Guijuelo" y de 13 meses para "Jamón de Huelva" (BOE, 1986; BOE, 1995).

En el sector del jamón blanco se encuentra autorizada la Indicación Geográfica Protegida (IGP) "Jamón de Trevélez" que establece el periodo mínimo de elaboración en función del peso de los perniles. Dicho periodo se encuentra comprendido entre 14 meses para los jamones de menor peso y 20 meses para los de mayor peso (BOE, 2004). Además esta denominación específica cuenta con una segunda marca demonizada "Jamón de la Alpujarra", en sus dos variedades Reserva y Gran Reserva, de 14 y 16 meses de curación cada una de ellas (<http://www.interjamon.com/>).

3.2 PROCESO DE ELABORACIÓN DEL JAMÓN DE BODEGA

La fabricación del jamón de bodega se viene realizando de forma artesanal, reproduciendo básicamente las condiciones reinantes en comarcas serranas de nuestro país. En estos parajes el frío del invierno conserva los jamones recién salados y posteriormente las suaves condiciones de la primavera secan el producto hasta que finalmente el ascenso de la temperatura en los meses de verano provoque el sudado de los mismos (Marcos, 1991). Estas etapas son las que se mantienen en las industrias, imitando de forma tradicional el proceso natural.

No obstante, recientemente se está haciendo un gran esfuerzo de comprensión de las razones profundas que hacen que el jamón consiga sus peculiares características por parte de numerosos investigadores, tratando de racionalizar este proceso, para conseguir mejores resultados en la elaboración del jamón, salvando en gran medida los escollos planteados por las alteraciones que aparecen en el proceso de elaboración.

La elaboración del jamón tradicionalmente quedaría definida en primer lugar por las condiciones para la selección de la materia prima utilizable en las industrias. El proceso de elaboración a su vez cabe separarlo en cuatro etapas: la salazón, el post-salado, la desecación y la bodega. La consecución de un jamón de calidad aceptable viene determinada por evitar causas de alteración como la "cala", el "ácaro" y el "remelo".

Se sigue una revisión de todos los aspectos mencionados.

3.2.1 SELECCION DE LA MATERIA PRIMA

La selección de la materia prima objeto de transformación constituye una etapa clave en la obtención de un producto final de características óptimas. No obstante, la aplicación de una tecnología incorrecta puede malograr la materia prima más excelente y, viceversa, una tecnología puntera difícilmente puede evitar las consecuencias que derivan de emplear materias primas de mala calidad. Con todo esto, sólo se pretende hacer hincapié en la necesidad de efectuar una combinación adecuada de los factores "materia prima" y "tecnología de elaboración", sin atribuir facultades exclusivas o extraordinarios a ninguno de los dos aspectos (León Crespo, 1985).

Es de acuerdo común que los parámetros más importantes a tener en cuenta en la adquisición de un lote de perniles, con miras a su transformación en jamones, son fundamentalmente tres, la temperatura de almacenamiento, el pH del músculo y el peso fresco de las piezas. Si bien, existe un cuarto factor de gran importancia en la selección de jamones de cerdo blanco, el espesor de grasa subcutánea (Ordóñez, 1998).

El matadero suministrador de los perniles de cerdo contará con la autorización correspondiente, comprometiéndose a mantener la cadena de frío intacta en todo momento (Fehlhaber y Janetschke, 1995). El Real Decreto 147 de 1993, por el que se establecen las condiciones sanitarias de producción y comercialización de carnes frescas, obliga a respetar una temperatura máxima de almacenamiento de 7°C para carnes frescas y de -12°C para carnes congeladas. Ordóñez (1998) limita algo más este factor y aconseja no sobrepasar 5°C de temperatura para perniles frescos, ni -14°C, para producto congelado. Más restrictivo aún, el reglamento de la ETG para el jamón "serrano" establece que la temperatura interior del pernil en el momento de la recepción no debe superar 3°C (DOCE, 1998). Las denominaciones de jamón blanco contemplan rangos similares a estos. Para la DOP Jamón de Teruel el

intervalo adecuado oscila entre 0 y 2°C (BOE, 1993), mientras que el rango apropiado para la IGP "Jamón de Trevélez" se localiza entre 0-4,5°C (BOE, 2004).

El pH de la carne de cerdo blanco presenta un valor normal de 5,4-5,8 (Roncalés, 2001). Los perniles se consideran defectuosos cuando el valor de pH se encuentra por encima o por debajo de este intervalo de referencia.

Cuando el pH de la carne se encuentra por debajo de 5,4 la carne se denomina PSE. Tras la muerte del animal y cuando aún la canal se halla a temperaturas altas, se produce una glucólisis post-mortem acelerada que provoca un descenso extraordinario y rápido del pH. Esta combinación temperatura-pH provoca la desnaturalización de las proteínas sarcoplasmáticas, que se depositan sobre las proteínas miofibrilares y condicionan una alteración en las propiedades funcionales de las mismas. La capacidad de retención de agua se ve mermada, originándose la salida del agua del interior del músculo. Las carnes PSE se muestran pálidas (decoloradas), blandas (inconsistentes) y exudativas, adjetivos que en inglés conforman este acrónimo. Numerosos autores establecen una relación directa entre este defecto y cerdos de razas blancas, seleccionadas para la obtención de menores espesores de grasa subcutánea y mayores índices de transformación (Pearson, 1994).

De modo similar, este mismo autor (Pearson, 1994) aplica la denominación de carnes DFD a las que presentan un pH superior a 6. En el momento del sacrificio, la concentración de glucógeno es muy baja y al producirse su degradación se obtiene poco ácido láctico y no se logra un descenso adecuado del pH. Las carnes se muestran oscuras, duras y secas; constituyendo las siglas de la versión anglosajona de estos calificativos, la denominación de este defecto. En este caso, esta anomalía está asociada a un manejo incorrecto de los animales,

generador de situaciones de estrés, que, a su vez, derivan en un agotamiento del glucógeno muscular.

Las desviaciones de pH de la carne es un tema ampliamente considerado en numerosos manuales, en los cuales siempre se desaconseja el uso de carnes PSE y DFD para la fabricación de productos cárnicos. Se argumentan diversos motivos a este respecto.

En el caso de valores de pH por encima de 6, la seguridad sanitaria y la calidad organoléptica del producto se ven comprometidas debido a la mayor susceptibilidad que esta carne presenta a la alteración microbiana (Lawrie, 1998). Desde el punto de vista tecnológico, las carnes DFD poseen mayor capacidad de retención de agua y, por ello, mayor dificultad, tanto para la penetración de la sal hacia el interior del jamón como para la desecación. En estas condiciones, según Cava y Andrés (2001), la proteínas presentan una conformación más resistentes a la acción de las enzimas proteolíticas lo que repercute negativamente en el aroma, el sabor y la textura finales del jamón .

A pesar de esta enumeración de riesgos, ni la ETG ni la norma de calidad de jamón ibérico establecen ningún tipo de limitación al respecto. En cambio, la DOP Jamón de Teruel hace alusión a la implantación de medidas preventivas, que salvaguarden el glucógeno muscular, fundamentalmente a través del descanso de los animales en instalaciones apropiadas antes del sacrificio, durante al menos 12 horas, y con disponibilidad de agua "ad libitum" (BOE, 1993). En cambio, la denominación específica "Jamón de Trevélez" opta por establecer valores numéricos determinados de pH, concretamente fija un rango de 5,5-6,4 (BOE, 2004).

En cuanto a las carnes PSE, Ordóñez (1998) parece sugerir el posible beneficio del uso de las mismas en la elaboración de jamón, alegando la menor capacidad de retención de agua como factor acelerador de la desecación. Pearson (1994) expone que la penetración de la sal en estas

carnes se encuentra favorecida por la adopción de una conformación cerrada de las proteínas, como consecuencia de la proximidad del pH del medio a su punto isoeléctrico (pI), que origina el aumento de los espacios intermoleculares y una fácil difusión de las moléculas de sal hacia el interior.

Numerosos autores se oponen a cualquier posible uso de las carnes PSE en la elaboración de productos cárnicos. Andrés y Ruiz (2001) hacen referencia, al comentar este punto, a la veloz solubilización de la sal que se origina tras la pérdida de gran cantidad de líquido de la carne, que a continuación deriva en una penetración salina muy rápida y la obtención final de jamones excesivamente salados.

Arnau (1987) encuentra efectos perjudiciales en relación a la textura de los jamones PSE, logrando establecer una relación entre la aparición de defectos de pastosidad y jamones marcadamente PSE. Este mismo autor, coincidiendo con Bañón (1997), detecta defectos de desecación y una mayor degradación de las proteínas. La menor capacidad de retención de agua de esta carne alterada facilita de tal modo la salida de dicha agua, que ocasiona un claro riesgo de acortezamiento. Este fenómeno se presenta cuando la velocidad de evaporación del agua en la zona superficial del producto es más elevada que la de difusión del agua desde el interior a la superficie, provocando la desnaturalización de las proteínas superficiales y la formación de una capa endurecida y oscura que dificulta considerablemente e incluso llega a impedir la desecación del interior del jamón.

En relación a la mayor degradación proteica, Arnau (1987) considera que el motivo de este fenómeno se encuentra en los daños que el pH bajo ocasiona en las membranas celulares. Estos deterioros, favorecerían la liberación y contacto de las proteasas con las proteínas musculares y, por consiguiente, un aumento de la proteolisis.

Por último, mencionar la interesante observación que realiza Bañón (1997) acerca del efecto enmascarador de la congelación sobre los efectos PSE, no detectando diferencias entre jamones normales y jamones PSE cuando ambos eran congelados. Esto parece indicar que los controles de pH destinados a detectar carnes PSE son realmente útiles en caso de emplear pernils frescos para la elaboración de jamones, y no tanto cuando se emplean pernils congelados.

El tiempo de permanencia de los jamones en sal durante la fase de salazón se determina en base a su peso en fresco. Los jamones más pesados requieren más tiempo de salazón y viceversa. Sin embargo, no existe una relación lineal entre estos dos factores (León Crespo, 1987), asunto que se tratará extensamente con posterioridad.

Según Ordóñez (1998), el peso de los pernils empleados en la elaboración de jamones oscila entre 8 y 13 Kg. La norma del jamón "serrano" reduce este margen, prohibiendo expresamente la utilización de jamones de peso en sangre inferior a 9,5 Kg. (DOCE, 1998). Las exigencias de las dos denominaciones nacionales de jamón blanco son superiores con objeto de evitar que el producto sufra una desecación excesiva, ya que los tiempos de elaboración son mayores en comparación con los de la norma. Así, la Denominación de Origen Protegida "Jamón de Teruel" prohíbe el empleo de jamones de peso inferior a 11,5 Kg. (BOE, 1993). Las restricciones de la IGP "Jamón de Trevélez" son aún mayores. Esta denominación realiza una clasificación de sus pernils en tres grupos en función del peso fresco. La primera clase comprende pernils de entre 11,3-12,3 Kg., la segunda clase incluye piezas de entre 12,3-13,5 Kg. Por último, la tercera clase recoge aquellos pernils de peso superior a 13,5 Kg. (BOE, 2004).

En la elección de los pernils de cerdo blanco, se considera fundamental un cuarto factor, derivado del hecho de que estos animales se han seleccionado durante mucho tiempo en busca de mejores índices de transformación y menor espesor de la grasa subcutánea. Este

motivo, junto con las nuevas preferencias de los consumidores hacia productos bajos en grasa, ha intensificado los esfuerzos selectivos sobre estos animales, con casi la desaparición de la grasa subcutánea en algunos ejemplares.

Se ha estimado pertinente establecer límites a este respecto. Los autores más permisivos sitúan dicho límite en 5 mm. de espesor (Ordóñez, 1998), mientras que la ETG de jamón "serrano" obliga a rechazar perniles con un espesor de grasa inferior a 8 mm. o aquellos en los que no queden cubiertos de grasa al practicar el corte en V (DOCE, 1998). En cambio, la denominación específica "Jamón de Trevélez" considera necesario exigir a sus afiliados el empleo de perniles que contengan mayor cantidad de grasa subcutánea (BOE, 2004). El motivo se debe claramente al efecto protector que presenta dicha grasa ante la intensa desecación de procesos prolongados de elaboración. Su reglamento recoge una clasificación de la cantidad de tejido graso subcutáneo en función del peso de los perniles. De este modo, los jamones de menos de 12,3 Kg., los situados entre 12,3 y 13,5 Kg. y aquellos que superen 13,5 Kg., deben presentar un mínimo de grasa de 1,0, 1,5 y 2,0 cm. respectivamente.

La DOP Jamón de Teruel no contempla específicamente ningún límite en la grasa de los perniles. Esta denominación ha optado por establecer un rango de 4 a 7 cm. de espesor de tocino a la altura de la cuarta costilla. Aquellos perniles que no procedan de canales que cumplan este requisito no podrán emplearse en la elaboración de jamones con esta denominación (BOE, 1993).

3.2.1.1 Aspectos específicos del jamón ibérico

Aún cuando el proceso de elaboración del jamón es sustancialmente idéntico, sea cual sea el origen racial de los perniles, la materia prima ibérica es de calidad superior a la procedente de cerdos blancos. Esta raza de animales presenta menor susceptibilidad al estrés, salvando así el riesgo de aparición de carnes DFD, y mayor infiltración grasa en sus músculos, aspecto decisivo en las valoraciones sensoriales de los productos que derivan de ellos. Estos condicionantes intrínsecos, junto con un sistema de explotación en régimen extensivo, que favorece la actividad física de los animales y el aprovechamiento de bellotas en la dehesas, hace de estas carnes una materia prima privilegiada (Espínosa, 1998; Forero, 1999).

En cuanto a temperatura se refiere, prácticamente todas las DOP pertenecientes al sector del cerdo ibérico disponen mayores requerimientos que los que contempla la norma sanitaria. La denominación de origen "Guijuelo" prohíbe la admisión de perniles que superen los 3°C (BOE, 1986), mientras que "Dehesa de Extremadura" y "Los Pedroches" establecen un rango de 1-4°C (BOE, 1990; BOE, 1998). Tan sólo la DOP "Jamón de Huelva" remite a la normativa vigente sin detallar ninguna cifra concreta (BOE, 1995).

El uso de la congelación, tan extendido en el sector de la elaboración de jamones, no está permitido por algunas DOP. Las denominaciones de "Dehesa de Extremadura", "Jamón de Huelva" y "Los Pedroches" prohíben expresamente cualquier medio de conservación de los perniles frescos, exceptuando la refrigeración (BOE, 1990; BOE, 1995; BOE, 1998).

El rango de pH de la carne de la raza ibérica es algo superior al rango de pH de la carne de cerdos blancos, entre 5,6-5,9 (Martín, 1996). Este hecho no tiene mayor trascendencia que la correspondiente

consideración a la hora de realizar los controles de calidad durante la recepción los perniles.

Al igual que la DOP Jamón de Teruel, las denominaciones de origen de jamón ibérico recogen en sus reglamentos la obligación de facilitar el descanso de los animales antes del sacrificio, con el fin de eliminar la fatiga del transporte y asegurar un nivel mínimo de reservas de glucógeno muscular. Todas las DOP de ibérico establecen 12 horas como el periodo mínimo de descanso (BOE, 1986; BOE, 1995; BOE, 1998), excepto la DOP "Dehesa de Extremadura" que exige al menos 24 horas (BOE, 1990).

La norma de calidad del jamón ibérico no proporciona datos concretos acerca del peso mínimo de los perniles ibéricos para la elaboración de jamón, mientras que todas las denominaciones de ibérico especifican claramente dicho peso. La DOP que permite perniles de menor peso es "Dehesa de Extremadura" con piezas de 6 Kg. (BOE, 1990), si bien, las DOP "Guijuelo" y "Jamón de Huelva" no son mucho más restrictivas, situando su mínimo un Kg. por encima del límite de la DOP anterior (BOE, 1986; BOE, 1995). En cambio, la DOP "Los Pedroches" se aleja bastante de estos pesos, prohibiendo el uso de perniles inferiores a 9 Kg. (BOE, 1998).

Existen notables diferencias entre los pesos mínimos permitidos por las denominaciones de jamón blanco en comparación con los pesos permitidos por las denominaciones de jamón ibérico, si bien, no se encuentran tantas diferencias entre estos últimos y los jamones elaborados según la norma de calidad de la ETG. Ya mencionamos en el apartado anterior que los jamones blancos con denominación requieren más tiempo de procesado que aquellos que cumplen la ETG y, que, por tanto, deben presentar pesos superiores a los 9,5 Kg. exigidos por norma ETG para evitar una desecación excesiva. Ahora bien, las denominaciones de ibérico autorizan pesos de perniles inferiores al mencionado, aunque sus tiempos de elaboración son más prolongados

aún que los de las denominaciones de jamón blanco. Este hecho se debe a la mayor dificultad de desecación que presentan los jamones ibéricos como consecuencia de la enorme infiltración grasa característica de sus fibras musculares y de la mayor concentración en ácidos grasos insaturados (Forero,1999).

En cuanto a la cantidad de grasa subcutánea, ni en la norma de calidad ni en los reglamentos de las denominaciones se recogen mínimo alguno. Quizás esto sea debido a la falta de necesidad reguladora al respecto, puesto que la raza ibérica presenta un desarrollado panículo adiposo, sin contar con el consolidado papel determinante de la grasa en el aroma y el sabor de este producto (León Crespo, 1985). En la actualidad, a estos dos motivos se añade la relación que los consumidores empiezan a establecer entre el jamón ibérico y el concepto de grasa saludable, todo ello gracias a la reciente dedicación de los investigadores al estudio de las propiedades nutricionales del jamón y al esfuerzo divulgativo de sus aportaciones (Toldrá, 2003).

3.2.2 SALAZÓN

Antes de comenzar con la elaboración de los jamones propiamente dicha, que se inicia con la salazón, se procede al sangrado y perfilado de los mismos, considerándose unas actividades previas de preparación de la materia prima.

Mediante el sangrado se pretende eliminar la sangre residual de los vasos sanguíneos de la extremidad, evitando el desarrollo microbiano y la aparición de defectos al corte, con frecuencia evidenciado a modo de manchas negras. Este preparativo se realiza preferentemente después del despiece o, bien, en el momento de la recepción (Ordóñez, 1998).

La operación consiste en ejercer presión mecánica o manual en la cara medial de la pieza, desde la parte inferior a la superior, siguiendo la trayectoria de las arterias femoral y safena (Bermúdez y Córdoba, 2001). Ninguna normativa básica, ni las DOP, recogen la operación descrita, si bien, es una práctica efectuada de modo rutinario en todas las industrias de elaboración de jamón.

El perfilado consiste en retirar parte del magro, de la grasa y de la piel del pernil para lograr piezas más homogéneas (Bermúdez y Córdoba, 2001). La ETG del jamón "serrano" permite dos tipos de corte de la piel. Uno de ellos en redondo, donde la corteza permanece cubriendo toda la superficie externa del pernil. El segundo, denominado corte en V o "serrano", consistente en la retirado de parte de la piel, manteniendo una porción de la misma en forma de cuña (BOE, 1998).

A este respecto, las denominaciones de calidad se separan claramente en dos grupos. Aquel formado por las denominaciones de cerdo blanco en las que sólo se permite el corte redondeado (BOE, 1993; BOE, 2004), y aquel otro, constituido por las denominaciones de origen de jamón ibérico, en las que el corte "serrano" es el único corte autorizado (BOE, 1986; BOE, 1990; BOE, 1995; BOE, 1998).

Mediante esta primera fase de elaboración de jamón, el pernil fresco se mantiene en contacto directo con cantidades variables de sal. A pesar de ser la etapa más corta de todas las que constituyen el proceso, su papel resulta tremendamente importante. En los escasos días que dura esta fase, se produce la incorporación de todo el cloruro sódico necesario para la consecución de una serie de fenómenos durante las fases posteriores, claves para la obtención del jamón (León Crespo, 1997).

La técnica utilizada más frecuentemente en la salazón de jamones corresponde a la salazón directa con sal seca, si bien en la bibliografía se recoge la salazón en salmuera saturada como método alternativo (León Crespo y col. 1997).

En ambas técnicas, se puede realizar una pre-salazón como fase previa. Esta práctica consiste en frotar con sal la cara del jamón donde los músculos se encuentran al descubierto. Todos los autores coinciden en señalar la necesidad de realizar esta fase en condiciones de refrigeración (Marcos, 1991; Andrés y Ruiz, 2001).

El método de salazón con sal seca consiste en disponer los jamones en capas superpuestas una encima de otra, de tal modo que la superficie magra de las piezas siempre quede boca-arriba y las filas adyacentes se encuentren separadas por capas de sal seca (Ordóñez, 1998).

Se considera más adecuado el uso de sal gruesa puesto que la sal fina presenta tendencia al apelmazamiento (Marcos, 1991), lo que dificulta su solubilización. El paso al interior del jamón exige la ionización previa de la sal sólida, penetrando realmente los iones sodio y cloruro (León Crespo y col., 1997). Por este motivo se aconseja un control estricto de la humedad relativa de las cámaras frigoríficas, eludiendo porcentajes inferiores al 75 % (Arnau y col., 2001; Arnau, 2003). Para otros autores las reticencias sobre el empleo de sal fina radican en la excesiva velocidad de solubilización de la misma al contar con una mayor superficie de contacto con el agua. Esta rápida solubilización origina un veloz aumento de la presión osmótica y la consiguiente salida cuantiosa de jugos musculares (Andrés y Ruiz, 2001).

Estos mismos autores, al abordar la determinación del número adecuado de filas, recomiendan realizar pilas de salazón que cuenten con cinco filas de jamones aproximadamente. En cualquier caso, existe

consenso generalizado acerca del número máximo de filas, recomendándose no sobrepasar una altura superior a ocho filas como medida preventiva ante el riesgo de un exudado excesivo de agua (Ordóñez, 1998; Martín, 2001; Andrés y Ruiz, 2001).

El volteo resultaba una actuación bastante frecuente en las plantas productoras. De modo que hacia la mitad del proceso de salazón (Nicolau, 1985), o en algunos casos incluso cada dos o tres días (Marcos, 1991; Andrés y Ruiz, 2001), los operarios desmontaban la pila recientemente construida, para proceder a levantar una nueva pila en la que los jamones superiores ahora se situaban en la parte inferior y viceversa. Los motivos que justificaban este laborioso y fatigante trasiego de jamones tienen también su fundamento en la mayor exudación que los jamones situados en capas inferiores experimentan a causa de la presión ejercida por las filas posicionadas por encima de ellos.

El método de salado con sal seca se viene realizando actualmente en contenedores móviles de acero inoxidable, que facilitan el manejo, además de proporcionar mayor calidad higiénico-sanitaria a los productos así elaborados, en comparación con la tradicional disposición de pilas en el suelo de las cámaras frigoríficas (Martín, 2001).

El empleo de salmueras en la salazón de perniles se basa en la inmersión de los jamones en recipientes que contengan una solución de agua y sal. León Crespo y col. (1997) realizaron estudios en los que no se encontraron diferencias significativas entre los dos métodos de salazón. No obstante, aconsejan el empleo de la salazón en salmuera ya que aporta resultados más homogéneos. Barat y col (2003) confirman la inexistencia de diferencias significativas en cuanto a parámetros fisicoquímicos y sensoriales, apuntando que el salado con sal sólida es más favorable a la deshidratación, mientras que el salado con salmuera favorece más la entrada de sal. En todo caso, la salazón en salmuera es

más simple, consiguiendo una mayor homogeneidad en las condiciones durante todo el proceso (León Crespo, 1997).

Una vez salados, los jamones se lavan con agua fría con objeto de eliminar la sal superficial. De no ser así, dicha sal podría ser absorbida por el jamón, confiriéndole un sabor excesivamente salado, o bien, endurecerse formando costras salinas que impedirían la salida de agua del interior del jamón durante la fase posterior de secado (Marcos, 1991).

En cuanto al tiempo de permanencia en esta fase, tradicionalmente se ha venido calculando a razón de 1 día/Kg. de peso fresco del pernil. La DOP de Trevélez y todas las denominaciones de origen de jamón ibérico recogen en sus reglamentos esta misma relación tiempo/peso, siempre en calidad de dato orientativo o indicativo (BOE, 2004; BOE, 1986; BOE, 1990; BOE, 1995; BOE, 1998). La DOP de Jamón de Teruel se limita a establecer un máximo de 14 días de salazón, mientras que la norma del ibérico ni siquiera emite opinión alguna (BOE, 1993). En cambio, la ETG del jamón "serrano" contempla un rango muy amplio, entre 0,65-2 días/Kg., estableciendo como límite una salinidad máxima del 15% de cloruro sódico, expresado en materia seca y desengrasada (DOCE,1998).

Andrés y Ruiz (2001) consideran obsoleto el margen superior propuesto por la ETG, argumentando que la disponibilidad de potentes equipos frigoríficos ha posibilitado una reducción del contenido salino, derivada de la tendencia actual del consumidor hacia productos bajos en sal. Para este autor se ajustan más a la realidad unos tiempos de salazón de entre 1 día/Kg. o 1 día/Kg. más un día adicional, siendo relativamente frecuente encontrar jamones con 0,8 días de salazón/Kg.

Los factores determinantes a la hora de decidir el tiempo de exposición a la sal son numerosos. Algunos autores consideran que una presalazón energética, por efecto de la fricción, puede favorecer la penetración de la

sal al provocar cierta apertura de las estructuras musculares (Martín, 2001), si bien este factor no parece ser el más influyente. Por otro lado, este mismo autor, contempla la diferente conformación de los perniles entre la lista de factores y manifiesta literalmente: “en los perniles planos penetra antes la sal que en los conformados más redondos”. Sin explicar específicamente los motivos, pudiera hacer referencia a la mayor superficie de absorción que, para un mismo peso, los jamones planos presentan en comparación con los jamones redondos, o bien, al menor recorrido existente entre la superficie y el centro del pernil en jamones planos. En cualquier caso, no existen estudios específicos al respecto.

Ya se comentaron extensamente los aspectos relacionados con el pH a la hora de seleccionar la materia prima. Como se vio, este parámetro físico-químico afecta directamente a la capacidad de retención de agua, con las repercusiones que ello acarrea para el proceso de salazón y secado. Parece lógico pensar en la posibilidad de que, sin sobrepasar dicho rango de pH, las variaciones consideradas normales pueden suponer velocidades distintas de penetración salina y, por tanto, tiempos de permanencia en sal diferentes (Arnau y col., 2001; Martín, 2001).

En el caso del empleo de jamones congelados, todos los autores reconocen que este procedimiento de conservación favorece la penetración del cloruro sódico debido al efecto destructivo que ejerce sobre las estructuras tisulares. Los tiempos de salazón recomendados oscilan entre 0,65 y 0,75 días/Kg., o bien, 1 día/Kg. menos dos días, distinguiendo incluso entre procesos de congelación rápidos o lentos para los que los tiempos de salazón serán mayores o menores respectivamente (Andrés y Ruiz, 2001). Así mismo, Arnau y col. (2001) aconseja el empleo de cubiertas plásticas que protejan el producto congelado de la quemadura de la congelación, alteración que según este

autor provoca dificultades similares para la difusión que el fenómeno del acortezamiento, que se comentará posteriormente.

El último factor a tratar corresponde al contenido graso, de influencia decisiva en el tiempo de salazón al comprobarse que la distribución de la sal resulta del orden de 10 a 20 veces menor en la grasa que en el magro del jamón (Flores, 1989). Mientras que la capa de grasa subcutánea constituye una barrera insalvable al paso de la sal (León Crespo, 1997; Ordóñez, 1998), no se ha podido constatar un efecto importante del contenido de grasa intramuscular para el amplio rango de estudio (3 y 12%) empleado por Gou y col. (2002a). Sin embargo, estos mismos autores, en estudios coetáneos, afirman haber encontrado evidencias de la influencia del tejido adiposo intermuscular, hecho que para Andrés y Ruiz (2001) justifica la necesidad de mayores tiempos de procesado para el jamón ibérico caracterizado por su alto contenido en este tejido graso. Estos mismos autores afinan aún más y conjeturan acerca de la mayor penetración salina de los jamones de animales ibéricos cebados con piensos, tan sólo observada empíricamente, que podría deberse al mayor contenido graso que presentan los animales alimentados en montanera o, incluso, al diferente contenido en ácidos grasos.

La penetración salina en el jamón durante la salazón se produce simultáneamente con una salida de agua desde el interior, condicionando una pérdida de peso, conocida como "merma". Marcos (1991) establece una merma genérica de entre un 3 y un 5% para salazón en pilas de sal y entre un 4 y un 6% para salazón en contenedores. Nicolau (1985) y Arnau y col. (2003), en este caso para jamón blanco, amplían este segundo rango en un 1% tanto por su margen superior como inferior, presentando una media de un 5%, coincidente con la media aportada por Giuliani (2005). Gou y Comaposada (2003) realizaron estudios muy interesantes en los que comprobaron la existencia de correlaciones importantes entre las

mermas de salado o post-salado y las mermas de las fases posteriores, proponiendo realizar un sistema de clasificación de jamones que incluyera las mermas parciales. Así, en una primera aproximación establecieron una clasificación en dos grupos de jamones siguiendo como criterio la merma de salado, el grupo de jamones con merma baja presentaban valores de entre 5,2 y 7,0% y el grupo de jamones con merma alta, de entre 7,0 y 9,2 %.

Carrasco y col. (2000) establecieron unas mermas en saladeros de jamón ibérico de entre el 2,6 y el 4,5%. En el año 2003 estos mismos autores, investigando sobre la influencia de la sal en las mermas del jamón, comprobaron que los perniles elaborados con menos cantidad de sal presentaban mermas más bajas que los adicionados con más sal, 2,9 y 3,6% respectivamente.

A la vista de este panorama, parece notarse cierta disparidad de opiniones en cuanto al tiempo exacto de salazón o a las mermas derivadas de este proceso. Esto se debe, sin lugar a dudas, a la complejidad físico-química de los mecanismos que operan durante la salazón y que permiten la entrada de la sal. La salazón básicamente es un proceso de transferencia de materia.

Saravacos (1994) ha señalado que en la transferencia de materia de los alimentos operan numerosos y variados mecanismos que incluyen la difusión molecular, los procesos de ósmosis a través de las membranas celulares, la capilaridad interfibrilar, los flujos hidrodinámicos y la difusión superficial, sin olvidar que en este proceso tienen lugar retracciones tisulares que pueden condicionar cambios sensibles en las estructuras (Raoult-Wack y col., 1991).

A pesar de esta complejidad, en un esfuerzo por intentar comprender las leyes que regulan la transferencia de sal hacia el interior del jamón, se ha adoptado la teoría de la difusividad como el mecanismo que,

mejor y de un modo más completo, explica este proceso (Andújar y Tarrazo, 1981; Palmia y Bolla, 1992; Gou y Composada, 1997).

La difusión es un fenómeno espontáneo de transferencia de masa provocado por el movimiento aleatorio de las moléculas según un gradiente de concentración. En el caso del salado de jamones, la difusión se origina al producirse la migración inversa del agua y de la sal a través de los líquidos intercelulares (Andrés y Ruiz, 2001). La transferencia sólo tiene lugar a través de la superficie magra del jamón, ya que la grasa y la piel suponen un obstáculo difícilmente franqueable por la sal (León Crespo, 1997; Ordóñez, 1998).

Se requiere realizar una serie de simplificaciones para poder admitir la difusividad como el único fenómeno responsable de las migraciones que se producen en el jamón y así poder aplicar las ecuaciones que rigen este fenómeno.

Por un lado, al considerar al jamón como un sistema de agua sin sal que se pone en contacto con una salmuera de concentración conocida o bien con sal seca, no se tiene en consideración el efecto del resto de constituyentes del jamón. Los iones cloruro y sodio difunden a través del líquido intersticial de la capa muscular, que se encuentra distribuido a modo de una compleja red de canales microscópicos en el seno de una matriz de materia seca. Dicha matriz afecta indudablemente al movimiento de la sal, pudiendo actuar directamente sobre ella, sirva como ejemplo una factible unión a la estructura proteica, o bien de forma indirecta, al conformar un recorrido irregular o, incluso, al modificar el volumen por el cual se mueve la sal (Gou y Composada, 2000), como consecuencia de retracciones por pérdida acuosa del jamón o de fenómenos osmóticos que impliquen intercambios a través de las membranas celulares.

Por otro lado, la segunda simplificación consiste en ignorar el proceso inverso de salida de agua que sucede al mismo tiempo. La fase líquida del jamón no permanece inmóvil a medida que la sal se va disolviéndose en ella. Las moléculas de agua sufre una migración hacia el exterior del producto, simultánea a la entrada de los iones procedentes de las moléculas de cloruro sódico, que origina cierta resistencia de la sal al moviendo de difusión (Andrés y Ruiz, 2001), como consecuencia de choques moleculares y de flujos contrapuestos. Este agua que fluye hacia el exterior transporta pequeñas cantidades de solutos propios del alimento, en principio de poca importancia, pero responsables del crecimiento de microorganismos halófilos en las salmueras, quizás relacionados con la aparición de determinados aromas en los jamones pero cuya importancia aún no se ha determinado (León Crespo, 1997).

Los preceptos que regulan tanto el movimiento de la sal hacia el interior del jamón como el movimiento de agua hacia el exterior son similares desde el punto de vista físico y se plasman matemáticamente en la 2ª Ley de Fick.

Esta ley establece que, en un medio de dos componentes, la velocidad de transferencia por difusión de uno de los componentes en el otro, por unidad de superficie y por unidad de tiempo, es proporcional a la diferencia de concentración a ambos lados de la superficie, siendo la constante de proporcionalidad el denominado coeficiente de difusión (León Crespo, 1997).

La ecuación que desarrolla la ley se muestra a continuación (Gou y Comaposada, 1997; León Crespo, 1997):

$$A = D \times \frac{dC}{dx}$$

donde:

A: Flujo del componente trasferido, bien sea agua o sal (Kg./seg. ·m²)

D: Coeficiente de difusión (m²/seg.)

dC: Diferencia de concentraciones a ambos lados de la superficie de intercambio (Kg./m³)

dx: distancia recorrida por el componente trasferido (m)

El coeficiente de difusión de la sal depende en gran medida de la naturaleza del medio donde se encuentra. Así, se estima que el valor de este coeficiente, para la difusión de la sal en el agua pura a 25°C, en 15 ó 16x10⁻⁹ m²/seg. (Weast y Astle, 1981; Saravacos, 1994), mientras que los valores, para carne fresca después de 11 días de salado, se encuentran entre 0.12 y 0.63x10⁻⁹ m²/seg. (Gou y Comaposada, 2000) y entre 0.69 y 0.77x10⁻¹¹ m²/seg. para grasa subcutánea dorsal (Wood, 1966), en condiciones de refrigeración para ambos tejidos.

León Crespo y col. (1997) estudiaron este fenómeno y constataron modificaciones en el coeficiente de difusión a lo largo del tiempo durante el procesado de los pernils, de tal modo que comprobaron que dicho coeficiente presentaba valores iniciales bajos en los primeros días de la salazón, produciéndose un incremento considerable del coeficiente al final de la salazón. La explicación de esta sorprendente observación parece radicar, según los autores, en el efecto inductor de cambios de conformación sobre las proteínas por parte de la sal (Hamm, 1960). Según este autor, el aumento de la concentración salina en la fase acuosa de la carne produce un aumento de su CRA hasta que se alcanza una concentración salina de alrededor del 8%. Cuando la concentración se eleva sobre estos valores, se produce una reducción en el valor de la CRA. Es decir, concentraciones bajas de sal condicionan un aumento en la hidratación de las proteínas, pero cuando la concentración supera valores críticos, el efecto inverso es predominante, llegando a provocar la desnaturalización proteica.

La captación de sal al inicio del proceso de salazón, consiguiendo valores del contenido salino hasta aproximarse al 8% de sal en la fase acuosa, con el aumento concomitante de la CRA de la carne del jamón provocaría una aproximación de las estructuras musculares y la oclusión de los espacios extracelulares, reduciendo la posibilidad de transferencia de sal al interior del jamón. Poco a poco, la penetración salina, aunque dificultada en esos primeros momentos, prosigue y llevaría a alcanzar los valores críticos capaces de provocar la desnaturalización parcial de las estructuras proteicas y su retracción, por efecto de la reducción de la CRA. A partir de este momento, las estructuras musculares se abren formándose canalículos y poros que dan lugar a un incremento de la transferencia efectiva de materia, por efecto de fuerzas de capilaridad. En consecuencia, la mayor parte de la sal la toma el jamón en los últimos días de salazón, por lo cual el momento de extracción de los jamones de la sal debería ser ajustado cuidadosamente. Una pequeña variación, ya no del orden de días sino de horas, podría suponer la obtención de jamones con exceso de sal o, bien, que no tomasen la cantidad suficiente de sal, con las implicaciones comerciales, sanitarias y tecnológicas que ello pueda acarrear (León Crespo y col., 1997).

La sal en el jamón ejerce una serie de funciones. El efecto conservante es una función de primer orden, pero no la única, y el resto de las funciones no carecen de importancia.

El crecimiento microbiano se encuentra inhibido a las concentraciones salinas presente en el jamón como consecuencia del descenso en la actividad de agua (a_w) que provoca este soluto, es decir, de la disminución de la cantidad de agua disponible (Asensio y Díaz, 2001). Las moléculas de agua se orientan alrededor de los iones de cloruro sódico e interaccionan con ellos, impidiendo que ese agua pueda ser empleada por los microorganismos (Ordóñez, 1998). Así, la gran mayoría de las bacterias no se desarrollan en alimentos con una a_w de 0,90 como es el caso del jamón (Ordóñez y col, 2005).

Pero quizás el fenómeno más importante que tiene lugar en la masa de la carne para su transformación en jamón es la desnaturalización proteica; constituye la piedra angular de la transformación de la carne fresca en jamón. Esta desnaturalización se produce también por efecto de la sal. La sal impone su particular efecto sobre las proteínas mediante complejos mecanismos físico-químicos, dependientes de la intensidad y el tipo de interacción, de la concentración salina y de la propia naturaleza de las proteínas (León Crespo, 1980). Ya se ha comentado que, en términos generales, la adición de sal en pequeñas cantidades aumenta la capacidad de retención de agua de la carne y a mayores concentraciones, la reduce (Hamm, 1960). Este efecto parece ser debido a la competencia de los iones con las proteínas para hidratarse; en concentraciones bajas, los iones se diluyen en las capas de hidratación de las proteínas, aumentándolas, mientras que a concentraciones salinas altas, los iones compiten con las proteínas por el agua disponible y llegan a comprimir las capas de hidratación, provocando un repliegue de estas proteínas sobre sí mismas y su desnaturalización (Shut, 1976).

Algunos autores atribuyen un papel fundamental al ión Cl^- , al tener en cuenta que las proteínas, cuando se encuentran a un pH por encima de su punto isoeléctrico, se cargan negativamente y que los iones Cl^- neutralizan las pocas cargas positivas con que las proteínas cuentan en esas condiciones, lo que confiere a la molécula proteica una carga neta más negativa aún, ocasionando la apertura de la estructura proteica y permitiendo la interacción con un mayor número de moléculas de agua (Ordóñez, 1998). La concentración desnaturalizante crítica de sal para la carne corresponde a una fuerza iónica de 0,8-1,0 M (Hamm, 1960), lo que supone alrededor del 5-6% de sal. En el caso de la carne con agua añadida esta concentración se eleva al 8% (Wierbicki y col., 1957).

Los fenómenos de hidratación/desnaturalización de las proteínas del jamón son muy importantes en relación con las pérdidas de peso y la textura final de este producto, que exige la desnaturalización parcial típica de sus proteínas para adquirir su peculiar aspecto, distinto del de la carne cruda salada. Sin embargo, si esta desnaturalización es excesiva condiciona que el jamón resulte seco y fibroso (Penedo, 1989).

El efecto desnaturalizante de la sal afecta también sensiblemente a la actividad enzimática de las proteínas responsables de las modificaciones degradativas experimentadas por el jamón en la maduración y causantes parciales de su aroma y sabor específicos. Se ha comprobado que las distintas proteasas musculares tienen diferencias en sensibilidad a la sal (Sarraga y col., 1989). Concentraciones elevadas de sal inhiben la actividad proteolítica en gran medida (Andrés y Ruiz, 2001), mientras que las concentraciones bajas de sal pueden incluso favorecer la actividad proteolítica y dificultar la desecación, ocasionando defectos de textura (Toldrá y Flores, 1998). En consecuencia, la concentración salina puede afectar a los fenómenos hidrolíticos tanto sobre las proteínas como sobre los lípidos.

La sal influye en las modificaciones que se producen en las grasas durante la maduración, condicionando fundamentalmente la lipólisis y la autooxidación. La influencia sobre los fenómenos lipolíticos se debe obviamente a la modificación de las condiciones del medio donde actúan las enzimas responsables, afectando de distinto modo a cada tipo de enzima. Mientras que la lipasa neutra y las esterasas ácidas y neutras quedan inhibidas por este soluto, la lipasa ácida se activa en presencia del mismo (Toldrá y Flores, 1998). El efecto prooxidante de la sal es conocido desde muy antiguo, habiéndose sugerido que se debe fundamentalmente al desplazamiento que provocan los iones cloruro en el átomo de hierro del grupo hemo de las proteínas relacionadas con el metabolismo aeróbico (Kanner y col., 1991), explicando que el efecto

prooxidante se manifiesta más intensamente en el caso de los músculos rojos que en los blancos (Salih y col., 1989).

Estos fenómenos de transformación oxidativa de las grasas son muy importantes, ya que los productos derivados de los procesos de enranciamiento químico tienen una gran incidencia en la apreciación sensorial; los productos de degradación de tipo aldehído, derivados de la oxidación, son los principales componentes aromáticos del jamón (Ockerman, 1964; Lillard y Ayres, 1969; Berdagur y García, 1990).

Por último mencionar el efecto saborizante "per se" de la sal tan característico de este producto (Arnau y col. 2001; Martín, 2001), determinando diferencias entre distintas marcas comerciales de jamón (León Crespo y col., 1983) e incluso entre distintas regiones anatómicas de un mismo jamón (León Crespo y col., 1984). Sin embargo, dichas diferencias de apreciación, se pueden deber tanto a la distinta concentración salina como al hecho de la distinta intensidad de los procesos madurativos, ya que la sensación de sabor salado es altamente interdependiente de otras sensaciones (León Crespo y Galán Soldevilla, 1991). Se ha comprobado además que diversos dipéptidos originados durante la proteólisis, tienen considerables implicaciones en la apreciación sensorial del sabor salado (Taruna y col., 1989).

3.2.3 POST-SALADO

El término post-salado hace clara referencia a la posición que ocupa esta etapa en el orden cronológico del proceso de elaboración del jamón. La bibliografía recoge números sinónimos de este vocablo, acertados en mayor o menor medida según el caso. El término acuñado por los investigadores de modo unánime es precisamente el de post-salado, el mismo que emplean las dos DOP de jamón blanco (BOE, 1993; BOE, 2004). En cambio, las DOP de jamón ibérico recogen en sus reglamentos la palabra "asentamiento", en lugar del término post-

salado, para nombrar esta segunda fase de elaboración (BOE, 1986; BOE, 1990; BOE, 1998). Extrañamente la DOP "Jamón de Huelva" se separa de sus homónimas y utiliza la expresión "equilibramiento salino", a pesar de que se requiera mucho más tiempo desde la finalización de esta fase para conseguir alcanzar una concentración homogénea de sal en todas las zonas del jamón (BOE, 1995). Otros términos menos empleados son el de "reposo", similar al de "asentamiento" (Ordóñez, 1998), ambos derivados de una percepción demasiado estática de una fase con una actividad fisicoquímica importante, o el de "estabilización", que hace referencia a la finalidad conservadora que se persigue con esta etapa (Ventanas y col., 2001).

Antiguamente los animales se sacrificaban durante los meses de diciembre y enero con objeto de aprovechar las condiciones de frío naturales necesarias durante las fases de salado y post-salado para llevar a buen término el proceso de elaboración. En la actualidad absolutamente todas las industrias del sector emplean cámaras frigoríficas en estas dos fases para evitar las nefastas repercusiones de las fluctuaciones de temperatura del medio natural, existiendo pleno consenso normativo en cuanto al rango de temperaturas, entre 3 y 6-7°C (BOE, 1990; BOE, 1993; BOE, 1995; BOE, 1998; DOCE, 1998; BOE, 2004). No obstante a pesar de la permisividad por parte de las autoridades sanitarias y organismos gerentes, la mayoría de los industriales mantienen la temperatura de las cámaras entre 2-3°C siguiendo las directrices de los investigadores que aconsejan no superar los 5°C (Marcos, 1991; Martín, 2001; Ventanas y Cava, 2001; Arnau, 2001).

No existe acuerdo alguno para el rango de humedad relativa de las cámaras ni tampoco para los tiempos de permanencia en ellas. Un ejemplo de esta disparidad se demuestra en la evidente diferencia que existe entre los parámetros presentados por Ordóñez (1998) y por Martín (2001), fijados en 30-45 días a 85-95% de humedad para el

primero y 40-60 días a 75-85% para el segundo, o los datos ofrecidos por Carrascosa (1988) que realiza la elaboración acelerada de jamones de 8 Kg. de peso y con una escasa permanencia en post-salado de 25 días. La ETG, como viene siendo habitual, establece rangos amplios y abiertos, que van desde 40 días de reposo hasta un máximo de tiempo no especificado y desde 70 a 90% de HR (DOCE, 1998). Las DOP se posicionan al respecto de manera diferente, no existiendo prácticamente concordancia entre ellas. Mientras que la DOP de Teruel establece condiciones de 80-90% de humedad relativa durante 45-90 días (BOE, 1993), la DOP "Jamón de Trevélez" lo hace a 75-85% durante un periodo de 30 días (BOE, 2004).

La fase de post-salado tiene como finalidad principal la inhibición del crecimiento microbiano indeseable mediante el frío, mientras que se logra la penetración y distribución de la sal hacia el interior de la pieza. No hay que olvidar que desde el inicio del proceso de elaboración se están produciendo reacciones bioquímicas de hidrólisis que contribuirán al desarrollo de aromas y sabores característicos (DOCE, 2004).

Alcanzar la situación de invulnerabilidad microbiológica constituye el objetivo más importante. La penetración de la sal hacia el interior del jamón desde la zona superficial magra y la salida de agua hacia el exterior provoca un aumento de la concentración de este soluto y una desecación simultánea, lográndose la estabilidad microbiológica del producto a temperatura ambiente (Ventanas y col., 2001). Esta pérdida de agua llega a representar una merma acumulada del 10-12% (Marcos, 1991; Martín, 2001), o incluso hasta un 15% (Arnau y col., 2001), un 17% (Ventanas y Cava, 2001) o un 20% (Giuliani, 2005).

En realidad, la duración mínima efectiva del post-salado debe establecerse en base a la inhibición de la alteración profunda, manteniendo los jamones a baja temperatura hasta que la difusión salina permita alcanzar una concentración interna suficiente. Este aspecto se comentará más adelante.

En general, las condiciones de refrigeración suponen un descenso de la velocidad del crecimiento microbiológico y de las reacciones químicas y bioquímicas (Ordóñez, 1998). No obstante, siempre hay excepciones, como es el caso de microorganismos psicrófilos que soportan temperaturas de refrigeración, reacciones como las de autooxidación que se ven muy poco afectadas por la temperatura o lipasas activas incluso a -29°C (León Crespo, 1980).

En las etapas de salado y post-salado se producen reacciones de proteólisis y lipólisis inducidas tanto por enzimas propias del músculo como por las sintetizadas por los microorganismos.

En cuanto a la acción de las propias enzimas del músculo, prosigue la actividad proteolítica ya iniciada en la carne fresca durante el proceso de transformación del músculo en carne (Ventanas y Timón, 2001). En el ablandamiento de la carne intervienen dos tipos de enzimas endógenas, calpaínas y catepsinas.

Las calpaínas o proteinasas neutras activadas por el calcio (CAF) producen una primera degradación de las proteínas, facilitando la acción posterior de enzimas fragmentadoras de restos proteicos de gran tamaño. Estas calpaínas presentan menor actividad en el jamón que en la carne fresca seguramente debido a la acción inhibidora de la sal. No se ha detectado su presencia más allá de la fase de post-salado (Antequera y Martín, 2001).

En cambio, las catepsinas parecen estar menos inhibidas por la sal, fundamentalmente las de tipo B y L (Rico y col., 1991), y presentan temperaturas óptimas de funcionamiento de 30 y 37°C respectivamente (Sárraga y col., 1993). Toldrá y Etherington (1988) observaron actividad proteolítica incluso después de 8 meses.

Las enzimas responsables de la degradación de triglicéridos y fosfolípidos a ácidos grasos se denominan lipasas y, a su vez, permiten la transformación de dichos ácidos grasos en compuestos volátiles,

como resultado de oxidaciones químicas y/o enzimáticas (Antequera y Martín, 2001). Los fenómenos lipolíticos son escasos en las fases de salado y post-salado, siendo realmente característicos de las dos últimas fases de elaboración de jamón.

Los pobladores por excelencia de la superficie del pernil salado son las micrococáceas, que evolucionan desde una ausencia total en la carne fresca a concentraciones de 10^8 ufc/g en el jamón al finalizar el post-salado. Esta capacidad explosiva de crecimiento se debe a su característica tolerancia a las condiciones de salinidad y de frío reinantes en la fase de post-salado (Rodríguez y col., 1994).

Las levaduras presentan un crecimiento más discreto que las micrococáceas, ya que, aunque en general requieren temperaturas de 25 °C, las especies aisladas en el jamón pueden desarrollarse a temperaturas de refrigeración y en ambientes con actividad de agua intermedia. Se encuentran presentes en los perniles frescos en concentraciones de 10^4 ufc/g. el aumento de temperatura al final del post-salado y durante el secadero, favorece la multiplicación de estas, obteniéndose durante estas etapas los recuentos más elevados, entre 10^6 - 10^7 ufc/g (Núñez, 1995).

3.2.3.1 Aspectos específicos del jamón ibérico

De nuevo reaparecen discrepancias significativas entre autores. Algunos cifran el tiempo de post-salado en 75-90 días (Ventanas y col., 2001), mientras que para otros el dato oscila entre 35-45 días con un máximo de 60 días (Anónimo, 1998). En ambos casos la humedad relativa de las cámaras la fijan alrededor del 80%.

Las DOP "Guijuelo" y "Jamón de Huelva" establecen un periodo de permanencia en salazón, post-salado y secado conjunto de 6 meses como mínimo, aunque la segunda añade un margen específico de post-salado de 30-60 días (BOE, 1986; BOE, 1995). Este mismo rango se aplica en la elaboración de los jamones de la DOP de "Los Pedroches"

(BOE, 1998), mientras que el rango de post-salado de los jamones extremeños se encuentra reducido a 35-45 días (BOE, 1990).

A grandes rasgos, el rango de humedad relativa que permiten las DOP oscila entre 70-90%, exceptuando la DOP "Guijuelo" que no establece nada al respecto.

A pesar de que algunos autores opinan que las mermas acumuladas de los jamones ibéricos al finalizar esta fase de procesado rondan la exigua cifra de 7-8% (Ventanas y Cava, 2001), otros han obtenido resultados considerablemente superiores, de entre 9,3-14,2% (Carrasco y col., 2000). Estudios de Andrés y col. (2003), acerca del efecto de la sal sobre las mermas del jamón ibérico, revelan datos a su vez superiores a los anteriores, ya que encuentran mermas del 19,0% para jamones salados con un 6% de sal, siendo similar el dato para aquellos salados con un 3% de sal (18,2%).

3.2.4 DESECACIÓN

La terminología se presta de nuevo a confusión, hasta el punto de que la DOP "Jamón de Trevélez" aúna la fase de secado con la fase de bodega posterior y la trata como una sola, denominándolas fase de secado-maduración y quedando el proceso de elaboración reducido conceptualmente a tres etapas (BOE, 2004). Esta concepción tiene su razón de ser si se tiene en cuenta que los mecanismos fisicoquímicos y bioquímicos que operan en ambas etapas son semejantes y que ambas se suelen realizar en condiciones naturales.

Según la mayoría de los autores estudiados, la tercera fase de elaboración recibe el nombre de fase de secado (Pineda y Carrascosa, 1993; BOE, 1993; Ordóñez, 1998; García y col., 2002), aunque la ETG lo hace acompañar de la palabra maduración, quizás con objeto de

reflejar la intensa actividad proteolítica y lipolítica que tiene lugar durante su transcurso (DOCE, 1998).

Los jamones se someten a aumentos escalonados de la temperatura en tres o cuatro ciclos. Existen multitud de combinaciones tiempo-temperatura, de tal modo que en todas ellas se realiza un ascenso gradual desde una temperatura aproximada de 6°C hasta unos 34°C, al mismo tiempo que la humedad relativa se disminuye progresivamente hasta alcanzar valores de entre 60 y 80% (DOCE, 1998).

Una de los posibles esquemas de secado podría ser el siguiente: una primera etapa de 45 días a 10-15°C, una segunda etapa de 35 días a 15-20°C, tercera etapa de 35 días a 20-25°C y una última etapa de estufaje, 30 días a 25-35°C (Nicolau, 1985; Carrascosa y col., 1989; Ordóñez, 1998; Jurado y col., 2002).

Las únicas referencias regladas sobre el tiempo mínimo de permanencia de los jamones en esta fase se encuentran en la ETG del Jamón "serrano" y en las DOP. Para la Fundación del Jamón Serrano el valor queda establecido en 110 días (DOCE, 1998), mientras que la DOP "Jamón de Teruel" establece un mínimo obligatorio de 6 a 8 meses (BOE, 1993). Como es lógico, la IGP "Trevélez" no especifica ningún tiempo parcial para esta fase al combinarla con la de maduración en bodega (BOE, 2004).

En esta fase de desecación, mediante la exposición progresiva de los perniles a temperaturas más elevadas y humedades relativas más bajas que las de anteriores etapas, se intenta conseguir, entre otros, dos objetivos tecnológicos, la estabilización del color y un grado de secado homogéneo. No obstante, la finalidad principal que se consigue con la elevación de la temperatura es favorecer las reacciones generadoras de los compuestos responsables del sabor y del aroma. Por otra parte, al ser más elevada la temperatura, la grasa funde e impregna las fibras musculares. Incluso en las últimas semanas de secado, la temperatura

alcanza entre 30-35°C, en lo que se conoce como estufaje. Este calentamiento provoca la pérdida por goteo de parte de la grasa, hecho denominado por los industriales del jamón como "sudado" (Ventanas, Ruiz y Córdoba, 2001).

El mecanismo de secado resulta extremadamente complejo, en el que se combinan los fenómenos físicos de difusión salina con la salida de agua del jamón al aire exterior.

Ya se abordó anteriormente el movimiento de difusión de la sal hacia el interior del jamón y los factores claves en este proceso de transferencia de materia. En este apartado se analizarán los fenómenos de evaporación del agua superficial y el movimiento del agua interna hacia la superficie del jamón.

La transferencia externa depende de las condiciones del flujo de aire (velocidad, humedad y temperatura) y de la geometría del producto. De acuerdo con Gou y Comaposada (2002) se puede expresar como:

$$\Phi = K_y \cdot (Y' - Y)$$

donde:

Φ = Flujo de agua por unidad de tiempo y por unidad de superficie (Kg. de agua / seg.·m²)

K_y = Coeficiente de transferencia externa (Kg. aire seco / m²·seg.)

Y = Contenido de agua del aire (Kg. de agua / Kg. de aire seco)

Y' = Contenido de agua del aire que estaría en equilibrio con el contenido de agua de la superficie del producto (Kg. de agua / Kg. de aire seco)

El valor del coeficiente de transferencia externa depende de las propiedades de superficie del producto y aumenta con la velocidad y la turbulencia del aire de secado (Daudin y col., 1996).

La transferencia del agua interna hacia la superficie externa del jamón se rige por los mismos principios que la transferencia de sal hacia el interior del jamón durante la salazón. Ya se han comentado los factores decisivos para la salazón, que lógicamente resultan perfectamente aplicables a la transferencia del agua. Destaca el hecho de que, en la fase de secado, la temperatura se convierte en uno de los factores aceleradores de los procesos de difusión más importantes (Gou y Comaposada, 2002), al presentar un efecto más marcado a partir de los 15°C (Andrés y Ruiz, 2001).

Por último, mencionar la existencia de una práctica anterior al post-salado que favorece la desecación y permite la obtención de lotes más homogéneos. Esta práctica recibe el nombre de "alimonado" y consiste en presionar el jamón hasta conferirle una forma más plana, reduciendo de este modo el componente dx de la ecuación de Fick (Gou, 1998). Desde el punto de vista comercial, la configuración plana se encuentra asociada a una conformación característica de jamones procedentes de cerdos ibéricos puros, más estilizados que los de cerdos ibéricos cruzados y por supuesto más que los jamones de cerdos de razas blancas.

Para un buen secado ambas transferencias deben ser del mismo orden. Si la transferencia externa resulta muy superior a la interna se pueden producir problemas de encostramiento, dificultando el secado posterior del interior de la pieza. Si la transferencia externa es muy baja, la desecación resulta muy lenta y el proceso de secado excesivamente largo (Ventanas y Cava, 2001).

Ambos fenómenos se controlan a través de pérdidas de peso que gráficamente se representan por medio de las curvas de secado.

De un modo teórico, las curvas de secado presentan tres zonas bien diferenciadas. Una primera zona donde la velocidad de desecación aumenta rápidamente, si bien, su repercusión en cuanto a cantidad de agua extraída y tiempo de duración es insignificante. La segunda zona representa la salida de agua a velocidad constante y revela que la evaporación del agua al aire ocurre a la misma velocidad que la difusión del agua interna a la superficie del producto. Por último, la zona tercera representa un secado a velocidad decreciente motivada por la resistencia que oponen las estructuras celulares (Gou y Comaposada, 1997; Ordóñez, 1998). En el caso del jamón, las dos primeras fases son prácticamente inapreciables (Gou y Comaposada, 1997).

Según Marcos (1991) la merma acumulada óptima tras la fase de secado se encuentra en un 27%. En cambio Giuliani (2005) fija dicha merma en un 33%. Arnau y col. (2003) ofrecen como merma idónea la comprendida entre un 25 y un 30%.

Como se comentó, la elevación de la temperatura que se produce en esta etapa favorece las reacciones formadoras de compuestos responsables del sabor y del aroma.

Los péptidos de alto peso molecular generados durante las fases de salado y post-salado sufren una degradación a péptidos de menor peso molecular y de ahí a aminoácidos libres, responsables en mayor medida de las sensaciones sápidas de los productos. Las enzimas responsables en este caso se denominan endopeptidasas y presentan una temperatura óptima de funcionamiento de entre 37 y 45°C (Ventanas y Timón, 2001).

Los fenómenos lipolíticos son más intensos durante la fase de secado, aunque en los jamones ibéricos, se produce una segunda generación de sustancias aromáticas al finalizar la fase de bodega. Las

reacciones de hidrólisis y las de oxidación se originan simultáneamente, de tal modo, que tanto los ácidos grasos que permanecen constituyendo triglicéridos y fosfolípidos como los ácidos grasos libres, pueden ser degradados por oxidación. Esta reacción química de oxidación requiere la presencia de oxígeno y genera, en un primer momento, peróxidos que terminan desapareciendo y transformándose en compuestos volátiles aromáticos (Martín, 1996).

Además de los compuestos formados por la degradación de lípidos y proteínas, se producen condensaciones de tipo Maillard por unión de aminoácidos y carbonilos que a continuación se degradan a aldehídos de Strecker, que no son más que aminoácidos desaminados oxidativamente y decarboxilados en presencia de un compuesto dicarbonilo, que se convierten en aldehídos de un átomo menos de carbono que su aminoácido de procedencia (Belitz y Grosch, 1988).

Los microorganismos también contribuyen a este despliegue aromático. Con la introducción de los jamones en la fase de secado, comienza el declive de los micrococos, que continuará su progresión descendente durante toda la fase última de bodega (Rodríguez y col., 1994). Las levaduras, en cambio, mantienen sus poblaciones con un número más o menos constante, aunque no así su identidad. Mientras que en la fase de post-salado se establecen del orden de 5 o 6 especies diferentes con predominio de *Debaryomyces hansenii*, en las condiciones del secado tan sólo sobrevive la anteriormente citada, que aumenta su población, y aparece *Candida zeylanoides* (Núñez y col., 1996a).

3.2.4.1 Aspectos específicos del jamón ibérico

La terminología en este sector parece estar algo más clara. Por lo general, la tercera fase del proceso de elaboración se denomina fase de secado (Ordóñez, 1998; Forero, 1999; Ventanas y Cava, 2001; Ventanas y col., 2001), aunque tanto la norma del ibérico como los reglamentos de la DOP de "Los Pedroches" y de la DOP de "Dehesa de

Extremadura” recogen la terminología “secado-maduración”, seguramente por el mismo motivo que se comentaba para la DOP de Trevélez (BOE, 1990; BOE, 1998)

Se realiza con el mismo ritmo de ascenso/descenso termohigrométrico comentado para jamones blancos y suele comprender unos dos o tres meses hasta el fin de esta fase. Las DOP de “Los Pedroches” y “Dehesa de Extremadura” obligan al mantenimiento de los jamones en fase de secado durante al menos 6 meses o de 6 a 9 meses respectivamente (BOE, 1990; BOE, 1998). En cambio, las DOP “Guijuelo” y “Jamón de Huelva” no establecen tiempo parcial sino un tiempo de curación de 6 m que abarca desde la salazón hasta la fase de secado inclusive (BOE, 1986; BOE, 1995).

Las pérdidas acumuladas en los jamones ibéricos rondan el 22,7-26,9% según Carrasco y col. (2000). En estudios realizados en el año 2003 por Andrés y Ruiz, sobre la influencia de la sal sobre las mermas, se observó que los jamones elaborados con menos cantidad de sal presentaban mermas ligeramente diferentes que los adicionados con más sal, 21,7 y 22,5% respectivamente.

3.2.5 BODEGA

Esta etapa recibe numerosas denominaciones, incluso algunas ya empleadas en otras fases. Como ya se mencionó en el apartado anterior, el término “maduración” se utiliza en algunos casos como complemento de la palabra “secado”, bien para designar el conjunto de fenómenos que suceden durante el secado y la bodega, sin contemplar explícitamente una fase de bodega (BOE, 2004), o bien, para abarcar la fase de secado única y exclusivamente, adoptando otra terminología para la fase de bodega (DOCE, 1998). Para la DOP “Jamón de Teruel”, el término secado se emplea para designar a la tercera fase del proceso y el término maduración para la cuarta fase de bodega (BOE, 1993).

Entre otras denominaciones, ya más específicas y por ello más apropiados, se encuentran los términos "envejecimiento" o "afinamiento" (DOCE, 1998), "estacionamiento" (Ordóñez, 1998), "envejecimiento" o "maduración en bodega" (Marcos, 1991; Carrascosa y col., 1989; García, 2002), "asentamiento en bodega" (Martín, 2001) o, únicamente, "bodega" (Pineda y Carrascosa, 1993).

Después de la etapa de estufaje, los jamones permanecen en bodegas naturales un tiempo prolongado, suficiente para conseguir el crecimiento superficial de bacterias, levaduras y mohos que aporten los aromas y los sabores característicos de esta fase (Ordóñez, 1998).

Las condiciones ambientales adecuadas de las bodegas se consiguen teniendo en cuenta dos fundamentos. En primer lugar, cuidando especialmente la orientación de los vientos en el momento del diseño y ubicación de las instalaciones, y, en segundo lugar, por medio de la apertura y el cierre manual de las ventanas de los secaderos (Marcos, 1991).

De este modo, se mantienen temperaturas de entre 12-16°C (Martín, 2001; García, 2002), alcanzándose en algunas industrias como valor máximo los 20°C (Ordóñez, 1998). En cuanto a la humedad relativa, este último autor establece un rango de entre 65-70%, mientras que Martín (2001) lo amplían por ambos extremos hasta un 60% en su límite inferior y un 80% en su límite superior.

Los jamones "serranos" con etiqueta ETG deben permanecer en estas estancias durante al menos dos meses hasta completar un mínimo de 210 días de elaboración (DOCE, 1998). El proceso completo de elaboración de un jamón de bodega se prolonga en el tiempo bastante más, como mínimo unos 12-14 meses, que viene a suponer unos tres meses de bodega (García y col., 2002). La DOP "Jamón de Teruel" no especifica el tiempo mínimo de bodega sino que concreta el tiempo mínimo de procesado total en 12 meses, lo que supone, tomando como

referencia los mínimos establecidos para las restantes fases, un tiempo en bodega de 3 meses. Como máximo, los jamones acogidos bajo esta denominación podrán permanecer durante un tiempo tal que no disminuya su peso por debajo de 7 Kg. (BOE, 1986).

La IGP "Trevélez" no establece tiempos mínimos de secado ni de permanencia en bodega sino directamente el tiempo global de procesado. Esta denominación establece dichos tiempos en función del peso del jamón. Así, los jamones superiores a 13,5 Kg. requieren un mínimo de 20 meses, mientras que los comprendidos entre 12,3 y 13,5 y entre 11,3 y 12,3 requieren solamente 17 y 14 meses de curación respectivamente (BOE, 2004).

Las mermas parciales de la fase de bodega del jamón blanco rondan de un 5 a un 8% del peso, que supone un 33-35% de merma final acumulada (Giuliani, 2005). Esta merma final es el dato más frecuentemente empleado e incluye todas las fases de elaboración del jamón. Para Flores (1989) dicha merma se encuentra alrededor del 37%, incluso en algunos casos puede suponer un 40% de pérdida de peso del pernil según Marcos (1991). Los jamones que porten el distintivo de la ETG estarán obligados a presentar mermas superiores al 33% (DOCE, 1998). Para la IGP "Jamón de Trevelez" las mermas finales deben encontrarse por encima del 35%.

Durante esta fase se produce la última pérdida acuosa del jamón y un característico manto superficial compuesto por multitud de microorganismos. Los micrococos descienden progresivamente hasta casi desaparecer en el caso de productos ibéricos (Rodríguez, 1995). Las levaduras, al entrar en fase de bodega, comienzan un descenso marcado, estabilizando su población en torno a concentraciones de 10^4 - 10^6 ufc/g, Dichas tasas se mantienen hasta el final del proceso de elaboración (Monte y col., 1986; Núñez, 1995; Núñez y col., 1996a), Los mohos, que hasta ahora han permanecido en un segundo plano, ya que no superaban las concentraciones de sus otros dos competidores

biológicos, en bodega se convierten en los microorganismos dominantes con recuentos de 10^6 - 10^7 ufc/g (Núñez y col., 1996a,b).

Céspedes (1998) y varios autores citados en su estudio otorgan una acción beneficiosa a los mohos que se desarrollan en los productos cárnicos, incluidos los presentes en el jamón. Estos mohos proporcionan a estos productos mayor protección frente al enranciamiento y mejor conservación del color, además de impedir el acortezamiento y aportar aromas y sabores característicos. León Crespo y col. (1985) y Asensio y col. (2003) reflejan este mismo parecer acerca de la trascendental función aromática de los mohos del jamón.

Arnau (2001) sin desdeñar la contribución potencial de los mohos al aroma del jamón, manifiesta su preocupación acerca de la posible generación de olores y sabores desagradables. Este autor (Arnau, 2001) reitera las opiniones expuestas previamente por León Crespo (1985) y Céspedes (1998) acerca de que la flora fúngica, que crece espontáneamente en los secaderos, se encuentra prácticamente sin estudiar.

Marcos (1991) y Bello (1985) recogen en sus trabajos sobre alteraciones en los productos cárnicos un defecto debido al excesivo crecimiento superficial de mohos, denominándolo apropiadamente enmohecimiento.

Por tanto, queda claro que, si bien los mohos resultan beneficiosos para su utilización en las industrias cárnicas, se requiere un control exhaustivo de las especies y de las condiciones ambientales en que se desarrollan.

Las especies más frecuentemente encontradas en el jamón pertenecen a los géneros *Penicillium* y *Aspergillus/Eurotium* (Céspedes, 1998; Arnau y col., 2001; Asensio y col., 2003). Estos últimos investigadores confirman un predominio del género *Penicillium* en las primeras etapas de bodega, mientras que en las etapas finales, sólo

alcanzadas por jamones de larga curación, *Aspergillus/Eurotium* es el género sobresaliente.

Según Céspedes (1998) la temperatura óptima de crecimiento de los mohos se sitúa entre 20-30°C, aunque existen especies capaces de desarrollarse bien a temperaturas de 5°C o de 60°C. Asensio y col. (2003), exponen unos datos similares, al reconocer la capacidad de desarrollo de los mohos bajo temperaturas de refrigeración o hasta 40°C.

Asensio y col. (2003) reconocen también la posibilidad de crecimiento de los mohos en condiciones de a_w reducida. Céspedes (1998) afirma que para evitar el crecimiento de mohos la humedad de un alimento debe ser inferior al 10%, no siendo éste el caso del jamón. Este autor establece como a_w límite de crecimiento del *Penicillium* y del *Aspergillus*, valores de 0,80 y 0,68, respectivamente. Por último mencionar que en cuanto a humedad ambiental se refiere, los mohos son mucho menos exigentes que las bacterias y levaduras (Rose, 1969; Mossel y col., 2003), quedando frenado su crecimiento tan sólo por debajo de una Humedad Relativa del 65% (Arnau, 2001).

Durante la fase de bodega continúan los procesos bioquímicos iniciados en las fases anteriores, con intervención de la flora microbiana que le confiere su peculiar aroma y sabor (DOCE, 1998). Se produce una generación lenta de compuestos carbonílicos que pueden participar en reacciones de Maillard, ya comentadas en la fase de secado, o contribuir, tal cual, al aroma del producto. Esta segunda producción de compuestos aromáticos se manifiesta en toda su magnitud en los jamones ibéricos por su mayor tiempo de curación (Ventanas y Timón, 2001).

No obstante, estudios realizados por Céspedes (1998) acerca de las comportamiento bioquímico de los mohos a temperaturas de 3, 8 y

12°C, demuestra que la mayor generación de sustancias aromáticas se produce a bajas temperaturas, 3-8°C.

3.2.5.1 Aspectos específicos del jamón ibérico

A pesar de que el proceso de elaboración de este producto se caracteriza por su larga permanencia en bodega, del orden de un año a año y medio (Ordóñez, 1998; Martín y col., 1998; Forero, 1999), la nomenclatura que recibe esta fase no es muy explícita, si bien, todas las denominaciones de ibérico recogen esta etapa con una u otra acepción. Así, las DOP de "Guijuelo" y "Jamón de Huelva" recogen el término "maduración"; bastante ambiguo como ya se ha visto (BOE, 1986; BOE, 1995), mientras que la DOP "Dehesa de Extremadura" y la DOP "Los Pedroches" la denominan "envejecimiento en bodega" (BOE, 1990; BOE, 1998). Otros autores emplean denominaciones más específicas como el de "maduración en bodega" (Ventanas y col., 2001), "envejecimiento" (BOE, 2001; Forero, 1999) o, algo más breve, "bodega" (Jurado y col., 2002).

Prácticamente todas las DOP establecen los tiempos de permanencia en esta fase según el peso fresco de los perniles. De este modo, para jamones de 7-8 Kg., el mínimo se fija en 9 meses, mientras que el tiempo, para los jamones de entre 8-11 Kg. y los de más de 11 Kg., se precisa en 9-12 meses o 16 meses respectivamente. La DOP "Los Pedroches" no establece esta clasificación y tan sólo determina el tiempo mínimo de procesado total de 18 meses (BOE, 1998). Del mismo modo ocurre en la norma del ibérico que se limita a establecer un límite de 425 días de procesado global (BOE, 2001).

Las condiciones ambientales se regulan por el mismo sistema mencionado para los jamones blancos, apertura y cierre de ventanas. Dichas condiciones sufren fluctuaciones dentro del rango de 10-15°C en la época invernal y 18-22°C en la época estival (Ventanas y col., 2001). En cuanto a los márgenes de humedad las cifras son similares a las presente en bodegas de jamón blanco, una HR del 60-75% (Ventanas y col., 2001; Jurado y col., 2002).

Las mermas parciales de la fase de bodega del jamón ibérico suponen según Carrasco y col. (2000) entre 6,6-10,6%, mientras que para Ventanas y Cava (2001) alcanzan algunos puntos más, de un 12 a un 13%.

Las mermas totales durante el tiempo de elaboración del jamón ibérico supone del 31-32% (Ventanas y Cava, 2001), porcentaje similar al citado por Andrés y col. (2003) que, para jamones bajos en sal, ronda el 27,8-29,3%, mientras que, para jamones salados con más sal, resulta situarse entre 29,1-29,9%. Escudero y López (2001) ofrecen un rango superior a los anteriores, de entre 32 y 36%.

3.3 MODIFICACIONES INDESEABLES EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL JAMÓN

Durante el proceso de elaboración del jamón se pueden producir alteraciones que condicionan la pérdida de calidad de los productos finales con graves consecuencias, provocando en ocasiones grandes pérdidas económicas en las industrias de elaboración. Aunque cabe incluir otras, posiblemente las dos causas principales de pérdidas son la "cala" y los "ácaros". Incluiremos también algunas referencias al "remelo".

3.3.1 "cala"

Esta modificación indeseable, denominada también "alteración profunda" o "hueso hediondo" es una de las más graves que puede sufrir el jamón. Se caracteriza por la aparición de olores anormales en el interior del jamón, especialmente en las zonas próxima a la articulación coxo-femoral, pero también en otras zonas como la región próxima a las articulaciones tarso-tibiales. Por sus efectos se considera originada por el crecimiento microbiano, dada la frecuente aparición de gases (jamones abombados) y una gran cantidad y variedad de metabolitos que permiten pensar en agentes ocasionales muy diversos.

En vista de solventar este problema, se han realizado diversos estudios con objeto de identificar los agentes causales y establecer las medidas adecuadas para impedir su acción.

En sus estudios sobre aislamientos microbiológicos del interior de jamones que habían experimentado la alteración profunda, Carrascosa y col. (1988 y 1989) afirman haber detectado bacterias aerobias mesófilas, micrococáceas, levaduras, bacterias lácticas y microorganismos sulfito-reductores. Sin embargo, estos resultados se

deben analizar con prudencia ya que el ambiente anaerobio del interior del jamón imposibilita el crecimiento de alguno de los microorganismos antes mencionados, cuyos recuentos tal vez sean debidos a la gran dificultad de conseguir una toma de muestra aséptica en este tipo de producto.

Realmente, los estudios sobre la posibilidad de desarrollo microbiano en el interior de la carne hay que retrotraerlos a la década de los años 50. Cosnett (1956), después de un extraordinariamente concienzudo estudio acerca de la alteración profunda de la carne de vacuno concluyó que este fenómeno se debía a la acción de los únicos microorganismos que pueden crecer en estas condiciones. Es decir, microorganismos anaeróbicos (en la carne se consiguen muy rápidamente condiciones de anaerobiosis post-mortem) que además tuvieran la posibilidad de existir ya en el interior de los animales en el momento del sacrificio. Es decir, se trataría de gérmenes anaerobios esporulados, ya que este autor demostró que existían esporas latentes con capacidad de germinar en el interior de los ganglios linfáticos. En definitiva, la alteración profunda necesariamente la tienen que producir gérmenes del género *Clostridium*.

Las bacterias del género *Clostridium* se definen como microorganismos esporulados anaerobios estrictos que se encuentran abundantemente en el suelo y como hospedadores en el tracto intestinal. Este género microbiano comprende una gran cantidad de especies distintas, que se diferencian por tener capacidades metabólicas muy diversas y por sí solos explicarían la gran diversidad de tipos de alteración profunda que se pueden encontrar. Entre estos microorganismos se encuentra el *Clostridium botulinum*, capaz de producir una toxina de una gran potencia, responsable de intoxicaciones alimentarias descritas en la bibliografía con origen en el jamón.

La presencia de los clostridios en la profundidad del jamón es fácilmente explicable en base al hecho de que, en determinadas circunstancias, los clostridios intestinales son capaces de atravesar el

epitelio entérico, circulando en sangre por todo el organismo. Pero no pueden ser eliminados por los sistemas defensivos orgánicos ya que se transforman en esporos, que únicamente pueden quedar retenidos en los ganglios linfáticos, desde donde se iniciaría el problema de la "cala". Las zonas en las que se produce la alteración son ricas en ganglios linfáticos.

La penetración de los clostridios al interior del cuerpo del animal puede producirse en el transcurso de infecciones entéricas que debiliten la pared intestinal (Dabawy y col., 1957) o en momentos de estrés, siendo éste frecuente durante el transporte de los animales (Lawrie, 1977).

Los esporos retenidos en el interior de los ganglios linfáticos sobreviven largos periodos de tiempo y pueden germinar cuando las condiciones son adecuadas para su desarrollo (Lepovetsky y col., 1953; Cosnett y col., 1956; Nottingham, 1960).

De acuerdo con la información recogida por León Crespo y col. (1987) el rango de pH requerido para el crecimiento de los *Clostridium* se encuentra entre 4,7 y 9,0, con un valor de pH óptimo de 7,0. La carne fresca, con un valor de pH mínimo normal de 5,5, es capaz por tanto de permitir el desarrollo de estas bacterias. Es claro que si el valor del pH de la carne es más alto el riesgo de putrefacción profunda se incrementa, al aproximarse a los valores óptimos del crecimiento de los clostridios. La reducción del pH, que opera como mecanismo de inhibición de los clostridios en las conservas de alta acidez (con pH inferior a 4,5) no puede emplearse en el caso del jamón porque cambiaría considerablemente sus características de calidad.

La temperatura representa el factor extrínseco más importante en la conservación de las carnes y la imposición legal de enfriar las canales de los animales con rapidez se deriva de la capacidad de las bajas temperaturas para inhibir a los clostridios y evitar de esta forma la

“cala”. Se sabe que el límite de crecimiento para los clostridios se sitúa en 12°C (Michener y Elliot, 1964; Roberts y Hobbs, 1968). A temperaturas superiores estos microorganismos puede desarrollarse.

La mayoría de los microorganismos relacionados con los alimentos, incluido los que nos ocupan, únicamente son capaces de crecer en medios de actividad de agua (a_w) elevada, es decir, cuando el agua del sustrato en el que se hallan, se encuentra disponible. Los valores de a_w capaces de inhibir a los microorganismos varían dependiendo de la especie y de la variedad de microorganismo, al igual que de la sustancia depresora. La a_w mínima necesaria para el desarrollo del *Clostridium botulinum*, en condiciones óptimas de crecimiento y empleando cloruro sódico para el descenso de la a_w , se encuentra entre 0,96 y 0,98 (Baird-Parker y Freame, 1967; Segner y col., 1966 y 1971; Ohye y Christian, 1967; Pivnickm y Thatcher, 1968; Emodi y Lechowich, 1969). Como la actividad del agua es función de la concentración salina, se requiere una concentración salina mínima del 5% para conseguir la inhibición de los clostridios, siendo óptimas las restantes condiciones (Hobbs, 1969; Robert y Ingram, 1973).

Nicolau (1985) considera como concentración salina crítica de la sal el 4% para inhibir a los clostridios. Leistner (1985) y Andrés y Ruiz (2001) coinciden en considerar un 4,5% como la concentración suficiente para ejercer su acción conservante y Leistner (1985) incluso añade que resulta innecesario e indeseable superar un 6,0%.

Céspedes y col. (1995) realizó un completo estudio de las concentraciones de sal necesarias para inhibir el crecimiento de los clostridios en las condiciones de pH y temperatura a las que se elabora el jamón. En este trabajo se confirmó que, en las condiciones más favorables posibles para el crecimiento de los clostridios en el jamón (pH de 6 y/o 35°C), su crecimiento sólo quedaba inhibido con concentraciones salinas superiores al 6,3%.

En el caso de la elaboración del jamón, para evitar la aparición de la "cala" se hace un uso combinado de la temperatura y de la sal. En los primeros momentos de la elaboración los jamones tienen que mantenerse en frío y sólo cuando se consiguen niveles de sal capaces de producir la inhibición se puede utilizar temperaturas superiores de procesado.

Estas concentraciones inhibitoras se alcanzan rápidamente en la zona superficial del magro del jamón durante la salazón, mientras que en el interior el contenido salino es prácticamente nulo. A medida que transcurre el tiempo de post-salado, la concentración salina se va elevando en las regiones internas, en detrimento de las regiones externas que ven disminuir su concentración. En los últimos periodos de la maduración, la concentración salina en la fase acuosa es prácticamente uniforme en el espesor del jamón (León Crespo y col., 1987).

León Crespo y col., (1997) en el estudio sobre las bases tecnológicas de la salazón se abordaron cuestiones muy interesantes como la influencia de la sal captada durante la salazón de jamones congelados y las concentraciones obtenidas en el centro de las piezas trascurridos 3 meses de post-salado. Se pudo observar que los jamones salados solamente durante 4 días no alcanzaban el porcentaje mínimo del 5% de sal en la fase acuosa en ninguna de las regiones analizadas después de transcurrido el periodo descrito, con el consiguiente riesgo de alteración por clostridios. Para aquellos jamones salados durante 5 y 6 días la concentración más alta alcanzada en el centro del jamón fue sólo del 4,5% y del 5,0% respectivamente. Es decir, estos jamones podían ser perfectamente objeto de la "cala". Pero lo más sorprendente es que los jamones además no se secaban bien.

En 1987, León Crespo y col. habían determinado, para el jamón ibérico, el tiempo mínimo de post-salado que era necesario para evitar la posibilidad de aparición de la cala. Se vio que la concentración salina crítica se alcanzaba muy rápidamente en la zona superficial del jamón, incluso antes de la finalización de la fase de salazón, y que la zona inmediatamente adyacente a esta alcanzaba concentraciones seguras al finalizar la fase de salazón. A medida que las regiones se hacían más profundas, el tiempo necesario para alcanzar esta concentración salina crítica era mayor, concretamente, de 3 meses para la zona central de mayor riesgo.

Uno de los mayores problemas de la industria de elaboración del jamón quedaba resuelto, siempre que se respetase una duración mínima del periodo de post-salado, a temperaturas inferiores a 12°C, de alrededor de los 2 meses con una salazón adecuada en el caso de los jamones de cerdo blanco y de alrededor de 3 meses en el caso de los jamones de cerdo ibérico.

Por otro lado, llama la atención que prácticamente todos los autores establezcan tiempos de post-salado aparentemente inferiores a los necesarios para alcanzar una concentración de sal que evite la aparición de la cala. Sin embargo, en la actualidad se ha producido una reducción significativa de los porcentajes de pérdidas por esta alteración. Seguramente esto sea debido a que en la primera etapa de ascenso escalonado de temperaturas, estas se mantienen por debajo de 12°C, para alcanzar al final de dicha etapa temperaturas de 14-15°C, lo que hace suponer, al contemplar ese dato térmico límite de los clostridios, que esta sub-etapa inicial de secado no resulta perjudicial en lo que a la cala se refiere (Nicolau, 1985; Carrascosa y col., 1988; Martín y col., 1998; Jurado y col., 2002). De hecho, Ventanas y Cava (2001), en sus indicaciones sobre la elaboración del jamón ibérico y sin dar justificación alguna, recogen una peculiar clasificación de la fase de post-salado, diferenciándola en dos etapas. Una primera etapa que denominan "post-

salado frío" y durante la cual la temperatura se mantiene por debajo de 5°C algo menos de 75-90 días, comenzando a continuación un ascenso de temperatura de aproximadamente 30-45 días, denominada "post-salado caliente", en el que la temperatura aumenta hasta los 15-18°C.

3.3.2 "ácaros"

Durante las fases de secado y maduración resulta frecuente encontrar infestaciones por ácaros en los jamones. Los ácaros se consideran uno de los principales problemas del sector en la actualidad, debido a las pérdidas económicas que ocasiona. Estas pérdidas se derivan de la alteración de la calidad de los jamones, que adquieren un aspecto y un olor desagradables. Provocando en ocasiones la denominada "coquera", derivada de un crecimiento intensivo de los ácaros en la zona coxal (punta del jamón).

Estos parásitos están clasificados taxonómicamente como pertenecientes a la Clase Arácnida, Subclase Acarina, Orden Astigmata, Familia Tyroglyphidae (Gállego, 1998). Las especies aisladas con mayor frecuencia de los jamones son *Tyrophagus putrescentiae*, *Tyrophagus longior* y *Tyrollichus casei* (Jorrín, 2001).

El ciclo biológico de los ácaros consta de varias fases. Se inicia la primera fase como huevo, que tras la eclosión se sigue de una fase larvaria, que a continuación evoluciona a dos fases ninfales consecutivas, primero como protoninfa y después como tritoninfa; finalmente se desarrolla el adulto (Arnau y col., 1985; Lorenzo, 1989). La duración de este ciclo depende de tres factores fundamentales, el sustrato, la temperatura y la humedad relativa. El ciclo más corto que se ha conseguido es de 8 días (Lorenzo, 1989).

Súñer y col. (1985) establecieron que la temperatura límite de crecimiento de *T. Casei* era de 10°C en condiciones óptimas; los ácaros dejaban de crecer de forma significativa alrededor de 35°C. Lorenzo (1989) estudió las temperaturas de crecimiento del *T. putrescentiae*, y comprobó que, siendo el resto de condiciones óptimas, dejaban de reproducirse a 7°C; también dejaban de reproducirse si la temperatura superaba los 37°C. En ambos casos se comprobó que las temperaturas de refrigeración no los destruyen sino que solamente detienen su ciclo reproductivo.

La congelación y el sobrecalentamiento sí ocasiona la muerte de los parásitos (Jorrín, 2001), pero estas temperaturas extremas no son de utilidad en el proceso de elaboración del jamón. Incluso la aplicación puntual de dichas temperaturas de ningún modo podría solucionar el problema, puesto que en el justo instante en que los jamones se expusiesen a las temperaturas de elaboración normales, los ácaros volverían a infestar los jamones y se desarrollarían nuevamente.

La humedad relativa es otro factor determinante de la vitalidad y capacidad de reproducción de los ácaros. Lorenzo (1989) comprobó que los ácaros dejan de crecer si la HR es inferior al 55%. Otros autores (Súñer y col., 1985) concretan aún más y concluyen que el ciclo vital no se completa en un buen porcentaje de casos cuando la humedad relativa es del 50% y la temperatura de 25°C. Para la misma humedad relativa y una temperatura de 15°C, el ciclo no se cierra en ningún caso. Arnau (2001) recoge en referencia a este tema que las formas móviles de los ácaros se eliminan a una temperatura de 20°C y una humedad relativa de 55-60%.

El jamón constituye un sustrato excelente para los ácaros que se alimentan de ellos y de los mohos que crecen en su superficie. Los ácaros poseen la capacidad de hidrolizar las proteínas musculares del jamón e incorporar los aminoácidos de esta hidrólisis a sus estructuras orgánicas, liberando los detritus orgánicos sobre el jamón; estos detritus

son los responsables de los malos olores y del mal aspecto de los jamones infestados (Jorrín y col., 2001).

En principio, las condiciones de temperatura y humedad relativa de los secaderos (una temperatura de 15-25°C y una humedad relativa de alrededor del 75%) resultan óptimas para el desarrollo de estos parásitos (Arnau y col., 1985). Jorrín (2001) previene acerca del enorme riesgo de explosión demográfica de los ácaros en las condiciones de trabajo normales de un secadero. En concreto hace referencia a una temperatura de 20-25°C y una humedad relativa de 80-90%, condiciones que pueden ser usuales en algunas etapas del proceso de elaboración.

Se han intentado numerosos métodos de profilaxis y erradicación de los ácaros sin conseguir resultados definitivos. Varios autores coinciden en considerar que una higiene exhaustiva representa el primer paso para controlar la introducción y proliferación de estos arácnidos, haciendo hincapié en la limpieza de las instalaciones y de la vestimenta de los operarios y evitando la entrada de vectores como roedores e insectos (Arnau y col., 1985; Jorrín, 2001; Súnier y col., 1985).

Ha habido algunas propuestas con diversas medidas de erradicación, como la utilización de productos químicos y la lucha biológica e incluso procedimientos tecnológicos avanzados.

Existe una amplia gama de principios activos efectivos y con propiedades acaricidas sobre las especies presente en el jamón. No obstante, la legislación actual prohíbe la aplicación de cualquier plaguicida directamente sobre alimentos, quedando su empleo condicionado a la realización de un vacío sanitario previo (Arnau y col., 2001; Escudero y López, 2001; Sánchez, 2002).

La prohibición del uso de productos zosanitarios por parte de las autoridades sanitarias ha agravado la situación de las empresas que se encuentran inermes en la lucha contra los ácaros (Súnier y col., 1985).

La lucha biológica consiste en introducir un depredador o agente patógeno en el hábitat donde sobrevive el ser que pretendemos eliminar. Sobre el empleo de ácaros depredadores y de mohos saprofitos se han realizado algunos estudios preliminares cuyos resultados no han sido prometedores. El motivo de la ineficacia de la introducción de ácaros depredadores, como *Cheyletus eruditus* o *Blattisocius dendriticus*, radica en el alto índice reproductivo de los ácaros del jamón frente al limitado consumo de presas de estos ácaros depredadores, haciendo que el problema aumente (Jorrín, 2001). En cuanto al uso de mohos acaricidas, el principal inconveniente proviene de los mecanismos de supervivencia que los ácaros del jamón ponen en marcha ante este agresor. Los ácaros se agrupan en pequeñas masas y segregan sustancias antifúngicas (Jorrín y col., 2001). Otro inconveniente que plantearía esta técnica sería la posible pérdida de las características sensoriales que particularizan a los diferentes tipos de jamones existentes. Ya se sabe que los aromas y sabores de los mohos autóctonos serían sustituidos por unas características sensoriales únicas debidas a estas cepas seleccionadas (Céspedes, 1998).

En los últimos años se han propuesto nuevos métodos basados en aplicación de atmósferas modificadas, altas presiones, microondas, radiaciones UV, campos magnéticos, feromonas o aceites esenciales, sin que ninguno de ellos haya sido la solución definitiva (Anónimo, 1990). Las dificultades económicas e infraestructurales que presentan estos equipamientos son el mayor inconveniente de todas estas técnicas (Jorrín, 2001).

Los motivos fundamentales por los que los ácaros se han convertido en el principal problema del sector se deben, en primer lugar, a las condiciones en las que se elaboran los jamones, tan propicias para la supervivencia y la multiplicación de estos arácnidos. Los jamones se mantienen durante la mayor parte del proceso en entornos de temperatura y humedad relativa idóneas para el asentamiento masivo

de ácaros (Arnau y col., 1985). A esta situación paradisíaca para los ácaros desde el punto de vista ambiental, se le une el largo proceso de elaboración que requieren los jamones de bodega (Ordóñez, 1998) y el empleo generalizado de inmensas bodegas naturales en las que se acumulan del orden de miles de piezas procedentes de distintos lotes (Marcos, 1991). Estos hechos, que imposibilitan la elaboración individual de los lotes, hacen que los industriales del jamón se encuentren ante una situación difícilmente controlable, con un gran riesgo de contaminación entre jamones (Arnau y col., 1985).

La única solución hasta ahora adoptada consiste en untarlas piezas con manteca de cerdo al comercializarlas para enmascarar el visible desarrollo de los ácaros (Arnau y col., 2001) y la implementación de laboriosas actividades de limpieza y desinfección, la gran mayoría de las veces efectivas sólo temporalmente (Jorrín, 2001).

3.3.3 “remelo”

Este fenómeno consiste en el crecimiento incontrolado de microorganismos en la superficie del jamón durante las fases de post-salado y desecación. Se manifiesta como un limo rosa-anaranjado y viscoso que cubre el exterior del jamón en la fase de post-salado y la presencia de otros microorganismos incluyendo mohos en la fase de desecación (Marín y col., 1990).

Arnau (2001) considera la conveniencia de impedir el crecimiento de mohos en las fases de post-salado y desecación para evitar cualquier posibilidad de generación de aromas desagradables en lo que respecta a crecimiento superficial de alterantes. Algunos autores denominan a este crecimiento fúngico indeseable “pelo de gato” (Asensio y Díaz, 2001).

Varios investigadores coinciden en señalar que unas condiciones ambientales de humedad relativa alta, propician la formación de este crecimiento superficial. Arnau (2001) aconseja no superar un 85% de humedad relativa en las cámaras para evitar el desarrollo de estos microorganismos. En estudios realizados por Gou y Comaposada (2002) se hace referencia, junto con la humedad relativa elevada, a una lenta velocidad de aire como factor causal del "remelo".

En consecuencia, la aparición del "remelo" es indeseable en la industria del jamón. Posiblemente porque este defecto es más que nada consecuencia de una falta de control de los procesos de elaboración, diseñados para evitarlo.

4 PLANTEAMIENTO EXPERIMENTAL

Como se ha comentado anteriormente, los ácaros representan uno de los mayores problemas del sector y, al día de hoy, no se han encontrado métodos eficaces de eliminación de estos parásitos.

Una posible solución a este problema sería demostrar la posibilidad de hacer el jamón utilizando temperaturas en las cuales el ácaro no pudiera crecer o viese dificultado su supervivencia. Todas aquellas situaciones que se alejen de las condiciones óptimas de desarrollo provocarán un descenso en la población de estos individuos e incluso, en situaciones extremas, la muerte de los mismos (Mossel, 2003).

Cabe pensar en la posibilidad de elaborar jamones empleando en todo momento condiciones no adecuadas fuera del límite para el crecimiento de los ácaros, comprobando si realmente existen inconvenientes desde el punto de vista técnico y sensorial. Esta idea implicaría una radical modificación del proceso de elaboración.

Básicamente se sugiere la estabilización del jamón en una fase fría y su posterior transformación en producto final mediante una fase de calentamiento que permita las modificaciones propias del jamón anteriormente comentadas.

En la fase fría se mantendrían temperaturas de alrededor de 7°C como máximo durante el periodo necesario para conseguir la estabilización del jamón, es decir alrededor del 6% de sal en la fase acuosa en el interior de las piezas, de acuerdo con los estudios de Céspedes (1994).

Una vez alcanzada la estabilidad, asegurando que los jamones no podrían sufrir la alteración profunda, se podría elevar la temperatura a 30°C sin que en principio se plantee otro problema que el posible acortamiento. Dado que este fenómeno viene determinado por una desecación excesivamente rápida, se puede pensar en que no tendría lugar si se puede controlar la Humedad Relativa para que dicho proceso transcurra con mayor lentitud. Dado que la velocidad de desecación

depende de la temperatura, velocidad y Humedad Relativa del aire, cabe pensar que reduciendo la velocidad y aumentando la Humedad Relativa del aire, se conseguirían condiciones iniciales que eviten el acortezamiento.

El presente trabajo consiste en desarrollar dicha idea en un proceso que cambia sensiblemente el esquema de elaboración tradicional del jamón, pero que tiene unos profundos fundamentos científicos.

Las tres etapas tradicionales que siguen a la salazón del jamón, de post-salado, desecación (estufaje) y bodega quedarían reducidas a sólo dos: fase fría y fase caliente.

En unos primeros ensayos realizados para establecer la posibilidad de este trabajo, se comprobó que era realmente difícil evitar el remelo en las condiciones de frío en las cámaras de que disponíamos. Este hecho, lejos de desanimarnos nos incitó a plantear una cuestión que se integraría posteriormente como elemento clave en el proceso que se estudia en este trabajo. Se trata de comprobar si un "remelo" intencionado no podría sustituir a la fase de bodega.

Es decir, utilizando los datos de Céspedes (1997), si se inoculaban los mohos beneficiosos en esta fase fría y podían generar los aromas que con mayor intensidad producían a bajas temperaturas, se conseguirían jamones incluso con mejores aromas al final del proceso de calentamiento. Y lo que es más interesante, reduciendo el tiempo total de elaboración, ya que los jamones resultantes de este proceso no requerirían una estancia en bodega que ya habrían "experimentado" durante la fase de mantenimiento en frío.

En consecuencia, el planteamiento de este trabajo queda definido por:

1: búsqueda de las condiciones más adecuadas para conseguir hacer jamón fuera de los márgenes de temperatura de crecimiento del ácaro.

2: análisis de los cambios producidos en los jamones por las condiciones de las dos etapas fría y caliente.

3: optimización de la duración de esas etapas.

4: comprobación del efecto de bodega en la etapa fría.

5 MATERIAL Y MÉTODOS

5.1 Procedencia de los jamones

Para la realización del presente estudio se utilizaron lotes de jamones de cerdo blanco que se procesaron en las instalaciones de la Planta Piloto de Tecnología de los Alimentos. Los jamones procedieron de la Empresa Tradesa. Uno de los ensayos incluidos en este estudio se realizó sobre jamones de cerdo ibérico, que aportó la empresa Sánchez Romero Carvajal, Jabugo S.A.

5.2 Salazón

Todos los jamones se procesaron mediante salazón en salmuera saturada, elaborada con sal común, procedimiento adoptado comúnmente en los estudios que se llevan a cabo en las instalaciones de la Planta Piloto de Tecnología de los Alimentos, al haberse comprobado que ofrece los mismos resultados que la salazón en sal seca, pero con la particularidad de conseguir resultados de mayor homogeneidad (León Crespo, 1997).

Los jamones pertenecientes al lote de perniles ibéricos fueron salados en la propia fábrica de Jabugo, siguiendo los procedimientos normales de elaboración de estos productos.

5.3 Condiciones de frío

Una vez salados, los jamones se depositaron en una cámara de frío, manteniendo en todo momento la temperatura a $7 \pm 2^{\circ}\text{C}$ y una Humedad Relativa del 75%. La obtención de la Humedad Relativa constante del 75% se aseguró haciendo pasar el aire de los evaporadores sobre bandejas de salmuera saturada antes de liberarlo al interior de la cámara de maduración.

5.4 Inoculación fúngica

A partir del segundo ensayo, todos los jamones de cerdo blanco sometidos a este estudio se pulverizaron, al inicio de la fase de frío, con una dispersión de esporos de la cepa *Penicillium aurantiogriseum* conservada en nuestro laboratorio; esta cepa había sido aislada previamente en los estudios llevados a cabo por Céspedes (1998) y utilizada para establecer la influencia de las condiciones de temperatura y humedad relativa sobre la actividad fúngica.

Para la siembra se preparó un inóculo a partir de las placas mantenidas en congelación en el Laboratorio de la Planta Piloto de Tecnología de Alimentos, cultivándola en estría sobre la superficie de medio de cultivo PDA, en frascos de Roux, e incubando durante 5 días a 25-30°C y entre 3 y 5 días adicionales a 37°C (Gosálvez, 1989). Tras el desarrollo de los mohos y conseguida su esporulación, se realizó una suspensión de las esporas. Para ello se hizo una recogida por arrastre con agua destilada estéril con Tween 80 al 0,05%. La dispersión de esporas obtenida se pulverizó sobre la superficie de los jamones, utilizando un recipiente pulverizador manual de material plástico.

En el ensayo sobre los jamones ibéricos de Sánchez Romero Carvajal no se realizó la siembra de las esporas de nuestra cepa, sino que se permitió el crecimiento de los mohos autóctonos procedentes de las bodegas de la propia empresa, comprobando que correspondían a las cepas que crecen en dichas instalaciones.

Para realizar esta comprobación se aislaron e identificaron las cepas a partir de muestras de jamones de la propia empresa. Se tomaron muestras con un hisopo estéril de la superficie de los jamones directamente en las propias bodegas de Sánchez Romero Carvajal Jabugo S.A. y de los jamones que se habían elaborado en las cámaras de la Planta Piloto de Tecnología de Alimentos.

En el Laboratorio de Microbiología, las muestras obtenidas en los hisopos se diluyeron por agitación en 10 ml de Tween 80 al 0,05% en agua destilada estéril, que se sembraron en superficie, sobre placas de Petri de 10 cm de diámetro conteniendo medio PDA. Las placas se incubaron a 25°C durante 3-5 días hasta la aparición de colonias individuales. Las colonias de mohos morfológicamente distintas se aislaron tomando una pequeña porción de micelio del borde de la misma con un asa de siembra estéril, y sembrando en tres puntos equidistantes en forma de triángulo equilátero, en placas de Petri con PDA que se incubaron en las condiciones anteriormente descritas (Céspedes, 1998) hasta comprobar el crecimiento de cepas homogéneas.

De las muestras se obtuvieron cuatro cepas que inicialmente se identificaron en nuestro Laboratorio de la Planta Piloto como mohos pertenecientes al género *Aspergillus*. A efectos de profundizar en la identificación a nivel de especie, las muestras se enviaron a la Colección Española de Cultivos Tipo (C.E.C.T.).

La identificación de estas cepas permitió comprobar que los mohos pertenecen al género *Aspergillus*, concretamente a las especies *Eurotium repens* y *Eurotium chevalieri*. Asimismo, dicho informe incluye la presencia de una levadura de la especie *Debaryomyces hansenii*.

5.5 Condiciones de la fase de calentamiento o “estufaje”

Una vez finalizada la fase de mantenimiento en frío, cuya duración fue variando a lo largo de los distintos ensayos, los jamones se pasaron a una cámara de estufaje, mantenida a $30 \pm 2^\circ\text{C}$ con una Humedad Relativa inicial del 100%, conseguida haciendo pasar el aire calentado sobre unas bandejas de agua antes de liberarlo al espacio interior de la cámara de estufaje. Esta humedad elevada se mantuvo durante la primera semana, al objeto de evitar la desecación brusca que hubiera provocado el acortezamiento de los jamones. Con posterioridad, la Humedad Relativa se fue reduciendo paulatinamente mediante la adición de sal al agua de las bandejas, hasta conseguir la saturación y en consecuencia una Humedad Relativa del 75%, que se mantuvo durante todo el proceso de estufaje.

Las condiciones termo-higrométricas de las cámaras se recogieron en termohigrómetros de registro sobre papel colocados en el interior de las cámaras de maduración y estufaje.

5.6 Evaluación de las mermas

Mensualmente, los jamones individuales se pesaron utilizando una balanza comercial disponible en las instalaciones de la Planta Piloto.

5.7 Evaluación de la presencia de ácaros

Al tiempo que se realizaba la pesada mensual se evaluó la presencia de ácaros y huevos de ácaros mediante el procedimiento descrito por Navarrete (1997), consistente en raspar con la ayuda de un bisturí en las zonas sospechosas, recogiendo material en una placa de Petri, asegurándose de que nada del material raspado se pierda. El material debe tomarse, a ser posible, de distintos lugares y en cantidad suficiente. En nuestro caso se tomó material del raspado de tres zonas de cada jamón, correspondientes a la parte superior e inferior del hueso coxal y en zona de unión de la piel con la superficie de la carne en la región tibial, combinando los raspados en una única muestra.

El raspado se colocó en un vidrio de reloj y se añadió lactofenol para ayudar a la disgregación y aclarado de la muestra, y así poder visualizar más fácilmente los posibles ácaros.

Una vez realizada la mezcla anterior, se calentó a la llama del mechero para fijar los posibles ácaros, siguiéndose de la observación microscópica utilizando una lente de pequeño aumento (X 10).

5.8 Análisis sensorial

Una vez finalizado el periodo de elaboración establecido para cada uno de los lotes que se incluyen en el estudio, los jefes de panel del Laboratorio de Análisis Sensorial de la Planta Piloto de Tecnología de los Alimentos procedieron a una evaluación preliminar de las condiciones finales de los jamones, con el fin de realizar un primer dictamen sobre las condiciones de los jamones y en su caso proceder a una prueba sensorial de análisis mediante el procedimiento de Análisis Descriptivo Cuantitativo utilizado en estudios previos en nuestro Laboratorio (León Crespo y col., 1983).

En el caso de los jamones de cerdo blanco se utilizaron muestras de la masa trasera o "Maza", de la masa delantera o "Contramaza" y de la cadera o "Punta" de los jamones objeto de análisis. Cada una de las muestras fue evaluada utilizando la ficha incluida en el Anexo III.

En el caso de las muestras de cerdo ibérico del ensayo de Sánchez Romero Carvajal Jabugo S.A. el ensayo se realizó por un panel integrado por ocho catadores seleccionados y entrenados de acuerdo a las normas internacionales (ISO 8586-1: 1993).

En este caso se estudiaron muestras sólo de la maza de los distintos jamones, empleando una escala estructurada de 5 puntos de valoración de distintas apreciaciones, utilizando la ficha también incluida en el Anexo III.

5.9 Análisis Químico

Sobre muestras procedentes de la maza, contramaza y punta de cada uno de los jamones del presente estudio se realizaron determinaciones analíticas para evaluar el pH, la composición química bruta (humedad, proteínas, grasa y cenizas), el contenido en cloruros, el índice de acidez, el índice de peróxidos, la concentración de componentes nitrogenados no proteicos (NNP) y el índice del ácido tiobarbitúrico (TBA). Para ello se emplearon los procedimientos comunes del Laboratorio de Análisis Químico de la Planta Piloto de Tecnología de Alimentos, descritos en su propio Manual de uso cotidiano y que supone procedimientos simplificados basados en los métodos oficiales de análisis (Bandeira y col., 1990).

5.10 Análisis estadístico

El tratamiento estadístico de los resultados se llevó a cabo mediante un análisis de varianza de efectos principales y el test de comparación múltiple de medias de Scheffé, empleando el programa estadístico Statistica 6.0.

6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los distintos lotes objeto de estudio se procesaron de forma sucesiva mediante el método propuesto en este trabajo. Un resumen de los distintos ensayos incluidos en este estudio se presenta en la Tabla 1.

6.1 ENSAYO 1

Se elaboró un primer lote de seis jamones blancos. Los pesos de los perniles estaban comprendidos entre 10,925 y 12,075 Kg., con una media de 11,563 Kg. (Tabla 2). Se mantuvieron en salazón un total de 11 días, es decir, a razón de un día por Kg. de peso.

Los jamones de este ensayo permanecieron en frío durante 3 meses, tiempo mínimo necesario para evitar el desarrollo de los clostridios y la aparición de la putrefacción profunda (León Crespo y col., 1997). Seguidamente se pasaron a una cámara a 30°C durante el tiempo preciso para alcanzar una merma final próxima al 38%, que se estimó como objetivo final de la elaboración.

6.1.1 RESULTADOS

6.1.1.1 Evolución de la desecación.

Todas las piezas elaboradas sufrieron una disminución progresiva de peso a lo largo del proceso. La pérdida de peso durante la salazón presentó un valor medio del 7,53%. Durante los 3 meses a 7°C las piezas sufrieron una pérdida parcial media de peso total de 10,16%. Las pérdidas durante la etapa de calentamiento hasta alcanzar valores próximos al 38% se prolongó durante 6 meses (Tabla 6).

En el proceso de desecación en frío las pérdidas mensuales se rebajaron paulatinamente desde valores medios del 3,86% en el primer mes, al 3,61% en el segundo y al 2,70% en el tercer mes. Las pérdidas del primer mes en la fase de calentamiento se elevaron alcanzando un valor medio del 6,55 %, que rápidamente descendió bruscamente hasta igualarse con los valores que estaban presentándose en la fase frío (Tabla 4). Este efecto se hace muy aparente en la Figura 1.

Transcurridos 9 meses de elaboración, el lote B05 logró alcanzar una merma total media del 38,87% (Tabla 6).

6.1.1.2 Examen sobre la presencia de ácaros.

No se detectó la presencia de ácaros en ningún momento del proceso de elaboración.

6.1.1.3 Análisis sensorial

A pesar de alcanzarse la merma total fijada y de no observarse acortezamiento superficial, el análisis sensorial preliminar de este lote detectó un defecto de secado y un color rosa pálido anómalo en las muestras analizadas, así como olores atípicos. Se apreció que la superficie de los jamones estaba cubierta de una flora muy aparente desarrollada a lo largo del proceso. Por estos motivos los jamones no se consideraron aptos para su utilización en una cata dirigida.

6.1.1.4 Análisis químico.

Se analizaron químicamente los seis jamones de este ensayo con los resultados que se exponen en las Tablas 37 y 38.

Se detectaron diferencias significativas en el valores de pH tanto entre jamones como entre regiones con $p < 0,01$ y $p < 0,05$ respectivamente (Tabla 37).

En cuanto a la composición química expresada en materia total, el análisis estadístico de los datos revela diferencias significativas en el porcentaje de grasa entre regiones ($p < 0,001$); en el porcentaje de proteínas entre jamones ($p < 0,01$) y en el porcentaje de cenizas para los dos factores ($p < 0,001$ y $p < 0,01$ respectivamente). El porcentaje de cloruros también manifiesta diferencias significativas para los dos factores, en ambos casos altamente significativas, con valores de F de 16,40 y 282,11.

El análisis estadístico de los datos expresados en materia seca revelan diferencias significativas entre jamones para las cenizas y los cloruros, en ambos casos para $p < 0,05$, siendo el rango de datos entre 13,34 y 15,91% y entre 12,57 y 15,50% respectivamente (Tabla 38).

En esta misma tabla se puede observar como aparecen diferencias significativas entre regiones para el porcentaje de grasa, proteínas, cenizas y cloruros. En todos los casos, dichas diferencias son altamente significativas excepto para el porcentaje de proteínas que presenta una significación de $p < 0,05$. Como valores destacables, en la tabla 38 se puede observar el menor porcentaje de cloruros que contiene la zona de la maza con respecto a las otras dos regiones anatómicas estadísticamente iguales entre sí.

No se han detectado diferencias estadísticamente significativas para ninguno de los parámetros utilizados como índices de la degradación.

6.1.2 DISCUSIÓN

Este lote se caracterizó por una elevada pérdida de peso durante la salazón (7,53%) aunque en ningún caso se sobrepasaron los valores normales para este tipo de producto, si bien, las piezas de este lote se encuentran clasificadas en el grupo "jamones de merma alta" según Gou y Comaposada (2003), por situarse en el rango 7,0-9,2%.

Cabe señalar una peculiaridad observada para el jamón B010201, que se desmarcó claramente del resto de piezas del grupo en lo que se refiere al dato que nos ocupa. Esta pieza registró una merma insólita del 12,66% (Tabla 5), lejos del porcentaje más alto recogido en la bibliografía, cifrado por los autores anteriores en 9,2%. Este hecho puede deberse al contenido salino superior que presenta esta pieza con respecto a las demás. El jamón B010201 presentó un porcentaje de sal en materia seca de 15,50% (Tabla 38).

Obviando el dato anómalo de la pieza comentada, se comprobó como la merma en salazón del lote B01, tomó un valor de 6,49%, que se encuentra comprendida dentro de los rangos estándar establecidos, como el recogido por Marcos (1991), de 4 a 6% para salazón en contenedores, o el establecido por Nicolau (1985) y Arnau y col. (2003), que coinciden en cifrar esta merma entre un 3 y un 7%.

Las diferencias entre jamones que parecían desprenderse del análisis estadístico de los datos químicos expresados en materia húmeda se disipan en su totalidad a observar los datos expresados en materia seca. Tan sólo parecen existir ligeras diferencias en el contenido de cenizas y de cloruros así expresados, como se acaba de comentar.

En cambio, las diferencias entre regiones anatómicas para los dos parámetros anteriores resultan ser altamente significativas en ambos análisis estadísticos (materia fresca y materia seca), si bien en el primero de ellos las tres regiones anatómicas son diferentes entre sí, mientras que, analizando los datos en materia seca, se observa como la contramaza y la punta se manifiestan iguales entre ellas y diferentes, a su vez, a la maza. En cualquier caso, los datos del contenido en cenizas y cloruros presentan cierto paralelismo con los datos del contenido graso, apoyando la tesis de que el tejido adiposo dificulta el proceso de difusión (Flores, 1989; León Crespo, 1997; Ordóñez, 1998; Gou y col., 2002a). De este modo, se puede observar en las Tablas 37 y 38 que la región de la maza, de mayor contenido graso, presentan un menor contenido en sal. Los datos de las regiones de la contramaza y la punta se adaptan de igual modo a esta interacción entre componentes, si bien, estadísticamente no se aprecian diferencias significativas en el contenido graso de estas dos regiones.

En cuanto a la evolución de la desecación se puede observar en la Figura 1 el efecto de la temperatura sobre la desecación. Tras tres meses en la fase de frío con mermas mensuales de entre 3 y 4%, el ascenso de la temperatura en la fase de calor provoca un aumento de

las mermas a un 6,5% aproximadamente. Este efecto es el que cabe esperar y es indudablemente debido al efecto de aceleración del proceso de desecación que se deriva del aumento de temperatura, que condiciona un aumento en el coeficiente de difusión del agua. Sin embargo este efecto quedó contrarrestado en los meses siguientes, produciéndose un descenso dramático de las mermas parciales hasta valores similares a los obtenidos durante la fase de frío. Este descenso necesariamente es la manifestación de una dificultad para la salida del agua interna del jamón.

En un principio se pensó que las dificultades para la desecación podrían estar ligadas a la presencia del "remelo", pero esta modificación indeseable no necesariamente se contempla en estos aspectos, si bien pudiera haber sido en parte responsable de los aromas anormales detectados. Para obviar este hecho en el futuro, considerando que incluso podría suponer una ventaja de conseguir mejorar el aroma de los jamones, se pensó en inocular en próximas experiencias la flora aislada por Céspedes (1998), utilizando la especie *Penicillium aurantiogriseum*.

Encontramos en la bibliografía referencias al hecho de que en ocasiones se presentan en la industria jamones anómalos que se secan con gran dificultad y este fenómeno aparece fundamentalmente cuando los jamones ven reducido su contenido salino. En los estudios realizados por Gelabert, Gou y Arnau en 1998 acerca de la elaboración de jamón curado bajo en sal, recogen como las características sensoriales se veían afectadas, produciéndose, entre otras modificaciones, un aumento de la pastosidad y de la adhesividad y una disminución de la dureza, que fueron justamente los defectos apreciados en nuestros jamones.

La explicación para este efecto en condiciones de temperatura baja es que la sal provocaría un aumento de la capacidad de retención de agua de las proteínas (CRA), que impide la salida de agua del interior de la carne. Este incremento sería paralelo al incremento de la

concentración salina hasta un nivel crítico (Hamm, 1960). Superado ese nivel crítico se produce el efecto contrario, causando una disminución de la CRA que permite secar los jamones.

Sin embargo, en nuestros resultados no había una cantidad reducida de sal (León Crespo, 1983; Flores, 1985; Pineda y Carrascosa, 1993; García y col., 2002) y se había producido una limitación de las mermas. Cabía pensar en un nuevo mecanismo, que puede estar en la base de las recomendaciones de Arnau, Gou y Comaposada (2003) que aconsejan disminuir la temperatura media del proceso y alargar el tiempo de procesado, para reducir la incidencia de jamones blandos en perniles grandes o muy conformados con un bajo contenido de sal.

La razón para esta recomendación habría que buscarla en el posible efecto de la temperatura sobre la CRA. Tras una búsqueda infructuosa de referencias bibliográficas referentes al efecto de la temperatura sobre la capacidad de retención de agua de las proteínas cárnicas a diferentes concentraciones de sal, se concluyó la necesidad de comprobar dicho efecto mediante un ensayo básico.

6.2 ENSAYO BÁSICO

Se estudió el efecto combinado del tiempo, la temperatura y la concentración de sal sobre la CRA de muestras de carne de cerdo picada, procedente del lomo, utilizada como material que tenía la máxima homogeneidad. Se evaluó la CRA de las muestras con concentraciones salinas del 0% (sin sal), 2%, 5%, 10% y 15%. Después de mantenerlas durante 10 minutos, 1 hora y 24 horas a las temperaturas de 5°C y 30°C.

6.2.1 RESULTADOS

Los resultados obtenidos se encuentran recogidos en las tablas 57 a 59. Del análisis completo de todos los factores, expuesto en la primera tabla, se obtiene diferencias significativas para la temperatura y la sal, no así para el factor tiempo. Las dos temperatura ensayadas resultan ser diferentes para un F de 5,81 y un nivel de significación de $p < 0,05$. Las diferencias observadas para las distintas concentraciones salinas resultan ser altamente significativas con una F de 198,96.

El análisis estadístico de los datos, incluyendo solamente las tres concentraciones salinas menores, no detecta resultados significativos ni para el factor tiempo ni para el factor temperatura. En cambio, la concentración salina, presenta diferencias altamente significativas ($p < 0,001$) con una F de 1290,61, comprobándose que las tres concentraciones estudiadas son absolutamente diferentes entre sí (Tabla 58).

Del mismo modo, el análisis estadístico de los datos, incluyendo solamente las tres concentraciones salinas mayores, brinda de nuevo como resultado, la inexistencia de diferencias significativas para el factor tiempo, así como, la apreciación de diferencias significativas para la concentración salina, con un nivel de significación de $p < 0,001$ y una F de 158,05. En cambio, para este tramo de concentraciones salinas, se

detectan diferencias significativas para $p < 0,01$ y un valor de F de 15,64 para el factor temperatura (Tabla 59).

6.2.2 DISCUSIÓN

Se comprueba como el tiempo de exposición no parece influir sobre la CRA una vez transcurridos 10 minutos de exposición, a ninguna temperatura ni concentración de sal estudiada, manteniéndose en los mismos valores después de 1 día.

En cuanto a la concentración salina, como cabía esperar en base a los estudios de Hamm (1960), se confirma la gran influencia de la sal sobre la capacidad de retención de agua de las proteínas cárnicas. A concentraciones inferiores al 5% en fase acuosa la sal provoca un aumento de la CRA, mientras que cuando la concentración salina aumenta al 10% se provoca la disminución de la CRA, que se hace aún menor cuando la concentración aumenta al 15%.

Llama la atención el hecho de que la temperatura no influya de manera significativa sobre la CRA por debajo del 5% de sal en fase acuosa. Sin embargo, la temperatura tiene un efecto muy marcado sobre la CRA a 30°C, de tal modo que a 30°C las proteínas son capaces de retener más cantidad de agua que a 5°C para la misma concentración salina. O lo que es lo mismo, para obtener el mismo efecto desnaturalizante sobre las proteínas cárnicas se requiere una concentración salina superior si el proceso se realiza a 30°C (Figura 8).

La conclusión inicial que se extrae de este estudio, que aporta datos no recogidos hasta el momento en la bibliografía es que el aumento de la temperatura requiere concentraciones salinas más elevadas para reducir la CRA de la carne. Consecuentemente, si a temperaturas inferiores se consigue extraer agua del jamón, cuando se eleva la temperatura esta posibilidad se reduce. Por tanto, hay que elevar la concentración salina en el interior del jamón para poder desecar a mayor temperatura. Esto sólo se consigue si el jamón ha captado

suficiente sal y ha transcurrido un periodo de post-salado más prolongado. Dado que la fijación de los tres meses de la fase fría era para asegurar la garantía sanitaria de evitar la "cala", hay que pensar que el jamón exige valores superiores de sal en estas zonas para secarse, lo que es afortunado desde el punto de vista sanitario.

En consecuencia, se planteó la siguiente experiencia de elaboración del jamón aumentando la duración de la fase fría, a fin de obviar los primeros escollos en el desarrollo del procedimiento propuesto.

6.3 ENSAYO 2

En este ensayo se pone en práctica los nuevos conocimientos adquiridos tras el ensayo básico anterior, prolongando el tiempo de permanencia en la fase de frío un mes más que en el ensayo 1 con objeto de conseguir la concentración salina suficiente que provoque la disminución de la CRA cuando las piezas se expongan a temperaturas de 30°C . También se inició la siembra con esporos procedentes de cultivos de *Penicillium aurantiogriseum*.

Este lote B02 estaba constituido por cinco piezas de peso homogéneo de entre 8,925 y 10,050 Kg. (Tabla 7), por lo que decidió reducir el tiempo de salazón a 10 días teniendo en cuenta la misma norma de salar durante 1 día/Kg. de peso.

Los jamones de este ensayo permanecieron en frío durante 4 meses a 7°C. Seguidamente se pasaron a una cámara de 30°C (Tabla 1).

6.3.1 RESULTADOS

6.3.1.1 Evolución de la desecación.

Como se puede comprobar en la Tabla 11, se observó que todas las piezas elaboradas sufrieron una disminución progresiva de peso a lo largo del proceso. Durante la salazón se produjeron pérdidas de peso de entre el 1,03% y el 1,99%. Así mismo, las mermas totales medias experimentadas durante la permanencia de 4 meses en la fase de frío fueron del 10,56%. La fase a temperatura elevada se prolongó un total de tres meses, comprobándose en este punto que eran muy reducidas (sólo del 26,40%) y no se continuó la experiencia, que tenía que haberse prolongado hasta alcanzar unas mermas totales del 38%.

En la Figura 2 se puede observar como en la fase de frío se produce una disminución de las mermas desde valores del 4,52% en el primer mes hasta valores del 1,46% en el cuarto mes. La merma durante el

primer mes de calor es del 7,73%. Apreciándose nuevamente un descenso marcado en las mermas mensuales, ya que las pérdidas durante los meses posteriores al primer mes son similares a las de la fase de frío.

6.3.1.2 Examen sobre la presencia de ácaros.

No se detectó la presencia de ácaros en ningún momento del proceso de elaboración.

6.3.1.3 Análisis sensorial.

A pesar de que los jamones presentaban un aroma muy agradable en el exterior, no se consideran aptos para su empleo en una cata dirigida por no alcanzar una merma suficiente y presentar una humedad interna excesiva. No obstante, tras la apertura de las piezas para proceder a su análisis químico, no se detectó acortezamiento superficial de las piezas.

6.3.1.4 Análisis químico.

En las Tablas 39 a 40 se pueden observar las medias de cada parámetro analizado y el análisis de varianza realizado para los factores jamón y región.

En la primera tabla mencionada se observa como los jamones del lote B02 no resultan ser significativamente diferentes en cuanto a su composición, mientras que, para las regiones, tan sólo se manifiestan diferencias leves para el pH y las cenizas. El porcentaje de cloruros resultó ser significativamente diferente para los dos factores estudiados, con valores de entre 4,22 y 4,72% para los jamones y de entre 3,72 y 5,19% para las regiones. En este último caso la significación fue muy alta ($p < 0,001$) con un valor de F de 82,07. También fue significativamente diferente el índice de TBA para el factor jamón ($p < 0,05$).

En cuanto a los resultados expresados en materia seca, a penas se muestran diferencias entre jamones, aunque sí entre regiones. Solamente se revelan diferencias entre jamones para un parámetro indicador de degradación, el índice de TBA ($p < 0,01$). Las proteínas y las cenizas presentan para el factor región una F de 7,77 y 10,72 respectivamente, ambas con un nivel de significación de $p < 0,05$, mientras que los cloruros se muestran significativos para $p < 0,01$.

6.3.2 DISCUSIÓN

A pesar de que los rangos de humedad aportados por los distintos autores son amplios, como es el caso de León Crespo y col. (1983) que recogen contenidos en humedad de entre 32,33 y 57,22% o los valores de Marcos (1991) situados entre 24,90 y 42,20%, el lote B02, como cabía esperar al finalizarse anticipadamente, presentó mayores porcentajes de humedad en comparación con los jamones elaborados por el procedimiento tradicional y con los jamones del lote B01, elaborados por el nuevo método.

En cuanto a la concentración de sal de las piezas, este lote presenta una media baja (4,51%), si bien se encuentra en el límite inferior aceptado por los distintos autores para la elaboración tradicional (Nicolau, 1985; Leistner, 1985; Carrascosa y col., 1989; Andrés y Ruiz, 2001). Esto parece indicar que para evitar el defecto de secado se requiere, además de una prolongación de la fase de frío, una captación salina durante la salazón suficiente que permita alcanzar las concentraciones necesarias para reducir la CRA a 30°C.

En cuanto a las diferencias entre regiones, se observa como para el lote B02 las zonas de la maza y la punta se manifiestan diferentes entre sí en todos los parámetros en los que se ha detectado alguna diferencia significativa. La zona de la contramaza, en la mayoría de los casos, resulta estadísticamente similar a las otras dos zonas estudiadas.

En relación a las mermas de este lote, se apreció que las producidas durante el periodo de salazón fueron mucho más bajas que las del lote 1, determinando posiblemente la evolución de las pérdidas durante la fase de frío, que presentó mermas inferiores a las del lote 1 y posiblemente condicionando sensiblemente la no obtención de resultados positivos en este ensayo. A pesar de todo, las mermas iniciales que se produjeron en el inicio de la fase caliente superaron las del lote 1 en el primer mes, pero se redujeron considerablemente en el segundo mes, incluso a valores inferiores a los del lote 1. La complejidad del proceso en marcha se nos presentó con gran intensidad. La razón última podría residir en que 10 días no era tiempo suficiente para conseguir una salazón adecuada, aunque habíamos incrementado la desecación en el primer mes de la fase a temperatura elevada.

Se planteó una nueva experiencia aumentando el tiempo de salazón a 11 días y manteniendo los 4 meses de la fase fría, para tratar de aclarar los efectos observados.

6.4 ENSAYO 3

Las cuatro piezas pertenecientes a este tercer lote (B03) pesaron entre 10,425 y 11,900 Kg., datos similares a los pesos de los jamones del lote B01 (Tabla 12). Se mantuvieron en salazón durante 11 días; tras inocular las esporas de los mohos seleccionados, se sometieron a una fase de frío durante 4 meses a 7°C, para finalizar el proceso con un periodo de 5 meses a la temperatura de 30°C (Tabla 1).

6.4.1 RESULTADOS

6.4.1.1 Evolución de la desecación.

El modelo de desecación establecido en los ensayos previos se cumplió igualmente en este lote, en el que, de nuevo, se presentaron tres fases bien definidas. Las mermas individuales y medias a lo largo del proceso se incluyen en la Tabla 14. En dicha tabla se puede comprobar que en este lote se observaron mermas durante la salazón muy similar para sus cuatro jamones, de entre 3,36 y 3,60%, con un valor medio del 3,44%. Al finalizar la fase de frío, el lote B03 sufrió un merma de entre 12,29 y 13,43% para los 4 meses de permanencia en esta fase. Este lote permaneció cinco meses en fase de temperatura elevada hasta una merma total media del 37,01% lo que supuso una pérdida en los cinco meses del 20,81% en esta fase (Tabla 16).

Durante el primer mes de esta fase se produjeron pérdidas del 7,09% (Tabla 14). Posteriormente las mermas fueron decreciendo desde 4,39% en el segundo mes hasta 2,55% en el último. Las pérdidas totales sufridas en esta fase se encuentran entre un 19,75 y un 21,58% (Tabla 16).

En la Figura 3 se muestra una evolución de las mermas durante la desecación. En fase fría se consiguen pérdidas del 3,82% en el primer mes y estas pérdidas se van reduciendo muy poco en los siguientes

meses. Al pasar a la etapa de calentamiento se incrementan notablemente las pérdidas en el primer mes (7,09%) y posteriormente se reducen al 4,39% en el segundo mes. Las pérdidas mensuales se vuelven a reducir con posterioridad, requiriendo 5 meses para alcanzar las pérdidas totales del 37,01%.

6.4.1.2 Examen sobre la presencia de ácaros.

No se detectó la presencia de ácaros en ningún momento del proceso de elaboración.

6.4.1.3 Análisis sensorial.

En estos jamones se detectó nuevamente un aroma externo muy agradable, pero las apreciaciones de textura y de coloración al corte se mantuvieron en la misma línea que los lotes anteriores y no se estimó conveniente realizar una cata dirigida.

6.4.1.4 Análisis químico.

El lote B03 presenta diferencias significativas entre regiones para el pH y todos los parámetros químicos, exceptuando el porcentaje de grasa total. El porcentaje de humedad y de proteína total resulta significativo para $p < 0,05$, mientras que el pH y el porcentaje de cenizas lo es para $p < 0,01$ y $p < 0,001$ respectivamente. Las diferencias entre jamones solamente se detectan para el contenido en humedad y en cenizas, que presentaron una significación leve (Tabla 41).

En esta misma tabla, se observa que los cloruros presentan diferencias significativas entre los distintos jamones y entre las distintas regiones anatómicas. Las diferencias entre jamones fueron significativamente bajas, mientras que las diferencias entre regiones se mostraron significativas para $p < 0,01$. Los rangos de valores oscilan entre 6,06 y 6,83% para el factor jamón y entre 5,81 y 6,95% para el factor región.

El estudio estadístico de los índices de degradación, expuesto en la Tabla 41, no muestra diferencias estadísticamente significativas.

Los datos expresados en materia seca apenas muestran diferencias para ninguno de los factores estudiados. Tan sólo las regiones anatómicas presentan leves diferencias para el porcentaje de cenizas y el de cloruros. Los rangos de valores oscilan entre 15,69 y 18,32% para el primer parámetro analizado y entre 13,36 y 15,55% para el segundo parámetro. En ambos casos, las regiones de la punta y la contramaza se muestran diferentes entre sí (Tabla 42).

6.4.2 DISCUSIÓN

La prueba en este ensayo determinó unas mayores mermas en todas las fases del proceso que en el ensayo anterior, pero en este caso se consiguió secar al objetivo previsto del 38% de pérdidas en un periodo total de 9 meses.

Frente a las pérdidas del 1,63% de la fase de salazón de los jamones del lote 2, en este caso las mermas se ampliaron al 3,44%. En la fase de frío, de igual duración en ambos casos, se consiguió aumentar desde el 10,56% al 12,77% en los cuatro meses. Finalmente en la fase de calentamiento, comparando las pérdidas a los 7 meses que se mantuvieron los jamones del lote B02, mientras que en este lote las mermas totales eran sólo del 26,40%, en este tercer ensayo ya se elevaron al 31,53%, permitiendo en un periodo de otros 2 meses alcanzar el objetivo previsto de desecación (Tablas 10 y 15).

Sin embargo las pérdidas de humedad no fueron totalmente homogéneas y los resultados finales no fueron los deseados todavía. Al final del proceso se apreciaron diferencias significativas en el contenido en humedad entre las regiones que nos indicarían esta falta de homogeneidad. También se comprobó un comportamiento no uniforme entre los jamones, explicable en el hecho de que los jamones con mayor contenido en humedad tenían un menor contenido salino, que en ningún

caso fue inferior a los datos bibliográficos estudiados (León Crespo, 1983; Flores, 1985; Pineda y Carrascosa, 1993; García y col., 2002).

También se apreció una drástica reducción en las mermas entre el primer mes y el segundo en la fase de temperatura alta. Cabía seguir pensando a la luz de estas apreciaciones que los procesos internos de difusión exigían una mayor duración. Por ello se plantearon los siguientes ensayos ampliando la duración de la fase en frío.

6.5 ENSAYO 4

El peso de las seis piezas que constituían este lote osciló entre 8,675 y 10,750 Kg., con una media de entre 9,721 Kg. (Tabla 17), por lo que se dispuso que los jamones permanecieran en salazón 10 días, aplicando la relación de 1 día por Kg. de peso.

Este grupo de jamones se mantuvo en frío durante 5 meses, un mes adicional en comparación con los dos lotes anteriores. La fase de calentamiento posterior a 30°C se prolongó hasta conseguir mermas totales del 38%.

6.5.1 RESULTADOS

6.5.1.1 Evolución de la desecación.

Los jamones de este lote también experimentaron una disminución paulatina de peso durante su elaboración, aunque con anomalías aparentes. La primera anomalía se produjo en los 10 días de salazón, durante los que no se produjeron pérdidas de peso. La merma media total durante la fase de frío fue del 11,98% (Tabla 21). En la fase posterior a temperatura de 30°C llegaron a tener una merma del 25,31%, para completar la merma total objetivo del 38%, pero sólo después de 1 año a esa temperatura y 17 meses de elaboración.

Este lote comenzó con mermas de un 3,52% en la fase de frío, descendiendo progresivamente hasta alcanzar un porcentaje del 1,87% en el quinto mes. A continuación las piezas de este lote se expusieron a una temperatura de 30°C, experimentando una merma del 6,04% en ese primer mes de la fase de calentamiento, que disminuyó bruscamente en el siguiente mes, tomando valores del 3,27%. En meses sucesivos la disminución de las mermas fue paulatina, desde porcentajes medios del 2,41% hasta el 1,38% (Tabla 19). La Figura 4 muestra gráficamente la progresión de las mermas para este lote.

Tras un largo proceso de elaboración, de 17 meses, las mermas totales alcanzadas presentaron un valor medio del 39,29% (Tabla 21).

6.5.1.2 Examen sobre la presencia de ácaros.

No se detectó la presencia de ácaros en ningún momento del proceso de elaboración.

6.5.1.3 Análisis sensorial.

A pesar de los porcentajes de pérdidas de peso totales alcanzados por este lote, con un media de 39,29% (Tabla 21), los análisis sensoriales preliminares constataron defectos de secado similares a los observados para los lotes anteriores.

En cuanto a las apreciaciones olfativas se detectaron olores francamente desagradables en algunos de los jamones de los lotes, si bien en ningún momento se detectó acortezamiento.

Por todos estos motivos se decidió que las piezas elaboradas en este ensayo no se sometiesen a la prueba sensorial de consumidores.

6.5.1.4 Análisis químico.

Se analizaron químicamente las siete piezas del lote B04. Los datos medios y el análisis de varianza se encuentran tabulados en la tablas 43 y 44.

Analizando estadísticamente los datos de pH y grasa se observan diferencias medianamente significativas entre jamones. Los datos medios quedan tabulados en la Tabla 43. No se aprecian diferencias en ningún otro parámetro químico.

El análisis de varianza de los datos por regiones revela diferencias altamente significativas para el pH, la humedad y las proteínas totales, mientras que la significación es baja para el parámetro grasa. Los datos

medios por jamón y por región se recogen en la misma tabla que los datos anteriores.

En cuanto a los datos en materia seca de este lote, se observan bajas diferencias para los datos de proteínas, mientras que las diferencias se hacen medias para la grasa total. Entre regiones, la grasa total, las proteínas totales, las cenizas y los cloruros muestran una significación media, con rangos de valores de entre 11,60 y 18,61%, 65,38 y 74,56%, 11,29 y 15,30% y 10,48 y 13,52% respectivamente.

No se han detectado diferencias estadísticamente significativas para ninguno de los parámetros utilizados como índices de la degradación.

6.5.2 DISCUSIÓN

Tras un largo proceso de elaboración se consiguió una merma final adecuada, obteniéndose unos valores de humedad, de media 47,73% (Tabla 43), que se encuentran dentro de los rangos bibliográficos encontrados. A pesar de todo, las deficiencias de secado seguían patentes.

Los datos obtenidos de las pérdidas de peso tras salazón fueron tremendamente llamativos, ya que dichas pérdidas fueron prácticamente insignificantes. No se ha localizado bibliografía que recoja mermas similares.

La merma sufrida durante la fase de frío fue, así mismo, reducida, alcanzándose tan sólo un 11,98%, la merma más baja registrada para esta fase en este trabajo teniendo en cuenta en tiempo de permanencia en ella (Tabla 1).

El porcentaje de sal de las piezas presentó un valor medio de 6,25% (Tabla 43), cifras incluidas en el rango dado por León Crespo y col. (1983). El porcentaje de sal expresado en materia seca revela unos valores inferiores a los obtenidos en los lotes anteriores (12,14%), lo

que parece explicar las bajas mermas durante la salazón y la dificultad de secado, ratificando la referencias ya comentadas de que en ocasiones hay en las industrias jamones anómalos que se secan con gran dificultad y que este fenómeno coincide con el hecho de que los jamones tengan un bajo contenido salino (Gelabert y col., 1998; Arnau y col., 2003). Efectivamente, los jamones del lote 4 tenían poca sal.

En el curso de la elaboración de este lote observamos como se retrasaba considerablemente su desecación, pero a diferencia del lote B02, en que detuvimos dicho proceso antes de conseguir el objetivo previsto, mantuvimos los jamones en la cámara hasta el final. No obstante, se inició hacia la mitad del proceso un nuevo lote experimental, con la misma duración del periodo de estabilización en frío, pero asegurando un mayor contenido salino, aumentando un día el periodo de salazón.

6.6 ENSAYO 5

En este ensayo se elaboró un nuevo lote de jamones blancos, de pesos comprendido entre 10,075 y 11,725 Kg. (Tabla 22), manteniéndose en salazón 11 días. Las piezas de este lote permanecieron un total de 5 meses en la fase de frío y un total de 3 meses en la fase de calentamiento a 30°C (Tabla 1), momento en el que alcanzaron unas mermas totales del 35,02%.

6.6.1 RESULTADOS

6.6.1.1 Evolución de la desecación.

Como en casos anteriores, las piezas elaboradas en este ensayo sufrieron un descenso progresivo de las pérdidas de peso. Este lote, sufrió pérdidas en salazón de entre 3,28 y 5,76%, con un valor medio del 4,33%. Las mermas medias totales durante los cinco meses de la fase de frío fueron del 14,57%. Las pérdidas totales en la última fase a 30°C fueron del 16,11% (Tabla 26).

Las mermas parciales medias durante los cinco meses de la fase de frío fueron decreciendo desde un 5,10% en el primer mes hasta un 1,43% en el quinto mes. El paso de la fase de frío a la fase de calentamiento supuso una diferencia en las mermas mensuales de los jamones, que pasaron de los mencionados 1,43% en último mes de frío, a unas pérdidas del 8,87% del primer mes a temperatura elevada. Este valor descendió a niveles del 4,14% en el segundo mes y al 3,10% en el último mes (Figura 5).

6.6.1.2 Examen sobre la presencia de ácaros.

No se detectó la presencia de ácaros en ningún momento del proceso de elaboración.

6.6.1.3 Análisis sensorial.

Tras una evaluación sensorial preliminar del lote B05 se decidió desistir de la realización de dicha cata, al observar ligeros defectos de secado y un color rosa pálido anómalo en algunas de las muestras que se obtuvieron para su posible análisis, correspondiendo dichas muestras a las zonas profundas del jamón. No obstante, no se detectó acortezamiento superficial de las piezas curadas y las muestras de la zona externa tenían un aroma muy apreciable.

6.6.1.4 Análisis químico.

Se realizó el análisis químico de cuatro jamones del lote. En las Tablas 45 y 46 se pueden observar las medias de cada parámetro analizado y el análisis de varianza realizado por jamones y por regiones.

Sólo se aprecian diferencias significativas entre jamones para los parámetros humedad, grasa y proteínas expresados sobre muestra total con una $p < 0,01$ y valores de F de 18,00, 15,80 y 18,03 respectivamente. Los datos de humedad se encuentran en el rango entre 53,80 y 59,40%, los datos de grasa entre 12,00 y 5,80% y los de proteínas entre 27,40 y 31,00%. En cuanto a las diferencias entre regiones se puede observar como los parámetros humedad, grasa, cenizas, cloruros, expresados todos ellos en muestra total, se manifiestan significativamente diferentes para valores de $p < 0,05$ o $0,01$ según el caso. Los datos de cloruros se encuentran entre 5,34% para la maza y 6,37% para la punta (Tabla 45).

Los datos expresados en materia seca de este lote revelan diferencias significativas en la grasa y las proteínas tanto para el factor jamón como para el factor región con valores $p < 0,01$ y $p < 0,05$ respectivamente según el factor. Así mismo, se detectan diferencias entre regiones anatómicas en los resultados de cenizas y cloruros con significaciones medias (Tabla 46).

No se encuentran diferencias significativas para ninguno de los parámetros indicadores de degradación ni tras el análisis de varianza de los datos expresados en muestras total ni para los datos expresados en materia seca.

6.6.2 DISCUSIÓN

En la Figura 5 se muestra como las pérdidas en la fase fría de los jamones se mantuvieron con la normalidad que ya nos habían señalado las pruebas precedentes, llegando a pérdidas totales superiores, ya que se mantuvieron un mes más de permanencia en frío. A pesar de que los jamones de este lote entraron en la fase de 30°C con mayores mermas acumuladas que los lotes anteriores, las mermas durante el primer mes en esta etapa de calentamiento fueron muy elevadas. Sin embargo se produjo un descenso brusco en el segundo mes, alcanzando valores mensuales a niveles de los jamones del ensayo anterior.

La concentración de sal de las piezas del lote B01 presenta un valor medio de 5,93%, dato acorde con los datos aportados por Pineda y col. (1993), que mencionan un 5,5%, y dentro del rango dado por León Crespo y col. (1983) de un 3,40-9,98%. Analizando los valores del porcentaje de cloruros expresados en materia seca se observa como se han logrado una concentración salina relativamente alta y lo que se ha visto reflejada en un aumento de las mermas en el primer mes a la temperatura de 30°C (Figura 5).

Las diferencias de composición entre zonas para este lote no se manifiestan de igual modo para todos los parámetros estudiados, no pudiéndose establecer un comportamiento general. No obstante, la zona de la maza es aquella que, en todos los casos, se muestra diferente a alguna de las dos zonas restantes.

Todos estos resultados parecen apuntar al hecho de que se ha producido una mejor distribución de la sal en los tejidos del jamón, realmente como consecuencia del mayor periodo de estabilización en la

fase de frío. Con ello habíamos conseguido incrementar la concentración salina a niveles que provocaban la desecación rápida muy aparente al ponerlos a la temperatura de 30°C. La brusca caída de las mermas en el segundo mes indica sin embargo que la salida del agua desde las zonas internas del jamón estaba aún dificultada, lo que comprobó en el análisis sensorial con muestras poco desecadas.

Por estos razonamientos se consideró interesante ampliar aún un mes más el periodo de frío.

6.7 ENSAYO 6

Este lote de jamones blancos estaba constituido por cuatro piezas de un peso comprendido entre 9,925 Kg. y 12,125 Kg (Tabla 27). Permanecieron en salazón 11 días. La duración de la fase de frío fue de 6 meses y se pasó a 30°C hasta que las pérdidas totales fueron del 38,97% (Tabla 31).

6.7.1 RESULTADOS

6.7.1.1 Evolución de la desecación.

Tras la salazón de los jamones, las mermas fueron de entre 3,71 y 4,97%, con valor medio del 4,42%. Las pérdidas parciales medias en cada una de las dos fases siguientes supusieron un 16,78% en la fase de frío y un 20,03% en la fase de calentamiento (Tabla 31).

Durante los 6 meses de permanencia en la fase de frío se produjo una reducción de las mermas desde un 4,47% del primer mes hasta un 1,29 % del sexto mes (Tabla 29).

En la Figura 6 se puede observar como en el primer mes de la fase de calentamiento los jamones experimentaron una merma del 7,24%, para posteriormente reducirse este porcentaje a valores del 3,99% en el segundo mes, del 3,55% en el tercero y del 2,98% en el cuarto y último mes.

6.7.1.2 Examen sobre la presencia de ácaros.

No se detectó la presencia de ácaros en ningún momento del proceso de elaboración.

6.7.1.3 Análisis sensorial.

Del análisis sensorial preliminar de este último lote, no se dedujeron defectos de textura, ni olores ni sabores desagradables por lo que se procedió a realizar una prueba sensorial de consumidores.

Los datos obtenidos del análisis estadísticos de la cata de consumidores organizada para este lote B06 se muestran en la Tabla 49. En ella se puede observar como se establecen numerosas significaciones y en diferente grado.

En dicha tabla se muestra como el jamón B060301 es valorado como diferente del resto de jamones del lote en cuanto a su aspecto externo y la "facilidad de masticación" para un nivel de significación de $p < 0,01$ y $p < 0,001$. También se detectan diferencias significativas entre jamones para la intensidad del olor, la cualidad del olor, la dureza y la jugosidad para niveles de significación de $p < 0,05$, $p < 0,01$ y $p < 0,001$ según el atributo. Los valores medios obtenidos superan, en prácticamente todos los casos, la puntuación 5. No se aprecian diferencias estadísticas en cuanto al sabor ni en cuanto a la aceptabilidad general.

En cuanto a las diferencias entre regiones se puede observar como se detectan diferencias significativas para todos los atributos estudiados con distinto grado de significación según el caso. Se puede apreciar como existen diferencias estadísticas en cuanto a la dureza, la facilidad de masticación y la jugosidad para $p < 0,05$, en cuanto a la cualidad del sabor para $p < 0,01$ y en cuanto al aspecto, la intensidad del olor y del sabor y la aceptabilidad general para $p < 0,001$. En todos los casos, la región de la maza es aquella que se manifiesta diferente de al menos una de las otras dos regiones anatómicas, incluso en algunos casos diferente de las dos regiones. Los valores obtenidos del análisis estadístico, en este caso por regiones, superan en prácticamente todos los casos el valor 5 (Tabla 49).

6.7.1.4 Análisis químico.

Los valores de pH del lote B06 son estadísticamente diferentes entre jamones y entre regiones (Tabla 47).

En la tabla anterior se observa que los porcentajes de cenizas y de cloruros en muestra total presentan diferencias significativas por regiones y por jamones para $p < 0,05$ y $p < 0,01$ respectivamente según el factor. Los datos de los porcentajes de humedad, grasa y proteínas solamente resultan estadísticamente diferentes por regiones anatómicas, con valores de $p < 0,01$ en todos los casos.

En cuanto a los datos expresados en extracto seco, las cenizas y los cloruros presentan diferencias significativas entre jamones para $p < 0,01$ y $p < 0,05$ respectivamente (Tabla 48).

En el análisis estadístico por regiones que se encuentra recogido en la parte inferior de la tabla anterior, se aprecia como las distintas regiones presentan diferencias altamente significativas para la grasa con una F de 100,54. El porcentaje de proteínas en cambio presenta una significación baja para este mismo factor.

Por último, ni el porcentaje de nitrógeno no proteico ni el índice de ácido tiobarbitúrico muestran diferencias significativas (Tabla 48).

6.7.2 DISCUSIÓN

Las mermas en salazón en este lote se encontraron dentro del rango normal establecido en la bibliografía y muy similares a los jamones de lotes anteriores que habían tenido 11 días de sal.

La desecación para este lote ha seguido la característica evolución del procedimiento ensayado en este trabajo. Se comprobó que al aumentar la temperatura de los jamones a 30°C se aumentaba la intensidad de la desecación. En este lote se partía en dicho momento de jamones que presentaban unas mermas acumuladas durante la salazón

y permanencia en frío del 21,20% (Tabla 30) y en el primer mes se produjeron mermas del 7,24% (Tabla 29), reduciéndose en los meses siguientes de una forma paulatina, no tan dramática como en el lote anterior, lo que indicaba que nuestras consideraciones sobre la difusión salina eran acertadas.

Esta idea se corroboró porque al final se obtuvieron jamones perfectamente aceptables y que fueron evaluados sensorialmente con apreciaciones muy interesantes. No se detectaron defectos en los productos finales y los resultados de la evaluación sensorial fueron muy satisfactorios.

El aroma de los productos fue muy apreciado, similar al de jamones de bodega. La razón es que los mohos que habían crecido en la fase de frío habían generado sus sustancias aromáticas en dicha fase que impregnaron los jamones durante la etapa de calentamiento. Es decir, se habían conseguido jamones de bodega al final de un proceso de secado.

6.8 ENSAYO 7

En el curso de nuestra investigación, se nos ofreció la oportunidad de realizar un ensayo con jamones de cerdo ibérico, inicialmente no incluidos en este trabajo.

El ensayo se realizó dentro de un convenio de colaboración entre nuestro Departamento y la Empresa Sánchez Romero Carvajal Jabugo S.A.

En el ensayo se nos encargó la elaboración con nuestro procedimiento de la estabilización en frío seguida de la etapa de calor de un lote de 6 jamones que se elaboraron en nuestra Planta Piloto. Estos jamones tenían su paralelo en otros 6 jamones que se elaboraron en la industria de Jabugo de la forma tradicional. Se trataba en este caso de comparar nuestros resultados en una prueba sensorial final.

Los seis jamones que conformaban el lote presentaron un peso fresco de entre 8,450 y 9,850 Kg. (Tabla 32).

Se desconoce el tiempo de permanencia en sal. Los jamones ya salados ingresaron en la Planta Piloto un mes después de la salazón. En ese momento se inició la elaboración de los mismos con nuestro procedimiento. Se decidió mantenerlos en la fase de frío un total adicional de 8 meses, tras los cuales se llevaron a 30°C hasta alcanzar una pérdida media próxima al 35%, objetivo concretado con la industria.

6.8.1 RESULTADOS

6.8.1.1 Evolución de la desecación.

En el ensayo realizado se observa que todas las piezas elaboradas sufrieron una disminución progresiva de peso, sin embargo estas pérdidas de peso fueron muy lentas.

Las mermas en la salazón fueron del 5,43% y durante el primer mes que los jamones estuvieron en la industria disminuyeron su peso en un 7,49% adicional. Durante los 8 meses en frío que permanecieron los jamones en nuestras instalaciones experimentaron una pérdida paulatina de peso que se concretó en una media acumulada de 10,15%. Las pérdidas medias totales del 35% sólo se alcanzaron después de 10 meses en la fase de calentamiento (Tabla 36).

Los jamones se comportaron en la etapa de calor de una forma distinta a cómo se habían portado los jamones de cerdo blanco objeto de nuestras experiencias. La elevación de la temperatura no se manifestó con un significativo aumento de las pérdidas de peso, como ocurría en los ensayos anteriores (Figura 7) y las pérdidas mensuales subsiguientes en esta fase fueron muy reducidas.

6.8.1.2 Examen sobre la presencia de ácaros.

No se detectó la presencia de ácaros en ningún momento del proceso de elaboración.

6.8.1.3 Análisis sensorial.

En el estudio sensorial preliminar de los jamones de este lote elaborados en la Planta Piloto se comprobó su adecuación y aceptabilidad general para poder ser sometidos al análisis sensorial comparativo, siendo muy aparentes las sensaciones olfativas externas muy agradables, que recordaban a la corteza del pan. Al corte el color del magro y su olor fueron adecuados, así como su textura y olor.

En la cata comparativa dirigida, que se llevó a cabo en la Plata Piloto, se incluyeron, tres de los jamones ibéricos elaborados por nosotros y dos jamones testigos elaborados en la empresa según el método tradicional.

En la Tablas 52 a 56 se recogen los datos obtenidos de esta prueba.

Los catadores fueron capaces de apreciar diferencias en el color de la grasa entre jamones con distinto modo de elaboración, si bien los jamones testigos obtuvieron puntuaciones intermedias a las obtenidas por los otros tres jamones para el atributo "amarillo de la grasa" e inferiores a estos para el atributo "rosa de la grasa".

En cuanto a la fluidez de la grasa subcutánea y el brillo superficial del magro de la loncha, los catadores detectaron grasa más fluida y mayor brillo en las muestras de los jamones elaborados por el nuevo método.

No se han encontrado grandes diferencias en el veteado de las lonchas, siendo la puntuación algo inferior a lo que cabría esperar dado el origen racial de los perniles.

La intensidad del color rojo de las muestras de jamón resulta más intensa en los jamones elaborados según nuestro procedimiento. Los jamones elaborados por el método tradicional contienen mayor porcentaje de humedad que los jamones del nuevo método (Tabla 50) y, por tanto, un color más claro.

En relación a los atributos olfativos, el olor a rancio se ha puntuado entre ligeramente perceptible y moderadamente perceptible, siendo los jamones elaborados por el nuevo método los que demuestran una rancidez más elevada, quizás debido al estufaje prolongado ya que la oxidación de las grasas se ve favorecida por la temperatura elevada.

El olor a corteza de pan ha recibido valores de 3,25, 2,00 y 1,80 para los jamones elaborados por el nuevo método y de 1,60 y 3,17 para los jamones elaborados conforme al método tradicional. Para el olor a frutos secos tostados y sin tostar se observa como los mismos jamones que obtienen la mayor puntuación para corteza de pan obtienen asimismo las puntuaciones más altas para los otros dos olores mencionados. De

este modo, no se puede establecer un efecto claro del método de elaboración sobre la intensidad de estos atributos.

Los cinco jamones presentan en cuanto a dureza, masticabilidad y fibrosidad un comportamiento similar, no pareciendo existir diferencias por el método de elaboración empleado.

Los factores que influyen en la apreciación de la jugosidad son la humedad y el contenido graso. En nuestro estudio parece que las diferencias observadas están más relacionadas con el segundo factor que con el contenido de agua, ya que las muestras de más jugosidad han sido aquellas que mayor fluidez y exudado han presentado, a pesar de ser las muestras con menos contenido acuoso. De este mismo modo, se puede evidenciar esta misma relación entre las características de fluidez y exudado y el hecho de presentar mayor recubrimiento graso en el paladar.

Ya en boca no se detectan diferencias en cuanto a la rancidez ni al aroma a caldo de carne, pero sí en cuanto a corteza de pan y a frutos secos. Para ambos parámetros se obtienen puntuaciones claramente superiores en nuestros jamones en relación a los jamones testigo.

En cuanto a los sabores básicos no se aprecian diferencias entre jamones para el sabor salado. Del mismo modo, tampoco se evidencian diferencias para el sabor dulce.

6.8.1.4 Análisis químico.

En las Tablas número 50 y 51 se puede ver comparativamente como se aprecian diferencias entre algunos de los datos químicos obtenidos del análisis en laboratorio de un jamón testigo elaborado por el método tradicional y de dos de los jamones elaborados por el nuevo método.

Los valores de pH presentan una media de 5,75. No parecen apreciarse diferencias significativas entre jamones ni entre regiones anatómicas.

El jamón testigo presenta un porcentaje de humedad superior a los jamones elaborados por el nuevo método, mostrándose estadísticamente con una F de 7,49 para $p < 0,05$. Las regiones en cambio no muestran diferencias significativas. Del mismo modo no se observan diferencias estadísticas para el resto de parámetros de composición bruta para ninguna de las dos fuentes de variación como tampoco para el contenido de cloruros en muestra total.

En cuanto a los índices y porcentajes de degradación, tan sólo se han detectado diferencias estadísticas para el índice de peróxidos y para porcentaje de nitrógeno no proteico. En el primer caso, se aprecian diferencias altamente significativas para una F de 178,13 y $p < 0,001$. Para el segundo indicador, las diferencias resultan ligeramente significativas entre jamones ($p < 0,05$), aunque estas diferencias estadísticas desaparecen al emplear los valores expresados en materia seca. No se aprecian diferencias entre regiones para este parámetro.

El análisis estadístico de los datos expresados en materia seca revela diferencias significativas tan sólo para el porcentaje de cenizas.

6.8.2 DISCUSIÓN

En este estudio comparativo se observó inicialmente una clara posibilidad de poder hacer el jamón tradicional con el procedimiento que estábamos ensayando.

La duración excesiva del periodo de desecación que observamos en nuestra experiencia, supone en principio que nuestro procedimiento no tendría ventajas de tiempo en la duración del periodo de elaboración de los jamones. Sin embargo, posiblemente se podría acortar este periodo total si se incrementase la duración del periodo de estabilización en frío.

Los reducidos valores de mermas durante la desecación a 30°C pueden sin duda achacarse a que los procesos de difusión de la sal no se habrían completado cuando los jamones se expusieron a esta temperatura, aún a pesar de que el periodo de estabilización en frío se había prolongado 9 meses. Este retraso en alcanzar una concentración salina suficiente en el interior del jamón podría achacarse en principio a la presencia de la grasa intramuscular en estos jamones, que se sabe que retrasa la difusión salina (León Crespo, 1997).

Otro factor que no se debería desdeñar es el hecho de que los jamones que se sometieron a este ensayo presentaron un contenido salino relativamente reducido (8,12% en MS), en comparación con el contenido salino de los jamones de cerdo blanco que se habían estudiado en los ensayos previos (14,21% para los jamones salados durante 11 días).

La dilucidación de estas incógnitas sobre la dificultad de desecación de los jamones ibéricos queda pendiente de estudios más detenidos.

El hecho de que la calidad sensorial de los jamones elaborados con el procedimiento desarrollado en este trabajo fuese similar, y en ocasiones superior, a la calidad sensorial de los jamones elaborados de forma tradicional parece muy prometedor para que este procedimiento pudiera implantarse como método para controlar los ácaros.

6.9 DISCUSIÓN GENERAL

A partir de los seis ensayos realizados sobre jamones de cerdo blanco y un ensayo con jamones de cerdo ibérico se ha podido establecer un nuevo método de elaboración de jamón de bodega que consigue hacer el jamón con calidad aceptable sin que puedan desarrollarse los ácaros, uno de los objetivos iniciales de este estudio. Pero además se han podido comprobar varios aspectos de importancia en la elaboración del jamón.

La ausencia del parásito en condiciones de temperatura de 7°C durante la fase de frío del nuevo procedimiento concuerda con los datos aportados por Lorenzo (1989) que fija el límite inferior de crecimiento del *T. putrescentiae* en 7°C.

En cuanto al límite superior, en nuestro estudio no se ha detectado la presencia del ácaro a temperaturas de 30°C a pesar de que la humedad relativa en algunos momentos durante la última fase de elaboración a temperatura elevada fue considerablemente alta. Los datos aportados por Súnier y col. (1985) y Lorenzo (1989) acerca de este dato son más elevados, exigiendo temperaturas de 35°C para *T. casei* y de 37°C para *T. putrescentiae* para conseguir la inhibición.

El manteniendo de condiciones disgenésicas de temperatura y humedad relativa para dichos ácaros durante todo el proceso de elaboración podría ser un método eficaz para el control de ácaros.

Otra apreciación que se ha podido comprobar en este trabajo es la incidencia del tiempo de salazón sobre la cantidad de sal en los jamones y las pérdidas de peso en el proceso mismo de salazón.

Las pérdidas de peso durante la salazón no fueron del mismo orden para todos los lotes procesados, que agrupados por el tiempo de permanencia en salazón se han resumido en la Tabla 60.

Puede apreciarse que los jamones de los dos lotes que estuvieron 10 días en salazón presentaron mermas totales en esta fase del 1,63 y del 0,22%. Por el contrario, las mermas de los 4 lotes que se salaron durante 11 días presentaron mermas que oscilaron entre el 6,49% y el 3,44%. Las diferencias son altamente significativas. Teniendo en cuenta que durante los primeros 10 días de salazón son prácticamente inapreciables, las pérdidas durante el último día, cuando los jamones se salan 11 días, superan ampliamente estas pérdidas. Es decir las pérdidas de peso durante la salazón se producen al final del proceso. Barat y col. (2003) sostienen que existe una estrecha relación entre la salida de agua del jamón y la ganancia de sal por el mismo. Por su parte, Gelabert y col. (1998) no aprecian de forma estadísticamente significativa ningún tipo de efecto de la disminución del aporte de sal sobre la pérdida de peso de los jamones curados, aunque afirman haber detectado una tendencia a la disminución de las pérdidas de peso cuando el porcentaje de sal es menor.

En nuestro estudio, al comparar el contenido salino de los jamones de los distintos lotes en relación al tiempo de salazón se comprueba efectivamente esta relación. Es decir, se puede confirmar el fenómeno de aceleración del proceso de salazón al final señalado por León Crespo y col. (1997) ya que el incremento de sal en sólo 1 día más de salazón no es directamente proporcional al tiempo, sino que la entrada de sal es más elevada en este último día.

Las mermas tras salazón presentadas por los lotes que se salaron durante 11 días se encuentran dentro de los rangos establecidos por los distintos autores para un proceso normal de salazón. Marcos (1991) establece una merma genérica de entre un 3 y un 5% para el método de salazón en pilas de sal y entre un 4 y un 6% para la salazón en contenedores. Así mismo, Nicolau (1985) y Arnau y col. (2003), fijan la merma en salazón entre un 3 y un 7% para jamón blanco, cuya media es similar al 5% encontrado por Giuliani (2005).

En cuanto a las mermas durante la fase de frío, se ha comprobado que los valores son similares a los datos normales en el periodo de estabilización/post-salado mínimo de tres meses para conseguir la inhibición de los clostridios y evitar la cala (Marcos, 1991; Martín, 2001; Arnau y col., 2001; Ventanas y Cava, 2001). Sin embargo, las diferencias de la duración de este periodo no permiten realizar comparaciones demasiado válidas entre los distintos ensayos.

En el primer ensayo, al iniciar el calentamiento a 30°C se comprobó una reducción drástica de las mermas en los jamones que en principio no parecían razonables pero que Cava y col. (1998) habían apreciado como responsables de anomalías en jamones sometidos a estufaje con bajas concentraciones salinas. Estos autores consideran que los cambios estructurales de las proteínas están condicionados por la concentración de sal en la fase acuosa y que la concentración salina crítica para que se produzca esta desnaturalización en las proteínas cárnicas es del orden del 6% de sal. Niveles inferiores a este límite provocan la aparición de jamones con texturas blandas. Estas apariciones son más acusadas cuando convergen bajas concentraciones salinas y altas temperaturas, superiores a los 25°C. No obstante, afirman haber encontrado anomalías de textura en los jamones de cerdos blancos, tanto de corta como de larga maduración, a pesar de presentar concentraciones de sal superiores a los valores críticos (8%), pudiendo estar debidas a los procesos de estufaje a los que son sometidos durante el proceso de secado maduración.

Al someter los jamones a temperaturas de 30°C, de acuerdo con los resultados del ensayo básico que se realizó para determinar la influencia de la temperatura sobre la capacidad de retención de agua, el efecto de aumento del coeficiente de difusión debido al aumento de la temperatura se vio contrarrestado por este efecto de mayor hidratación. Las condiciones de secado se dificultaban, apreciándose un descenso brusco en las mermas en el segundo mes de calentamiento en los

primeros ensayos, que obligó a prolongar el periodo de frío en los ensayos subsiguientes.

A través de los sucesivos ensayos hemos podido comprobar que prolongando la duración del periodo de frío se consigue una mejor desecación después en la fase de calentamiento. Realmente, este aspecto ha sido el más trascendente para llegar a desarrollar el proceso en los términos que se ha ultimado.

Efectivamente, al aumentar el periodo de frío conseguimos una extensión del proceso de difusión de la sal hacia el interior, estudiada previamente en estos laboratorios por parte de este grupo de investigación (León Crespo y col., 1987).

Finalmente se consiguieron resultados aceptables de mermas en el proceso de elaboración de las dos etapas de frío y calor cuando el periodo de frío se prolongó durante 6 meses.

En los ensayos previos a este periodo de frío de 6 meses, a pesar de que se llegaron a alcanzar mermas del nivel que se consideraban adecuadas en la industria, nuestros jamones presentaban defectos internos que no los hacían evaluables. La razón puede residir en que en las zonas más internas la cantidad de agua que resta es alta y se estimula la actividad de los enzimas hidrolíticos responsables de la degradación (Toldrá, 1996).

Arnau (2000) afirman que la temperatura debe aumentarse una vez estabilizado el jamón para facilitar la pérdida de agua y las reacciones de aromatización, teniendo en todo momento presente que la temperatura elevada puede hacer aumentar excesivamente alguna de las notas de flavor hasta convertirla en desagradable. En 1997 este mismo autor y sus colaboradores investigaron el efecto de la temperatura (20, 25 y 30°C) entre el 5º y 6º mes de procesado de jamones blancos y observaron, entre otras apreciaciones, mayores valores del descriptor "sabor picante" en los músculos bíceps femoral de las piezas sometidas a 30°C. Jurado y col. (2002) comentan, en la

misma línea, que la formación de compuestos volátiles es escasa durante el post-salado frío y que el incremento de temperatura activa dicha formación.

En nuestro trabajo, junto con la reducción de las dificultades de secado anteriormente comentadas, se pudo apreciar un aroma más intenso y carente de notas desagradables (quemado, tostado) en aquellos jamones con mayor permanencia en la fase de estabilización-maduración y menor permanencia en la última fase a temperatura elevada. Este hecho sin duda es debido a la presencia de los mohos inoculados y que se desarrollaron en la fase fría, que básicamente tienen un efecto de aromatización similar a los mohos en la fase de bodega. Incluso el aroma se mejora porque los mohos creciendo a temperaturas más bajas producen mayor cantidad y variedad de sustancias aromáticas (Céspedes, 1998).

Es decir, el procedimiento desarrollado en este trabajo, no contempla, como última fase, el paso por bodega, a diferencia del proceso tradicional, sino que la aromatización de las piezas se origina durante la fase de frío. Por tanto, el proceso de elaboración mediante ese nuevo método tiene una menor duración.

Teniendo en cuenta este aspecto, proponemos para este nuevo procedimiento de elaboración del jamón de bodega, la denominación de "Procedimiento Acelerado Simultáneo de Estabilización y Aromatización", resumido con las siglas PASEA.

7 CONCLUSIONES

1. Mediante una serie de ensayos, descritos en la presente memoria, se ha conseguido modificar el proceso tradicional de elaboración del jamón de forma que en ningún momento puedan crecer los ácaros y se obtenga un producto de calidad similar o incluso mejor que el producto tradicional.
2. La modificación del procedimiento se caracteriza por la elaboración en dos etapas, resultantes de simultanear el post-salado y la bodega, con lo que se consigue una aceleración del proceso. Por ello hemos sugerido la denominación de este método como "Procedimiento Acelerado Simultáneo de Estabilización y Aromatización" (PASEA).
3. El PASEA se caracteriza simplemente por la modificación de las condiciones termohigrométricas, incluyendo una condición inicialmente indeseable en la elaboración tradicional, el "remelo intencionado", por el que se consigue la simultaneidad de post-salado y bodega.
4. La progresión de las pérdidas de peso de los jamones elaborados mediante el PASEA sigue un patrón característico, distinto del seguido por los jamones elaborados tradicionalmente.
5. La dificultad creciente en la desecación de jamones en la fase de estufaje de ensayos preliminares de este estudio, planteó la realización de un estudio básico sobre el efecto de la temperatura y la concentración de sal sobre la Capacidad de Retención de Agua (CRA) de la carne, no encontrado previamente en la bibliografía. Como consecuencia de este estudio se ha comprobado que la temperatura no influye de manera

significativa sobre la CRA si la concentración de sal es inferior al 5% en la fase acuosa. A concentraciones salinas superiores, a 30°C las proteínas son capaces de retener más agua que a 5°C. Este hecho explicaría la mayor dificultad aparente al desecar los jamones a 30°C si la concentración no era suficientemente elevada. Al aumentar la concentración salina se facilita la desecación, incluso a 30°C. Este hecho exige la prolongación del periodo de post-salado hasta conseguir una difusión salina hacia el interior del jamón que alcance estos niveles.

6. Del análisis de las muestras elaboradas con el PASEA no se han comprobado diferencias en los valores químicos con respecto a los índices normales en el jamón tradicional. Sólo cabe destacar las diferencias presentadas en los parámetros indicadores de la degradación. Las piezas ibéricas incluidas en estos ensayos experimentaron menos degradación en la fracción lipídica y los jamones de cerdo blanco presentaron índices de degradación proteica inferiores a los que recoge la bibliografía.
7. Los jamones elaborados con el PASEA en el último de los ensayos consiguió una aceptabilidad sensorial comparable a los jamones tradicionales.
8. El análisis sensorial de los jamones ibéricos permitió detectar diferencias entre los jamones testigo y experimentales. Estas diferencias afectan a la coloración de la grasa, la fluidez de la grasa, el brillo superficial del magro, la intensidad de color y el olor a rancio.

9. La intensidad del aroma de los jamones ibéricos PASEA fue más apreciada que la de los jamones testigo. Este efecto cabe atribuirlo a que los mohos crecen a menor temperatura en el PASEA que en las bodegas tradicionales.

8 BIBLIOGRAFÍA

Andrés, A. I. y Ruiz J. (2001). Tecnología del salazonado del jamón ibérico. En cap. VIII de Tecnología del jamón ibérico, de los sistemas tradicionales a la explotación racional del sabor y el aroma". Coordinador J. Ventanas. Ediciones Mundi Prensa. Madrid.

Andrés, A. I.; Cava, R.; Donoso, R. y Ruiz, J. (2003). Efecto del nivel de sal y las condiciones de procesado sobre la evolución de las mermas durante el proceso de elaboración del jamón ibérico. CDrom II Congreso Mundial del Jamón. Coordinador Jesús Ventanas. Edita Universidad de Extremadura.

Andujar, G y Tarrazo, J. (1981). The rate of penetration of salt into meat. Fleischwirtsch, nº 61 (9); 1366.

Anónimo (1990). Las alteraciones del jamón curado están cada día mejor controladas. Informe del Centro Tecnológico de la Carne. Cárnica 2000, junio; 82-83.

Anónimo (1998). El cerdo ibérico: Crianza y elaboración. Edita RT & A ediciones.

Antequera, M. T. y Martín, L. (2001). Reacciones químicas y bioquímicas que se desarrollan durante la maduración del jamón Ibérico. En cap. X de Tecnología del jamón ibérico, de los sistemas tradicionales a la explotación racional del sabor y el aroma. Coordinador J. Ventanas. Ediciones Mundi Prensa. Madrid.

Arnau, J.; Hugas, M. y Monfort, J. M. (1985). Métodos preventivos para la lucha contra los parásitos del jamón curado. Cárnica 2000, nº 18; 183-186.

Arnau, J.; Maneja, E. y Monfort, J. M. (1987). Estudio de la influencia de la carne PSE en el proceso de curación del jamón. Cárnica 2000, 2ª etapa, nº 48; 77-84.

Arnau, J. (2000). Aspectos tecnológicos que afectan al desarrollo de la textura y del flavor. II Symposium Internacional del Jamón Curado. Eurocarne Especial; 27-40.

Arnau, J. (2001). Algunos aspectos tecnológicos que afectan a la seguridad y calidad del jamón curado. Eurocarne, nº 94; 79-81.

Arnau, J.; Guerrero, L.; Gou, P. y Monfort, J. M. (2001). Tecnología, microbiología y principales problemas tecnológicos del jamón curado. En cap. 54 de Enciclopedia de la carne y de los productos cárnicos. Volumen II. Coordinador S. Martín. Ediciones Martín & Macías. Plasencia (Cáceres).

Arnau, J.; Gou, P. y Comaposada, J. (2003). Pautas de secado-maduración para uniformizar la textura y su aceptabilidad en el jamón curado. En cap. V de Avances en la ciencia, tecnología y comercialización del jamón. Coordinador Jesús Ventanas. Edita Conjamón (II Congreso Mundial del Jamón).

Arnau, J.; Gou, P. y Comaposada, J. (2003). Control del secado para uniformizar la textura del jamón curado. Eurocarne, nº 115, abril; 51-58.

Asensio, M. A. y Díaz, M. C. (2001). La estabilización del pernil desde la perspectiva microbiológica: un concepto ecológico dinámico. En cap. VII de Tecnología del jamón ibérico, de los sistemas tradicionales a la explotación racional del sabor y el aroma. Coordinador J. Ventanas. Ediciones Mundi Prensa. Madrid.

Asensio, M. A.; Núñez, F.; Bermúdez, E.; Martín, A.; Alonso, M.; Acosta, R.; Sosa, M. J. y Córdoba, J. J. (2003). En cap. VIII de Avances en la Ciencia Tecnología y Comercialización del Jamón. Coordinador J. Ventanas. Edita Conjamón (II Congreso Mundial del Jamón). Cáceres.

Baird-Parker, A. C. y Freame, B. (1967). Combined effects of water activity, pH and temperature on the growth of *C. Botulinum* from spore and vegetative cells inocula. J. Appl. Bacteriol., nº 30; 240.

Bandeira, C.; Barranco, A.; Ciudad, N.; Fontes, E.; Galán, H.; León, F.; Moreno, R.; Penedo, J. C. y Peralta, A. (1990). Técnicas analíticas de control de calidad en las industrias cárnicas. Copisterías de Córdoba, S.A., Litopress. Córdoba.

Bañón, S.; Granados, M. V.; Alvarez, D. y Garrido, M. D. (1997). Efecto PSE en el jamón curado. Eurocarne, nº 55; 27-34.

Barat, J. M.; Grau, R; Ibáñez-Company, J. B. y Fito, P. (2003). Métodos de salazonado convencionales e innovadores, captación y difusión de la sal. CDrom II Congreso Mundial del Jamón. Coordinador Jesús Ventanas. Edita Universidad de Extremadura.

Belitz, H. D. y Grosch, W. (1988). Química de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza.

Bello, J. (1985). Alteraciones del jamón curado. Cárnica 2000, 2ª etapa, nº 18; 63-79.

Bello, J. (1985). Alteraciones del jamón curado. Cárnica 2000, 2ª etapa, nº 18; 63-79.

Berdague, J. L. y García, C. (1990). Les composants volatils du jambon sec. Viandes et Prod. Carn., nº 11; 319.

Bermúdez, Mª E. y Córdoba, Mª G. (2001). El sacrificio del cerdo ibérico. Manejo ante y post-mortem. Obtención y perfilado del pernil. En cap VI de Tecnología del jamón ibérico, de los sistemas tradicionales a la explotación racional del sabor y el aroma. Coordinador J. Ventanas. Ediciones Mundi Prensa. Madrid.

BOE (1985). Orden Ministerial, del 7 de marzo de 1985, por la que se ratifica el Reglamento de la Denominación de Origen "Jamón de Teruel" y su Consejo Regulador. Boletín Oficial del Estado del 18 de marzo de 1985, nº 65. Aranzadi: Repertorio cronológico de legislación, 1986. Volumen I, marginal 605, pág. 1106-1115.

BOE (1986). Orden Ministerial, del 10 de junio de 1986, por la que se ratifica el Reglamento de la Denominación de Origen "Guijuelo" y su Consejo Regulador. Boletín Oficial del Estado del 13 de junio de 1986, nº 141. Aranzadi: Repertorio cronológico de legislación, 1986. Volumen II, marginal 1925, pág. 4119-4129.

BOE (1990). Orden Ministerial, del 2 de julio de 1990, por la que se ratifica el Reglamento de la Denominación de Origen "Jamón de Dehesa de Extremadura" y su Consejo Regulador. Boletín Oficial del Estado del 3 de julio de 1990, nº 158. Aranzadi: Repertorio cronológico de legislación, 1990. Volumen III, marginal, 1367, pág. 3622-3633.

BOE (1993). Orden Ministerial, del 3 de noviembre de 1993, por la que se ratifica el Reglamento de la Denominación de Origen "Jamón de Teruel" y de su Consejo Regulador. Boletín Oficial del Estado del 30 de noviembre de 1993, nº 286. Aranzadi: Repertorio cronológico de legislación, 1993. Volumen V, marginal 3222, pág. 12685-12696.

BOE (1995). Orden Ministerial, del 12 de julio de 1995, por la que se ratifica el Reglamento de la Denominación de Origen "Jamón de Huelva" y de su Consejo Regulador. Boletín Oficial del Estado del 18 de julio de 1995, nº 140. Aranzadi: Repertorio cronológico de legislación, 1995. Volumen III, marginal 2139, pág. 6024-6037.

BOE (1998). Orden de la Consejería de Agricultura y Pesca, del 30 de enero de 1998, por la que se ratifica el Reglamento de la Denominación de Origen Los Pedroches y de su Consejo Regulador. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía del 21 de febrero de 1998, nº 21, pág. 1854-1865.

BOE (2001). Real Decreto 1083/2001, de 5 de octubre, por el que se aprueba la norma de calidad para el jamón ibérico, paleta ibérica y caña de lomo ibérico elaborados en España. Boletín Oficial del Estado del 15/10/2001, nº 246. Modificaciones (Real Decreto 144/2003, BOE nº 34, de 8/2/2003 y Real Decreto 1781/2004, BOE nº 211, de 1/9/2004).

BOE (2004). Orden APA 2859/2004, 2 de agosto, por la que se ratifica el Reglamento de la Denominación Específica "Jamón de Trevélez" y de su Consejo Regulador. Boletín Oficial del Estado del 25 de agosto del 2004, nº 205; pág. 29864-29870.

Carrascosa, A. V. Marín, M. E.; Avendaño, M. C. y Cornejo, I. (1988). Cambios microbiológicos y físico-químicos durante el curado rápido. *Alimentaria*, julio-agosto; 9-12.

Carrascosa, A. V.; Marín, M. E. y Cornejo, I. (1989). Cambios microbiológicos y físico-químicos durante el curado lento. *Alimentaria* nº 206; 15-22.

Carrasco, J. A.; Mingoarranz, F. J.; Elvira, C. de y Sanz, P. D. (2000). Obtención de los parámetros físicos del proceso de elaboración natural del jamón ibérico. II Simposium Internacional del Jamón Curado. Editado por el Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (IRTA) y Eurocarne. Barcelona. Pág. 88-89.

Cava, R.; Tejada, J. F. y Ventanas, J. (1998). Especificaciones para jamones ibéricos: Materia prima y procesado (II). *Cárnica* 2000, junio; 107-112.

Cava, R. y Andrés, A. I. (2001). La obtención de materia prima de una adecuada aptitud tecnológica. Características de la grasa determinantes de la calidad del jamón: influencia de los factores genéticos y ambientales. En cap. IV de *Tecnología del jamón ibérico, de los sistemas tradicionales a la explotación racional del sabor y el aroma*. Coordinador J. Ventanas. Ediciones Mundi Prensa. Madrid.

Céspedes, F. (1994) Microbiología profunda del jamón: Bases para el control Tecnológico. Tesina de Licenciatura. Universidad de Córdoba.

Céspedes, F.; León Crespo, F.; Peralta, A.; Ciudad, N. y Balderas Zubeldia, B. (1995). Bases para el control tecnológico de la alteración profunda en el jamón. *Alimentaria*, mayo; 33.

Céspedes, F. (1998). Mohos del jamón: influencia de las condiciones ambientales sobre su metabolismo. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba.

Cosnett, L. S.; Hogan, D. J.; Law, N. H. y Marsh, B. B. (1956). Bone taint in beef. *J. Sci. Food. Agric.*, nº 7; 546.

Dabawy, A. M. y col. (1957). *Nature*, nº 180; 756.

Daudin, J. D.; Konkjoyan, A.; Lebert, A. y Mirade, P. S. (1996). Le point des recherches sur le traitement des produits par l` air. *Viandes et Produits Carnés*, 17 (6); 245-254.

DOCE (1992). Reglamento (CEE) nº 2082/1992 del Consejo, de 14 de julio de 1992, relativo a la Certificación de Características Específicas de los productos agrícolas y alimenticios. *Diario Oficial serie L 208* del 24 de julio de 1992, pág. 9.

DOCE (1998). Publicación de una solicitud de registro con arreglo al párrafo segundo del apartado 1 del artículo 8 del Reglamento (CEE) nº 2082/1992, relativo a la certificación de las características específicas. *Diario Oficial las Comunidades Europeas serie C*, 371, del 1 de diciembre de 1998, pág. 3.

DOCE (1999). Reglamento (CE) Nº 2419/1999 de la Comisión, de 12 de noviembre de 1999, que completa el anexo del Reglamento (CE) nº 2301/11997 relativo a la inscripción de determinadas denominaciones en el Registro de certificaciones de características específicas establecido en el Reglamento (CEE) 2082/1992 del Consejo relativo a la certificación

de características específicas de los productos agrícolas y alimenticios. Diario Oficial de las Comunidades Europeas L-291, del 13 de noviembre de 1999, pág. 25-26.

Emodi, A. S. y Lechowich, R. V. (1969). *J. Food Science*, nº 34; 78.

Escudero, M. y López, A. (2001). *Etiología aplicada al control de las plagas de ácaros del jamón*. Edita la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. Sevilla.

Espinosa, J. (1998). *Cerdo ibérico*. Consejo Regional de Colegios Oficiales de Veterinarios de Extremadura. Edita Excm. Diputación Provincial de Badajoz e Ilmo. Colegio Oficial de Veterinarios de Badajoz. Badajoz.

Fehlhaber, K. y Janetschke, P. (1995). *Higiene veterinaria de los alimentos*. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza.

Flores, J. (1985). *Aportaciones al Estudio de la Normalización en la Calidad de los Jamones Curados Españoles*. *Cárnica* 2000, nº18; 50-55.

Flores, J. (1989). *Criterios para la selección de la materia prima para la salazón*. En "Avances en la tecnología del Jamón curado". II Jornadas Técnicas sobre Jamón Curado. Valencia.

Forero, J. (1999). *Estudio comparativo de cinco estirpes de cerdo ibérico*. Excm. Diputación Provincial de Huelva.

Gállego, J. (1998). *Manual de Parasitología*. Edicions de la Universitat de Barcelona. Barcelona.

García, J. A.; Quiles, R.; Tapiador, J. y Luque, M. D. (2002). *Cálculo de valores de referencia para las actividades catepsina B, B+L, H y D, índice de proteólisis y % NaCl: Su utilidad en la predicción de texturas anómalas en Jamón Serrano*. *Eurocarne* nº 103; 195-208.

Gelabert, J.; Gou, P. y Arnau, J. (1998). Disminución del contenido de sal en el jamón curado. Eurocarne, nº 70; 27-34.

Giuliani, M. (2005). Ahorro energético en sistemas de control de la curación del jamón mediante aprovechamiento del aire exterior. En III Congreso Mundial del Jamón. Edita Consejo Regulador de la Denominación de Origen "Jamón de Teruel". Teruel.

Gonsálvez Luján, f. (1989). Evolución de la flora fúngica superficial durante la maduración del jamón curado. Tesina de Licenciatura. Dpto. de Bromatología y Tecnología de los Alimentos. Fac. de Veterinaria. Universidad de Córdoba.

Gou, P. y Composada, J. (1997). La transferencia de agua en el interior del jamón curado durante el proceso de secado. Eurocarne, nº 58; 33-39.

Gou, P. (1998). Dinámica del secado del jamón curado. Eurocarne Simposio Especial; 90.

Gou, P. y Composada, J. (2000). La transferencia de sal en el interior del jamón curado. Eurocarne, nº 86; 35-44.

Gou, P.; Comaposada, J. y Arnau, J. (2002a). Meat pH and meat fibre direction effects on moisture diffusivity in salted ham muscles dried at 5 °C. Meat Science, nº 61; 25.

Gou, P. y Comaposada, J. (2002). Parámetros implicados en el proceso de secado del jamón curado. Eurocarne, nº 105; 85-96.

Gou, P. y Comaposada, J. (2003). Efecto del nivel de sal y de las condiciones de procesado sobre la evolución de las mermas durante el proceso de elaboración de jamón ibérico. CDrom II Congreso Mundial del Jamón. Coordinador Jesús Ventanas. Edita Universidad de Extremadura.

Hamm, R. (1960). Biochemistry of meat hydration. *Advances in Food Research*, nº 10; 414.

Hobbs, B. C. (1969). *Food-Borne Infections and Intoxications*. Ed. Rieman. Academic Press.

<http://www.interjamon.com/>

ISO (1993). International Standard 8586-1. Sensory analysis – Methodology-. General guidance for the selection, training and monitoring of assessors. Part 1: Selected assessors. Ref. No ISO 8586-1:1993 (E). International Organization for Standardization. Genève.

Jorrín, J., (2001). Modelos de lucha frente a los ácaros en el jamón curado. *Eurocarne*, nº 100; 69-74.

Jorrín, J.; Magallanes, M. y Vargas, P. (2001). Etiología de la peste por ácaros en el jamón curado. *Eurocarne*, nº 99; 39-44.

Jurado, A.; García, C.; Timón, M. L.; Carrapiso, A. I. y Ventanas, J. (2002). I: Estudio de los compuestos volátiles en las primeras etapas de procesado: salado, post-salado y secadero. *Cárnica 2000*, mayo; 49-53.

Kanner, J.; Harel, S. y Jaffe, R. (1991). Lipid peroxidation of muscle foods as affected by NaCl. *J. Agr. Food Chem.*, nº 39; 1017.

Lawrie, R. A. (1977). *Ciencia de la Carne*. 2ª Ed. Acribia. Zaragoza.

Lawrie, R. A. (1998). *Ciencia de la carne*. Tercera edición. Editorial Acribia. Zaragoza.

Leistner, L. (1985). Allgemeines über Rohwurst und Rohschinken. In: *mikrobiologie und Qualität von Rohwurst und Röhshinken*. Bundesanstalt für Fleischforschung. Kulmbach, nº 90; 6606.

León Crespo, F. (1980). Influence of salt, temperature and storage time on beef preblends. M. S. Thesis, The Ohio State University.

León Crespo, F. (1980). Influencia del frío en la conservación de alimentos. Alimentaria, nº ; 64.

León Crespo, F.; Montero, E.; Beltrán, F.; Penedo, J. C.; López, A.; Mata, C.; y Barranco, A. (1983). Perfiles sensoriales descriptivos del jamón serrano comercial. Alimentaria, nº 147; 39-46.

León Crespo, F.; Martins, C.; Mata, C.; Penedo, J. C.; Montero, E.; Barranco, A.; López, A. y Beltrán, F. (1984). Evaluación sensorial de ocho regiones del jamón serrano en el jamón serrano. Alimentaria, nº 157; 31-35.

León Crespo, F. (1985). Control de la calidad en el jamón de cerdo ibérico. Cárnica 2000, 2ª etapa, nº 18; 105-109.

León Crespo, F.; Velloso, C.; Camargo, S.; Jorquera, M. D.; Martínez, I.; Mata, C. M.; Moreno, R.; Navarro, B.; Penedo, J. C. y Torres, J. M. de (1987). Bases para evitar la alteración profunda o "cala" del jamón ibérico. Análisis de la penetración salina o equilibramiento. Cárnica 2000, 2ª etapa, nº 48; 33-42.

León Crespo, F. y Galán, H. (1991). Avances en Análisis Sensorial y paneles de cata. En Modernas Tecnologías en el procesado de alimentos. Ed. Caja Provincial de Ahorros de Córdoba y ACTA-A. Córdoba.

León Crespo, F.; Galán, H.; Peralta, A.; Ciudad, N.; Balderas, B.; Céspedes, F.; Martín, A. y Torres, M. C. (1997). La salazón del jamón: bases para una tecnología racional. Cárnica 2000, julio; 33-50.

León Crespo, F. y Mejías Carpena, Cristina (2005). El CIA mediante el PASEA: ¿El jamón del futuro?. Eurocarne, septiembre; 149-153.

Lepovetsky, B. C.; Wieser, H. H. y Deatherage, F. E. (1953). A microbiological study of lymph nodes, bone marrow and muscle tissue obtained from slaughterhouse. *J. Appl. Microbiol.*, 1; 22.

Lillard, D. A. y Ayres, J. C. (1969). Flavor compounds in country cured hams. *Food Technol.*, nº 23; 251.

Lorenzo, P. y Catalá, F. (1989). Ácaros del jamón curado: métodos de prevención y lucha. Jornadas Técnicas "Avances en la Tecnología del Jamón Curado". Valencia. Pág 87-98.

Marcos, D. (1991). Tecnología del Jamón Curado Español. Ediciones Ayala, S. L. Madrid.

Marín, M. E.; Cornejo, I. y Rosa, M. C. de la (1990). Alteraciones de origen microbiano en la fabricación del jamón curado. *Alimentaria*, nº 215; 37-41.

Martín, L.; Córdoba, J.J.; Antequera, T.; Timón, M. L. y Ventanas, J. (1998). Effects of salt and temperature on proteolysis during ripening of iberian ham. *Meat Sci.*, 49(2); 145.

Martín, L. (1996). Influencia de las condiciones del procesado sobre los cambios madurativos en el jamón Ibérico. Tesis Doctoral. Facultad Veterinaria. Universidad de Extremadura. Cáceres.

Martín, S. (2001). Elaboración del jamón curado de cerdo blanco. En cap. 55 de Enciclopedia de la carne y de los productos cárnicos. Volumen II. Coordinador S. Martín. Ediciones Martín & Macías. Plasencia (Cáceres).

Michener, H. D. y Elliot, R. P. (1964). Minimum growth temperatures for food poisoning, fecal indicators and psychrophilic microorganisms. *Adv. Food Res.*, 13; 349.

Monte, E. y Villanueva, J. R. y Domínguez, A. (1986). Fungal profiles of Spanish country-cured hams. *International Journal of Food Microbiology* 3; 355-359.

Mossel, D. A. A.; Moreno, B. y Struijk, C. B. (2003). *Microbiología de los alimentos*. 2ª edición. Editorial Acribia. Zaragoza.

Nicolau, J. (1985). El jamón curado de cerdo blanco. *Cárnica* 2000, nº 18; 86-92.

Nottingham, P. M. (1960). Bone taint in beef. *J. Sci. Food Agr.*, nº 11; 436.

Núñez, F. (1995). *Flora fúngica en el jamón Ibérico y su importancia tecnológica y sanitaria*. Tesis Doctoral. Universidad de Extremadura. Cáceres.

Núñez, F.; Rodríguez, M.; Córdoba, J. J.; Bermúdez, M. E. and Asensio, M. A. (1996a). Yeast population during ripening of dry-cured Iberian ham. *International Journal of Food Microbiology*, nº 29; 271-280.

Núñez, F.; Rodríguez, M.; Córdoba, J. J.; Bermúdez, M. E. and Asensio, M. A. (1996b). Composition and toxigenic potencial of the mould population on dry-cured Iberian ham. *International Journal of Food Microbiology*, nº 32; 185-197.

Ockerman, H. W.; Blumer, T. N. Y Craig, H. B. (1964). Volatils chemicals compounds in dry cured hams. *J. Food Sci.*, nº 29; 123.

Ohye, D. F. y Christian, J. H. B. (1967). Combined effects of temperature, pH and water activity on growth and toxin production by *C. Botulinum types A, B and E*. Proc. 5th. Int. Symp. Food Microbiol. Moscow.

Ordóñez, J. A. (1998). Tecnología de los Alimentos Volumen I y II. Componentes de los alimentos y procesos. Editorial Síntesis, S. A. Madrid.

Ordóñez y col. (2005). III Congreso Mundial del Jamón. 3ª Sesión: Riesgos Microbianos Asociados al Jamón Curado. Edita Consejo Regulador de la Denominación de Origen "Jamón de Teruel". Teruel.

Palmia, F. y Bolla, E. (1992). La salagione del prosciutto crudo: Aspetti legati alla teoria dell diffusione. Industria Conserve, nº 76; 10.

Pearson, A. M. (1994). Ciencia de la carne y de los productos cárnicos. En cap. 4 de Ciencia de la carne y de los productos cárnicos. Editado por J. F. Price y B. S. Schwegert. 2ª edición. Editorial Acribia. Zaragoza.

Penedo, J. C. (1989). Modificaciones en el jamón serrano durante el proceso de elaboración. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba.

Pineda, J. M. y Carrascosa, A. V. (1993). Dinámica de la salazón en jamón serrano español de cerdo blanco. Eurocarne nº 13; 31-38.

Pivnick, H. y Thatcher, F. S. (1968). Safety of Foods. AVI. Westport.

Raoult-Wack, A. L. et al. (1991). Simultaneous water and solute transport in shrinking media. Drying Technol., nº 9; 589.

Real Decreto 147 de 1993, de 29 de enero, por el que se establecen las condiciones sanitarias de la producción y comercialización de carnes frescas. Boletín Oficial Estado de 12 de marzo de 1993, nº 61; pág. 7770-7792.

Rico, E.; Toldrá, F. y Flores, F. B. (1991). Effect of dry curing process parameters on pork muscle cathepsin B, H and L activity. Z Lebensm Unters Forsch., nº 193; 541-544.

Robert, T. A. y Ingram, M. (1973). Inhibition of growth of *C. botulinum* at different pH values by sodium chloride and sodium nitrite. *J. Food Technol.*, nº 8; 467.

Roberts, T. A. y Hobbs, G. (1968). Low temperature growth characteristics of clostridia. *J. Appl. Bacteriol.*, nº 31; 75.

Rodríguez, M.; Núñez, F.; Córdoba, J. J.; Sanabria, C.; Bermúdez, E. y Asensio, M. A. (1994). Characterization of *Staphylococcus spp.* And *Micrococcus spp.* Isolated from Iberian ham throughout the ripening process. *Internacional Journal of food Microbiology*, nº 24; 329-335.

Rodríguez, M. (1995). Evaluación tecnológica y sanitaria de las micrococáceas en la maduración del jamón de cerdo Ibérico. Tesis Doctoral. Universidad de Extremadura.

Roncalés, P. (2001). Transformación del músculo en carne: Rigor mortis y maduración. En cap. 14 de Enciclopedia de la carne y de los productos cárnicos. Volumen I. Coordinador S. Martín. Ediciones Martín & Macías. Plasencia (Cáceres).

Rose, A. H. (1969). Microbiología química. Editorial Alhambra, S. A. Madrid.

Salih, A. M.; Price, J. F.; Smith, D. M. y Dawson, L. E. (1989). Lipid oxidation of turkey meat as influenced by salt, metal cations and antioxidants. *J. Food Quality*, nº 12; 71.

Sánchez, J. (2002). Control de ácaros contaminantes del jamón. Tesis de Licenciatura. Universidad de Extremadura. Cáceres.

Saravacos, G. D. (1994). Mass transfer properties of foods. En *Engineering Properties of Foods*. Ed. Rao and Rizvi. Marcel Dekker.

Sárraga, C.; Gil, C.; Arnau, J. y Monfort, J. M. (1989). Effect of curing salts and phosphate on the activity of porcine muscle proteases. *Meat Science*, nº 25; 241.

Sárraga, C.; Gil, M. y García-Regueiro, J. A. (1993). Comparison of calpain and cathepsin (B, L and D) activities during dry cured ham processing from heavy and light large white pigs. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, nº 6; 71-75.

Segner, W. P.; Schmidt, C. F. y Boltz, J. K. (1966). *Appl. Microbiol.*, nº 14; 49.

Segner, W. P.; Schmidt, C. F. y Boltz, J. K. (1971). *Appl. Microbiol.*, nº 22; 1025.

Shut, J. (1976). Meat emulsions. En *Food emulsions*. Ed. S. Friberg. Marcel Dekker.

Súñer, D.; Casadevall, M.; Domínguez, M. y Vicens, J. (1985). Estudio de los ácaros, dípteros y coleópteros presentes en la fabricación del jamón curado. *Cárnica 2000*, nº 18; 169-182.

Taruna, M.; Seki, T.; Kawasaki, Y.; Tada, M.; Kiruchi, E. y Okai, H. (1989). An enhancing effect of the saltiness of sodium chloride of added aminoacids and their esters. *Agric. Biol. Chem.*, nº 53; 1625.

Toldrá, F. y Etherington, D. J. (1988). Examination of cathepsins B, D, H and L activities in dry cured hams, *Meat Science*, nº 23; 1-7.

Toldrá, F. y Flores, M. (1998). The role of muscle proteases and lipases in flavor development during the processing of fry-cured ham. *CRC Critical Reviews in Food Science*, nº 38; 331.

Toldrá, F. (1996). Procesos bioquímicos implicados en el desarrollo de la óptima calidad del aroma y sabor del jamón curado. *Cárnica* 2000, septiembre; 85-89.

Toldrá, F. (2003). Retos del futuro de la investigación en el jamón curado. En cap. XV de *Avances en la Ciencia Tecnología y Comercialización del Jamón*. Coordinador J. Ventanas. Edita Conjamón (II Congreso Muncial del Jamón). Cáceres.

Ventanas, J. y Cava, R. (2001). Dinámica y control del proceso de secado del jamón ibérico en secaderos y bodegas naturales y en cámaras climatizadas. En cap. IX de *Tecnología del jamón ibérico, de los sistemas tradicionales a la explotación racional del sabor y el aroma*. Coordinador J. Ventanas. Ediciones Mundi Prensa. Madrid.

Ventanas, J.; Ruiz, J. y Córdoba, J. J. (2001). El jamón curado de cerdo ibérico: descripción del proceso tradicional de elaboración. En cap. 56 de *Enciclopedia de la carne y de los productos cárnicos*. Volumen II. Coordinador S. Martín. Ediciones Martín & Macías. Plasencia (Cáceres).

Ventanas, J. y Timón, M. L. (2001). Cambios madurativos en el jamón curado de cerdo ibérico. En cap. 57 *Enciclopedia de la Carne y de los Productos Cárnicos*. Vol. II. Coordinador S. Martín. Ediciones Martín & Macías. Plasencia (Cáceres).

Weast, R. C. y Astle, M. J. (1981). *Handbook of Chemistry and Physics*. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.

Wierbicki, E.; Kunkle, L. E. y Deatherage, F. E. (1957). Changes in the water holding capacity and cationic shifts during the heating and freezing and thawing of meat as revealed by a simple centrifugal method for measuring shrinkage. *Food Technol.*, nº 11; 69.

Wood, F. W. (1966). The diffusion of salt in pork muscle and fat tissue. *J. Sci. Fd. Agric.*, 17: 138.

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

FACULTAD DE VETERINARIA

**ELABORACIÓN DEL JAMÓN MEDIANTE UN
PROCESO ACELERADO SIMULTÁNEO DE
ESTABILIZACIÓN Y AROMATIZACIÓN
(PASEA) CON CONTROL INTEGRADO DE
ÁCAROS (CÍA)**

TOMO II

TABLAS Y FIGURAS

CRISTINA MEJÍAS CARPENA
Córdoba, 2006

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

FACULTAD DE VETERINARIA

Dpto. de Bromatología y Tecnología de los Alimentos

**“Elaboración del jamón mediante un proceso
acelerado simultáneo de estabilización y aromatización
(PASEA) con control integrado de ácaros (CÍA)”**

TOMO II

TABLAS Y FIGURAS

Vº Bº El director

Tesis presentada por la Licenciada
Cristina Mejías Carpena para optar al
grado de Doctor en Veterinaria

Fdo.: Francisco León Crespo

Córdoba 26 de octubre de 2006

ANEXO I: TABLAS

Tabla 1: Resumen de los tiempo de permanencia en cada fase del proceso de elaboración y las mermas acumuladas durante cada una de ellas, así como la merma total de cada lote.

		FASES DE ELABORACIÓN							
		1ª		2ª		3ª		Total	
		Tiempo	Mermas	Tiempo	Mermas	Tiempo	Mermas	Tiempo	Mermas
		(días)	(%)	(meses)	(%)	(meses)	(%)	(meses)	(%)
L o t e s	Blancos 01	11	7,53	3	10,16	6	18,04	9	38,87
	Blancos 02	10	1,63	4	10,56	3	14,23	7	26,40
	Blancos 03	11	3,44	4	12,77	5	20,81	9	37,01
	Blancos 04	10	0,22	5	11,98	12	25,31	17	39,29
	Blancos 05	11	4,33	5	14,57	3	16,11	8	35,02
	Blancos 06	11	4,42	6	16,78	4	20,03	10	38,97
	Ibéricos 01	-----	5,43	9	17,65	10	11,56	19	34,63

Tabla 2: Pesos mensuales del lote B01 durante el proceso de elaboración PASEA (Kg.)

		JAMON										
Fase	B010101	B010102	B010201	B010301	B010401	B010402	Promedio					Promedio
1ª	12,050	12,075	11,850	10,925	11,225	11,250	11,563					11,563
	11,325	11,400	10,350	10,250	10,300	10,525	10,692					10,692
2ª	10,875	10,950	9,925	9,800	9,875	10,050	10,246					10,246
	10,450	10,500	9,525	9,400	9,500	9,600	9,829					9,829
3ª	10,125	10,200	9,280	9,075	9,250	9,300	9,517					9,517
	9,400	9,400	8,650	8,250	8,425	8,450	8,763					8,763
	8,875	8,925	8,225	7,700	7,975	7,925	8,271					8,271
	8,500	8,525	7,975	7,300	7,650	7,600	7,925					7,925
	8,150	8,200	7,725	6,975	7,300	7,275	7,604					7,604
	7,850	7,925	7,500	6,650	7,050	7,000	7,329					7,329
	7,575	7,650	7,275	6,400	6,800	6,750	7,075					7,075

Tabla 3: Pérdidas de peso mensuales del lote B01 durante el proceso de elaboración (Kg.)

		JAMON							
Fase	B010101	B010102	B010201	B010301	B010401	B010402	Promedio		
1ª	0,725	0,675	1,500	0,675	0,925	0,725	0,871		
2ª	0,450	0,450	0,425	0,450	0,425	0,475	0,446		
	0,425	0,450	0,400	0,400	0,375	0,450	0,417		
	0,325	0,300	0,245	0,325	0,250	0,300	0,313		
3ª	0,725	0,800	0,630	0,825	0,825	0,850	0,754		
	0,525	0,475	0,425	0,550	0,450	0,525	0,492		
	0,375	0,400	0,250	0,400	0,325	0,325	0,346		
	0,350	0,325	0,250	0,325	0,350	0,325	0,321		
	0,300	0,275	0,225	0,325	0,250	0,275	0,275		
	0,275	0,275	0,225	0,250	0,250	0,250	0,254		

Tabla 4: Mermas parciales del lote B01 durante el proceso de elaboración (%)

		JAMON									
Fase	B010101	B010102	B010201	B010301	B010401	B010402	Promedio				
1ª	6,02	5,59	12,66	6,18	8,24	6,44	7,52(6,49)				
2ª	3,73	3,73	3,59	4,12	3,79	4,22	3,86				
	3,53	3,73	3,38	3,66	3,34	4,00	3,61				
	2,70	2,48	2,07	2,97	2,23	2,67	2,70				
3ª	6,02	6,63	5,32	7,55	7,35	7,56	6,55				
	4,36	3,93	3,59	5,03	4,01	4,67	4,26				
	3,11	3,31	2,11	3,66	2,90	2,89	3,00				
	2,90	2,69	2,11	2,97	3,12	2,89	2,78				
	2,49	2,28	1,90	2,97	2,23	2,44	2,39				
	2,28	2,28	1,90	2,29	2,23	2,22	2,20				

Tabla 5: Mermas acumuladas del lote B01 durante el proceso de elaboración (%)

		JAMON									
Fase	B010101	B010102	B010201	B010301	B010401	B010402	Promedio				
1ª	6,02	5,59	12,66	6,18	8,24	6,44	7,52				
2ª	9,75	9,32	16,24	10,30	12,03	10,67	11,38				
	13,28	13,04	19,62	13,96	15,37	14,67	14,99				
	15,98	15,53	21,69	16,93	17,59	17,33	17,69				
3ª	21,99	22,15	27,00	24,49	24,94	24,89	24,24				
	26,35	26,09	30,59	29,52	28,95	29,56	28,51				
	29,46	29,40	32,70	33,18	31,85	32,44	31,51				
	32,37	32,09	34,81	36,16	34,97	35,33	34,29				
	34,85	34,37	36,71	39,13	37,19	37,78	36,67				
	37,14	36,65	38,61	41,42	39,42	40,00	38,87				

Tabla 6: Mermas acumuladas durante cada fase de elaboración del lote B01 y merma total (%)

		JAMON							
	B010101	B010102	B010201	B010301	B010401	B010402	Promedio		
1ª	6,02	5,59	12,66	6,18	8,24	6,44	7,53		
2ª	9,96	9,94	9,03	10,76	9,35	10,89	10,16		
3ª	21,16	21,12	16,92	24,49	21,83	22,67	18,04		
Total	37,14	36,65	38,61	41,42	39,42	40,00	38,87		

Tabla 7: Pesos mensuales del lote B02 durante el proceso de elaboración (Kg.)

		JAMON						
Fase	B020102	B020201	B020202	B020301	B020401	Promedio		
1ª	10,050	9,125	8,925	9,675	9,800	9,515		
	9,850	8,975	8,775	9,575	9,625	9,360		
2ª	9,400	8,600	8,350	9,150	9,150	8,690		
	9,125	8,400	8,125	8,900	8,900	8,495		
	8,925	8,200	7,925	8,725	8,700	8,355		
	8,725	8,050	7,850	8,625	8,525	8,355		
3ª	7,950	7,350	7,100	7,950	7,750	7,620		
	7,550	7,050	6,800	7,650	7,350	7,280		
	7,225	6,775	6,575	7,400	7,025	7,000		

Tabla 8: Pérdidas de peso mensuales del lote B02 durante el proceso de elaboración (Kg.)

		JAMON						
Fase	B020101	B020201	B020202	B020301	B020401	Promedio		
1ª	0,200	0,150	0,150	0,100	0,175	0,155		
2ª	0,450	0,375	0,425	0,425	0,475	0,430		
	0,275	0,200	0,225	0,250	0,250	0,240		
	0,200	0,200	0,200	0,175	0,200	0,195		
3ª	0,200	0,150	0,075	0,100	0,175	0,140		
	0,775	0,700	0,750	0,675	0,775	0,735		
	0,400	0,300	0,300	0,300	0,400	0,340		
	0,325	0,275	0,225	0,250	0,325	0,280		

Tabla 9: Mermas parciales del lote B02 durante el proceso de elaboración (%)

Fase	JAMON							Promedio
	B020101	B020201	B020202	B020301	B020401	B020401	Promedio	
1ª	1,99	1,64	1,68	1,03	1,79	1,79	1,63	
2ª	4,48	4,11	4,76	4,39	4,85	4,85	4,52	
	2,74	2,19	2,52	2,58	2,55	2,55	2,52	
	1,99	2,19	2,24	1,81	2,04	2,04	2,05	
3ª	1,99	1,64	0,84	1,03	1,79	1,79	1,46	
	7,71	7,67	8,40	6,98	7,91	7,91	7,73	
	3,98	3,29	3,36	3,10	4,08	4,08	3,56	
	3,23	3,01	2,52	2,58	3,32	3,32	2,93	

Tabla 10: Mermas acumuladas del lote B02 durante el proceso de elaboración (%)

		JAMON						
Fase	B020101	B020201	B020202	B020301	B020401	Promedio		
1ª	1,99	1,64	1,68	1,03	1,79	1,63		
2ª	6,47	5,75	6,44	5,43	6,63	6,14		
	9,20	7,95	8,96	8,01	9,18	8,66		
3ª	11,19	10,14	11,20	9,82	11,22	10,72		
	13,18	11,78	12,04	10,85	13,01	12,17		
	20,90	19,45	20,45	17,83	20,92	19,91		
	24,88	22,74	23,81	20,93	25,00	23,47		
	28,11	25,75	26,33	23,51	28,32	26,40		

Tabla 11: Mermas acumuladas durante cada fase de elaboración del lote B02 y merma total (%)

		JAMON				
	B020101	B020201	B020202	B020301	B020401	Promedio
1ª	1,99	1,64	1,68	1,03	1,79	1,63
2ª	11,19	10,14	10,36	9,82	11,22	10,56
3ª	14,93	13,97	14,29	12,66	15,31	14,23
Total	28,11	25,75	26,33	23,51	28,32	26,40

Tabla 12: Pesos mensuales del lote B03 durante el proceso de elaboración PASEA (Kg.)

JAMON						
Fase	B030101	B030201	B030301	B030302	Promedio	
1ª	10,425	11,000	11,800	11,900	11,281	
	10,050	10,625	11,400	11,500	10,894	
2ª	9,650	10,200	11,000	11,000	10,463	
	9,275	9,850	10,600	10,650	10,094	
	8,900	9,525	10,225	10,325	9,744	
3ª	8,650	9,200	9,950	10,025	9,456	
	7,900	8,425	9,100	9,200	8,656	
	7,450	7,875	8,625	8,700	8,163	
	7,025	7,400	8,200	8,300	7,731	
	6,700	7,100	7,800	8,000	7,400	
	6,400	6,875	7,500	7,675	7,113	

Tabla 13: Pérdidas de peso mensuales del lote B03 durante el proceso de elaboración (Kg.)

JAMON					
Fase	B030101	B030201	B030301	B030302	Promedio
1 ^a	0,375	0,375	0,400	0,400	0,388
2 ^a	0,400	0,425	0,400	0,500	0,431
	0,375	0,350	0,400	0,350	0,369
	0,375	0,325	0,375	0,325	0,350
	0,250	0,325	0,275	0,300	0,288
3 ^a	0,750	0,775	0,850	0,825	0,800
	0,450	0,550	0,475	0,500	0,494
	0,425	0,475	0,425	0,400	0,431
	0,325	0,300	0,400	0,300	0,331
	0,300	0,225	0,300	0,325	0,288

Tabla 14: Mermas parciales del lote B03 durante el proceso de elaboración (%)

JAMON					
Fase	B030101	B030201	B030301	B030302	Promedio
1ª	3,60	3,41	3,39	3,36	3,44
2ª	3,84	3,86	3,39	4,20	3,82
	3,60	3,18	3,39	2,94	3,28
	3,60	2,95	3,18	2,73	3,12
	2,40	2,95	2,33	2,52	2,55
3ª	7,19	7,05	7,20	6,93	7,09
	4,32	5,00	4,03	4,20	4,39
	4,08	4,32	3,60	3,36	3,84
	3,12	2,73	3,39	2,52	2,94
	2,88	2,05	2,54	2,73	2,55

Tabla 15: Mermas acumuladas del lote B03 durante el proceso de elaboración (%)

JAMON						
Fase	B030101	B030201	B030301	B030302	Promedio	
1 ^a	3,60	3,41	3,39	3,36	3,44	
2 ^a	7,43	7,27	6,78	7,56	7,26	
	11,03	10,45	10,17	10,50	10,54	
	14,63	13,41	13,35	13,24	13,66	
	17,03	16,36	15,68	15,76	16,21	
3 ^a	24,22	23,41	22,88	22,69	23,30	
	28,54	28,41	26,91	26,89	27,69	
	32,61	32,73	30,51	30,25	31,53	
	35,73	35,45	33,90	32,77	34,46	
	38,61	37,50	36,44	35,50	37,01	

Tabla 16: Mermas acumuladas durante cada fase de elaboración del lote B03 y merma total (%)

JAMON						
	B030101	B030201	B030301	B030302	Promedio	
1ª	3,60	3,41	3,39	3,36	3,44	
2ª	13,43	12,95	12,29	12,39	12,77	
3ª	21,58	21,14	20,76	19,75	20,81	
Total	38,61	37,50	36,44	35,50	37,01	

Tabla 17: Pesos mensuales del lote B04 durante el proceso de elaboración (Kg.)

JAMON										
Fase	B040101	B040102	B040201	B040202	B040301	B040401	B040402	Promedio		
1ª	9,750	9,600	10,650	10,750	9,850	8,775	8,675	9,721		
	9,750	9,600	10,575	10,750	9,850	8,725	8,650	9,700		
2ª	9,450	9,275	10,225	10,300	9,500	8,425	8,325	9,357		
	9,200	9,050	10,000	10,075	9,275	8,150	8,100	9,121		
3ª	9,000	8,850	9,800	9,850	9,050	7,900	7,900	8,907		
	8,800	8,650	9,600	9,650	8,850	7,725	7,750	8,718		
3ª	8,650	8,450	9,400	9,450	8,650	7,550	7,600	8,536		
	8,000	7,850	8,850	8,850	8,000	7,000	7,100	7,950		
3ª	7,725	7,500	8,500	8,500	7,675	6,675	6,850	7,632		
	7,500	7,250	8,250	8,250	7,450	6,450	6,640	7,399		
3ª	7,300	7,000	8,050	8,050	7,250	6,250	6,450	7,300		
	7,125	6,820	7,850	7,850	7,075	6,050	6,275	7,125		
3ª	6,950	6,650	7,650	7,650	6,900	5,850	6,100	6,950		
	6,800	6,475	7,450	7,450	6,750	5,675	5,950	6,800		
3ª	6,650	6,300	7,275	7,250	6,625	5,520	5,800	6,650		
	6,500	6,125	7,100	7,075	6,500	5,380	5,650	6,500		
3ª	6,350	5,975	6,925	6,925	6,375	5,250	5,500	6,350		
	6,200	5,825	6,775	6,775	6,250	5,125	5,365	6,200		
3ª	6,075	5,675	6,625	6,625	6,125	5,000	5,250	6,075		

Tabla 18: Pérdidas de peso mensuales del lote B04 durante el proceso de elaboración (Kg.)

		JAMON										
Fase	B040101	B040102	B040201	B040202	B040301	B040401	B040402	B040402	Promedio			
1 ^a	0,000	0,000	0,075	0,000	0,000	0,050	0,025	0,000	0,000			
2 ^a	0,300	0,325	0,350	0,450	0,350	0,300	0,325	0,300	0,300			
	0,250	0,225	0,225	0,225	0,225	0,275	0,225	0,225	0,250			
	0,200	0,200	0,200	0,225	0,225	0,250	0,200	0,200	0,200			
	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,175	0,150	0,200	0,200			
	0,150	0,200	0,200	0,200	0,200	0,175	0,150	0,150	0,150			
3 ^a	0,650	0,600	0,550	0,600	0,650	0,550	0,500	0,650	0,650			
	0,275	0,350	0,350	0,350	0,325	0,325	0,250	0,325	0,275			
	0,225	0,250	0,250	0,250	0,225	0,225	0,210	0,225	0,225			
	0,200	0,250	0,200	0,200	0,200	0,200	0,190	0,200	0,200			
	0,175	0,180	0,200	0,200	0,175	0,200	0,175	0,175	0,175			
	0,175	0,170	0,200	0,200	0,175	0,200	0,175	0,175	0,175			
	0,150	0,175	0,200	0,200	0,150	0,175	0,150	0,150	0,150			
	0,150	0,175	0,175	0,200	0,125	0,155	0,150	0,150	0,150			
	0,150	0,175	0,175	0,175	0,125	0,140	0,150	0,150	0,150			
	0,150	0,150	0,175	0,150	0,125	0,130	0,150	0,150	0,150			
	0,150	0,150	0,150	0,150	0,125	0,125	0,135	0,150	0,150			
	0,125	0,150	0,150	0,150	0,125	0,125	0,115	0,125	0,125			

Tabla 19: Mermas parciales del lote B04 durante el proceso de elaboración (%)

JAMON										
Fase	B040101	B040102	B040201	B040202	B040301	B040401	B040402	Promedio		
1ª	0,00	0,00	0,70	0,00	0,00	0,57	0,29	0,22		
2ª	3,08	3,39	3,29	4,19	3,55	3,42	3,75	3,52		
	2,56	2,34	2,11	2,09	2,28	3,13	2,59	2,45		
	2,05	2,08	1,88	2,09	2,28	2,85	2,31	2,22		
	2,05	2,08	1,88	1,86	2,03	1,99	1,73	1,95		
	1,54	2,08	1,88	1,86	2,03	1,99	1,73	1,87		
3ª	6,67	6,25	5,16	5,58	6,60	6,27	5,76	6,04		
	2,82	3,65	3,29	3,26	3,30	3,70	2,88	3,27		
	2,31	2,60	2,35	2,33	2,28	2,56	2,42	2,41		
	2,05	2,60	1,88	1,86	2,03	2,28	2,19	2,13		
	1,79	1,88	1,88	1,86	1,78	2,28	2,02	1,93		
	1,79	1,77	1,88	1,86	1,78	2,28	2,02	1,91		
	1,54	1,82	1,88	1,86	1,52	1,99	1,73	1,76		
	1,54	1,82	1,64	1,86	1,27	1,77	1,73	1,66		
	1,54	1,82	1,64	1,63	1,27	1,60	1,73	1,60		
	1,54	1,56	1,64	1,40	1,27	1,48	1,73	1,52		
	1,54	1,56	1,41	1,40	1,27	1,42	1,56	1,45		
	1,28	1,56	1,41	1,40	1,27	1,42	1,33	1,38		

Tabla 21: Mermas acumuladas durante cada fase de elaboración del lote B04 y merma total (%)

		JAMON										
		B040101	B040102	B040201	B040202	B040301	B040401	B040402	Promedio			
1ª		0,00	0,00	0,70	0,00	0,00	0,57	0,29	0,22			
2ª		11,28	11,98	11,03	12,09	12,18	13,39	12,10	11,98			
3ª		26,41	28,91	26,06	26,28	25,63	29,06	27,09	25,31			
Total		37,69	40,89	37,79	38,37	37,82	43,02	39,48	39,29			

Tabla 22: Pesos mensuales del lote B05 durante el proceso de elaboración (Kg.)

		JAMON												
Fase	B050101	B050102	B050201	B050202	B050301	B050302	B050401	B050402	B050501	B050502	Promedio			
1ª	11,100	10,675	11,725	11,050	10,075	10,250	10,775	10,725	11,300	11,125	10,880			
	10,525	10,325	11,050	10,650	9,650	9,800	10,350	10,250	10,800	10,675	10,408			
2ª	9,975	9,575	10,475	10,200	9,050	9,375	9,950	9,750	10,100	10,075	9,853			
	9,500	9,125	10,125	9,850	8,525	9,000	9,325	9,400	9,700	9,650	9,420			
	9,225	8,825	9,850	9,625	8,325	8,775	9,125	9,175	9,400	9,300	9,163			
	9,000	8,625	9,600	9,350	8,225	8,575	9,025	9,025	9,250	9,100	8,978			
	8,825	8,525	9,450	9,150	8,075	8,400	8,850	8,875	9,175	8,900	8,823			
3ª	7,825	7,550	8,450	8,050	7,275	7,500	7,960	7,950	8,200	7,800	7,856			
	7,300	7,050	7,950	7,700	6,800	7,150	7,550	7,550	7,700	7,300	7,405			
	6,950	6,700	7,650	7,335	6,500	6,825	7,225	7,200	7,325	6,975	7,069			

Tabla 23: Pérdidas de peso mensuales del lote B05 durante el proceso de elaboración (Kg.)

JAMON												
Fase	B050101	B050102	B050201	B050202	B050301	B050302	B050401	B050402	B050501	B050502	Promedio	
1ª	0,575	0,350	0,675	0,400	0,425	0,450	0,425	0,475	0,500	0,450	0,473	
2ª	0,550	0,750	0,575	0,450	0,600	0,425	0,400	0,500	0,700	0,600	0,555	
	0,475	0,450	0,350	0,350	0,525	0,375	0,625	0,350	0,400	0,425	0,432	
	0,275	0,300	0,275	0,225	0,200	0,225	0,200	0,225	0,300	0,350	0,258	
	0,225	0,200	0,250	0,275	0,100	0,200	0,100	0,150	0,150	0,200	0,185	
	0,175	0,100	0,150	0,200	0,150	0,175	0,175	0,150	0,075	0,200	0,155	
3ª	1,000	0,975	1,000	1,100	0,800	0,900	0,890	0,925	0,975	1,100	0,967	
	0,525	0,500	0,500	0,350	0,475	0,350	0,410	0,400	0,500	0,500	0,451	
	0,350	0,350	0,300	0,365	0,300	0,325	0,325	0,350	0,375	0,325	0,337	

Tabla 24: Mermas parciales del lote B05 durante el proceso de elaboración (%)

		JAMON												
Fase	B050101	B050102	B050201	B050202	B050301	B050302	B050401	B050402	B050501	B050502	B050502	Promedio		
1 ^a	5,18	3,28	5,76	3,62	4,22	4,39	3,94	4,43	4,42	4,04	4,33			
2 ^a	4,95	7,03	4,90	4,07	5,96	4,15	3,71	4,66	6,19	5,39	5,10			
	4,28	4,22	2,99	3,17	5,21	3,66	5,80	3,26	3,54	3,82	3,99			
	2,48	2,81	2,35	2,04	1,99	2,20	1,86	2,10	2,65	3,15	2,36			
	2,03	1,87	2,13	2,49	0,99	1,95	0,93	1,40	1,33	1,80	1,69			
	1,58	0,94	1,28	1,81	1,49	1,71	1,62	1,40	0,66	1,80	1,43			
3 ^a	9,01	9,13	8,53	9,95	7,94	8,78	8,26	8,62	8,63	9,89	8,87			
	4,73	4,68	4,26	3,17	4,71	3,41	3,81	3,73	4,42	4,49	4,14			
	3,15	3,28	2,56	3,30	2,98	3,17	3,02	3,26	3,32	2,92	3,10			

Tabla 25: Mermas acumuladas del lote B05 durante el proceso de elaboración (%)

		JAMON											
Fase	B050101	B050102	B050201	B050202	B050301	B050302	B050401	B050402	B050501	B050502	B050502	Promedio	
1ª	5,18	3,28	5,76	3,62	4,22	4,39	3,94	4,43	4,42	4,04	4,04	4,33	
2ª	10,14	10,30	10,66	7,69	10,17	8,54	7,66	9,09	10,62	9,44	9,44	9,43	
	14,41	14,52	13,65	10,86	15,38	12,20	13,46	12,35	14,16	13,26	13,26	13,42	
	16,89	17,33	15,99	12,90	17,37	14,39	15,31	14,45	16,81	16,40	16,40	15,79	
	18,92	19,20	18,12	15,38	18,36	16,34	16,24	15,85	18,14	18,20	18,20	17,48	
	20,50	20,14	19,40	17,19	19,85	18,05	17,87	17,25	18,81	20,00	20,00	18,91	
3ª	29,50	29,27	27,93	27,15	27,79	26,83	26,13	25,87	27,43	29,89	29,89	27,78	
	34,23	33,96	32,20	30,32	32,51	30,24	29,93	29,60	31,86	34,38	34,38	31,92	
	37,39	37,24	34,75	33,62	35,48	33,41	32,95	32,87	35,18	37,30	37,30	35,02	

Tabla 26: Mermas acumuladas durante cada fase de elaboración del lote B05 y merma total (%)

		JAMON													
		B050101	B050102	B050201	B050202	B050301	B050302	B050401	B050402	B050501	B050502	Promedio			
1 ^a		5,18	3,28	5,76	3,62	4,22	4,39	3,94	4,43	4,42	4,04		4,33		
2 ^a		15,32	16,86	13,65	13,57	15,63	13,66	13,92	12,82	14,38	15,96		14,57		
3 ^a		16,89	17,10	15,35	16,43	15,63	15,37	15,08	15,62	16,37	17,30		16,11		
Total		37,39	37,24	34,75	33,62	35,48	33,41	32,95	32,87	35,18	37,30		35,02		

Tabla 27: Pesos mensuales del lote B06 durante el proceso de elaboración (Kg.)

Fase	JAMON					Promedio
	B060101	B060201	B060301	B060302	B060302	
1ª	12,125	11,075	10,075	9,925	9,925	10,800
	11,675	10,525	9,625	9,475	9,475	10,325
2ª	11,250	9,900	9,100	9,125	9,125	9,844
	10,850	9,400	8,750	8,825	8,825	9,456
	10,550	9,050	8,500	8,525	8,525	9,156
	10,325	8,750	8,275	8,225	8,225	8,894
	10,125	8,455	8,100	7,950	7,950	8,658
3ª	9,975	8,325	7,975	7,800	7,800	8,519
	9,125	7,500	7,225	7,100	7,100	7,738
	8,600	7,100	6,825	6,700	6,700	7,306
	8,200	6,750	6,425	6,325	6,325	6,925
	7,875	6,500	6,075	5,975	5,975	6,606

Tabla 28: Pérdidas de peso mensuales del lote B06 durante el proceso de elaboración (Kg.)

Fase	JAMON						Promedio
	B060101	B060201	B060301	B060302	B060302	Promedio	
1ª	0,450	0,550	0,450	0,450	0,450	0,475	
2ª	0,425	0,625	0,525	0,350	0,350	0,481	
	0,400	0,500	0,350	0,300	0,300	0,388	
	0,300	0,350	0,250	0,300	0,300	0,300	
	0,225	0,350	0,225	0,300	0,300	0,275	
	0,200	0,295	0,175	0,275	0,275	0,236	
3ª	0,150	0,130	0,125	0,150	0,150	0,139	
	0,850	0,825	0,750	0,700	0,700	0,781	
	0,525	0,400	0,400	0,400	0,400	0,431	
	0,400	0,350	0,400	0,375	0,375	0,381	
	0,325	0,250	0,350	0,350	0,350	0,319	

Tabla 29: Mermas parciales del lote B06 durante el proceso de elaboración (%)

JAMON						
Fase	B060101	B060201	B060301	B060302	Promedio	
1ª	3,71	4,97	4,47	4,53	4,42	
2ª	3,51	5,64	5,21	3,53	4,47	
	3,30	4,51	3,47	3,02	3,58	
	2,47	3,16	2,48	3,02	2,78	
	1,86	2,71	2,23	3,02	2,46	
	1,65	2,66	1,74	2,77	2,20	
	1,24	1,17	1,24	1,51	1,29	
3ª	7,01	7,45	7,44	7,05	7,24	
	4,33	3,61	3,97	4,03	3,99	
	3,30	3,16	3,97	3,78	3,55	
	2,68	2,26	3,47	3,53	2,99	

Tabla 30: Mermas acumuladas del lote B06 durante el proceso de elaboración (%)

Fase	JAMON							Promedio
	B060101	B060201	B060301	B060302	B060301	B060302	B060302	
1ª	3,71	4,97	4,47	4,53	4,42			4,42
2ª	7,22	10,61	9,68	8,06	8,89			8,89
	10,52	15,12	13,15	11,08	12,47			12,47
	12,99	18,28	15,63	14,11	15,25			15,25
	14,85	20,99	17,87	17,13	17,71			17,71
3ª	16,49	23,66	19,60	19,90	19,91			19,91
	17,73	24,83	20,84	21,41	21,20			21,20
	24,74	32,28	28,29	28,46	28,44			28,44
	29,07	35,89	32,26	32,49	32,43			32,43
	32,37	39,05	36,23	36,27	35,98			35,98
	35,05	41,31	39,70	39,80	38,97			38,97

Tabla 31: Mermas acumuladas durante cada fase de elaboración del lote B06 y merma total (%)

Fase	JAMON					Promedio
	B060101	B060201	B060301	B060302	B060302	
1ª	3,71	4,97	4,47	4,53	4,42	4,42
2ª	14,02	19,86	16,38	16,88	16,78	16,78
3ª	19,59	18,28	21,34	20,91	20,03	20,03
Total	35,05	41,31	39,70	39,80	38,97	38,97

Tabla 32: Pesos mensuales del lote Ibérico durante el proceso de elaboración (Kg.)

Fase	JAMON										Promedio
	021135	021125	021143	021139	021129	021127	021129	021139	021129	021127	
1ª	9,745	9,670	9,850	9,760	9,760	8,450	9,760	9,760	9,760	8,450	9,539
	8,910	9,425	9,550	9,430	8,680	8,115	9,430	8,680	8,680	8,115	9,018
2ª	8,500	8,575	8,650	8,550	8,100	7,450	8,550	8,100	8,100	7,450	8,304
	8,150	8,300	8,300	8,150	7,700	7,075	8,150	7,700	7,700	7,075	7,946
	8,000	8,125	8,200	8,025	7,600	6,975	8,025	7,600	7,600	6,975	7,821
	7,900	8,050	8,100	7,900	7,500	6,900	7,900	7,500	7,500	6,900	7,725
	7,800	7,965	8,000	7,800	7,400	6,800	7,800	7,400	7,400	6,800	7,628
	7,700	7,900	7,900	7,700	7,325	6,700	7,700	7,325	7,325	6,700	7,538
	7,600	7,825	7,800	7,620	7,250	6,625	7,620	7,250	7,250	6,625	7,453
	7,500	7,750	7,725	7,550	7,175	6,580	7,550	7,175	7,175	6,580	7,380
	7,475	7,700	7,675	7,500	7,120	6,550	7,500	7,120	7,120	6,550	7,337
	7,100	7,450	7,325	7,150	6,850	6,275	7,150	6,850	6,850	6,275	7,025
3ª	6,925	7,275	7,175	7,000	6,700	6,150	7,000	6,700	6,700	6,150	6,871
	6,800	7,150	7,025	6,875	6,575	6,050	6,875	6,575	6,575	6,050	6,746
	6,700	7,050	6,925	6,775	6,480	5,975	6,775	6,480	6,480	5,975	6,651
	6,600	6,975	6,825	6,675	6,400	5,900	6,675	6,400	6,400	5,900	6,563
	6,500	6,900	6,750	6,600	6,325	5,825	6,600	6,325	6,325	5,825	6,483
	6,350	6,750	6,575	6,450	6,175	5,700	6,450	6,175	6,175	5,700	6,333
	6,275	6,700	6,525	6,375	6,125	5,650	6,375	6,125	6,125	5,650	6,275
	6,225	6,650	6,475	6,350	6,100	5,600	6,350	6,100	6,100	5,600	6,233

Tabla 33: Pérdidas de peso mensuales del lote Ibérico durante el proceso de elaboración (Kg.)

Fase	JAMON										Promedio
	021135	021125	021143	021139	021129	021127	021129	021129	021127	021127	
1ª	0,835	0,245	0,300	0,330	1,080	0,335					0,521
2ª	0,410	0,850	0,900	0,880	0,580	0,665					0,714
	0,350	0,275	0,350	0,400	0,400	0,375					0,358
	0,150	0,175	0,100	0,125	0,100	0,100					0,125
	0,100	0,075	0,100	0,125	0,100	0,075					0,096
	0,100	0,085	0,100	0,100	0,100	0,100					0,098
	0,100	0,065	0,100	0,100	0,075	0,100					0,090
	0,100	0,075	0,100	0,080	0,075	0,075					0,084
	0,100	0,075	0,075	0,070	0,075	0,045					0,073
	0,025	0,050	0,050	0,050	0,055	0,030					0,043
3ª	0,375	0,250	0,350	0,350	0,270	0,275					0,312
	0,175	0,175	0,150	0,150	0,150	0,125					0,154
	0,125	0,125	0,150	0,125	0,125	0,100					0,125
	0,100	0,100	0,100	0,100	0,095	0,075					0,095
	0,100	0,075	0,100	0,100	0,080	0,075					0,088
	0,100	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075					0,079
	0,150	0,150	0,175	0,150	0,150	0,125					0,150*
	0,075	0,050	0,050	0,075	0,050	0,050					0,058
	0,050	0,050	0,050	0,025	0,025	0,050					0,042

Nota: Las pérdidas de peso recogidas en esa fila corresponden a dos meses de estufeje

Tabla 34: Mermas parciales del lote Ibérico durante el proceso de elaboración (%)

Fase	JAMON										Promedio	
	021135	021125	021143	021139	021129	021127	021129	021139	021143	021135		
1ª	8,57	2,53	3,05	3,38	11,07	3,96						5,43
2ª	4,21	8,79	9,14	9,02	5,94	7,87						7,49
	3,59	2,84	3,55	4,10	4,10	4,44						3,77
	1,54	1,81	1,02	1,28	1,02	1,18						1,31
	1,03	0,78	1,02	1,28	1,02	0,89						1,00
	1,03	0,88	1,02	1,02	1,02	1,18						1,03
	1,03	0,67	1,02	1,02	0,77	1,18						0,95
	1,03	0,78	1,02	0,82	0,77	0,89						0,88
	1,03	0,78	0,76	0,72	0,77	0,53						0,76
	0,26	0,52	0,51	0,51	0,56	0,36						0,45
	3ª	3,85	2,59	3,55	3,59	2,77	3,25					
	1,80	1,81	1,52	1,54	1,54	1,48						1,61
	1,28	1,29	1,52	1,28	1,28	1,18						1,31
	1,03	1,03	1,02	1,02	0,97	0,89						0,99
	1,03	0,78	1,02	1,02	0,82	0,89						0,92
	1,03	0,78	0,76	0,77	0,77	0,89						0,83
	1,54	1,55	1,78	1,54	1,54	1,48						1,57*
	0,77	0,52	0,51	0,77	0,51	0,59						0,61
	0,51	0,52	0,51	0,26	0,26	0,59						0,44

Nota: Las mermas recogidas en esa fila corresponden a dos meses de estufaje

Tabla 35: Mermas acumuladas del lote Ibérico durante el proceso de elaboración (%)

Fase	JAMON											Promedio
	021135	021125	021143	021139	021129	021127	021127	021129	021139	021143	021125	
1ª	8,57	2,53	3,05	3,38	11,07	3,96	5,43					
2ª	12,78	11,32	12,18	12,40	17,01	11,83	12,92					
	16,37	14,17	15,74	16,50	21,11	16,27	16,69					
	17,91	15,98	16,75	17,78	22,13	17,46	18,00					
	18,93	16,75	17,77	19,06	23,16	18,34	19,00					
	19,96	17,63	18,78	20,08	24,18	19,53	20,03					
	20,99	18,30	19,80	21,11	24,95	20,71	20,98					
	22,01	19,08	20,81	21,93	25,72	21,60	21,86					
	23,04	19,86	21,57	22,64	26,49	22,13	22,62					
	23,29	20,37	22,08	23,16	27,05	22,49	23,07					
	3ª	27,14	22,96	25,63	26,74	29,82	25,74	26,34				
	28,94	24,77	27,16	28,28	31,35	27,22	27,95					
	30,22	26,06	28,68	29,56	32,63	28,40	29,26					
	31,25	27,09	29,70	30,58	33,61	29,29	30,25					
	32,27	27,87	30,71	31,61	34,43	30,18	31,18					
	33,30	28,65	31,47	32,38	35,19	31,07	32,01					
	34,84	30,20	33,25	33,91	36,73	32,54	33,58*					
	35,61	30,71	33,76	34,68	37,24	33,14	34,19					
	36,12	31,23	34,26	34,94	37,50	33,73	34,63					

Nota: Las mermas recogidas en esa fila corresponden a dos meses de estufaje

Tabla 36: Mermas acumuladas durante cada fase de elaboración del lote Ibérico y merma total (%)

Fase	JAMON										Promedio
	021135	021125	021143	021139	021129	021127	021129	021129	021129	021127	
1ª	8,57	2,53	3,05	3,38	11,07	3,96					5,43
2ª	14,73	17,84	19,04	19,77	15,98	18,52					17,65
3ª	12,83	10,86	12,18	11,78	10,45	11,24					11,56
Total	36,12	31,23	34,26	34,94	37,50	33,73					34,63

Tabla 37: Resultados estadísticos de la composición y de los índices de degradación del lote B01

		PARÁMETROS QUÍMICOS																				
	pH	% Humedad		% Grasa		% Proteínas		% Cenizas		% Cloruros		% NNP		mg TBA /g muestra								
		Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT							
J A M O N	B010101	6,08	a	0,01	56,18	4,16	6,10	1,56	32,47	a	2,19	6,20	ab	1,13	5,75	ab	1,00	0,89	0,11	0,26	a	0,03
	B010102	6,13	a	0,09	54,88	2,20	7,45	2,08	31,67	a	2,25	6,03	a	1,26	5,67	a	1,10	0,79	0,10	0,27	a	0,01
	B010201	6,21	a	0,10	59,48	0,53	7,10	0,69	26,95	b	0,78	6,45	ab	1,20	6,28	bc	1,14	0,62	0,05	0,28	ab	0,02
	B010301	6,23	ab	0,07	55,57	0,96	5,85	2,17	31,78	a	2,32	6,78	b	0,95	6,43	c	0,95	0,65	0,05	0,29	abc	0,02
	B010401	6,34	ab	0,12	54,70	0,75	6,83	2,88	31,87	a	1,26	6,77	b	1,25	6,53	c	1,20	0,83	0,30	0,32	bc	0,04
	B010402	6,14	b	0,06	53,68	0,97	6,80	1,84	32,92	a	0,41	6,53	ab	0,93	6,05	abc	0,85	0,84	0,21	0,33	c	0,01
	Media	6,19		0,08	55,75	1,60	6,69	1,87	31,28		1,53	6,46		1,12	6,12		1,04	0,77	0,14	0,29		0,02
	F	6,36		**	3,22	ns	1,02	ns	6,59		**	9,62		**	16,40		****	1,20	ns	3,72		*
R E G I O N	Maza	6,17	ab	0,09	55,87	2,40	8,70	a	1,03	30,13	2,10	5,29	a	0,41	4,34	a	0,39	0,72	0,13	0,28		0,03
	Contramaza	6,25	a	0,13	56,68	2,65	5,78	b	1,23	31,44	2,06	6,58	b	0,24	5,51	b	0,27	0,82	0,18	0,29		0,03
	Punta	6,13	b	0,09	54,70	2,63	5,58	b	0,82	32,25	3,13	7,52	c	0,32	6,41	c	0,45	0,77	0,21	0,31		0,04
	Media	6,19		0,10	55,75	2,56	6,69		1,03	31,28	2,43	6,46		0,32	5,42		0,37	0,77	0,17	0,29		0,03
	F	5,70		*	1,58	ns	17,03	***	3,19	ns	264,41	***	***	282,11	***	***	***	0,43	ns	2,09		ns

Subíndices iguales indican medias iguales

Tabla 38: Resultados estadísticos de la composición y de los índices de degradación del lote B01 (materia seca)

PARÁMETROS QUÍMICOS													
	% Grasa		% Proteínas		% Cenizas		% Cloruros		% NNP		mg TBA /g		
	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	
J A M O N	B010101	13,92	3,35	74,29	4,26	14,18 ab	2,39	13,12 ab	2,24	2,05	0,42	0,60	0,05
	B010102	16,57	4,89	70,16	2,39	13,34 a	2,48	12,57 a	2,08	1,77	0,27	0,61	0,05
	B010201	17,54	1,92	66,51	1,59	15,91 b	2,88	15,50 b	2,73	1,54	0,13	0,69	0,06
	B010301	13,23	5,21	71,49	4,02	15,24 ab	1,82	14,47 ab	1,83	1,46	0,13	0,66	0,06
	B010401	15,03	6,10	70,39	3,87	14,95 ab	2,85	14,42 ab	2,69	1,82	0,65	0,70	0,09
	B010402	14,63	3,70	71,09	2,00	14,13 ab	2,27	13,06 ab	2,02	1,81	0,43	0,71	0,03
Media	15,15	4,20	70,66	3,02	14,63	2,45	13,86	2,26	1,74	0,34	0,66	0,06	
F	1,82	ns	3,00	ns	4,43	*	4,94	*	0,86	ns	2,06	ns	
R E G I O N	Maza	19,72 a	2,08	68,25 a	1,97	12,01 a	1,05	9,96 a	0,96	1,64	0,27	0,63	0,06
	Contramaza	13,35 b	2,64	72,66 b	4,16	15,21 b	0,68	12,86 b	0,89	1,88	0,43	0,67	0,04
	Punta	12,40 b	2,30	71,05 ab	3,22	16,66 b	1,45	14,21 b	1,62	1,70	0,45	0,68	0,09
	Media	15,15	2,34	70,66	3,12	14,63	1,06	13,84	1,16	1,74	0,38	0,66	0,06
	F	21,85	***	4,75	*	59,33	***	45,22	***	0,62	ns	1,15	ns

Subíndices iguales indican medias iguales

Tabla 39: Resultados estadísticos de la composición y de los índices de degradación del lote B02

		PARÁMETROS QUÍMICOS																		
		pH		%Humedad		%Grasa		%Proteínas		%Cenizas		%Cloruros		%NNP		mg TBA/g muestra				
		Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT			
J A M O N	B020102	6,47	0,07	65,90	2,00	4,63	0,47	24,37	2,22	5,10	0,30	4,72	a	0,71	0,75	0,07	0,47	a	0,01	
	B020202	6,41	0,06	63,77	2,01	4,87	0,12	26,37	1,99	5,00	0,40	4,22	b	0,58	0,73	0,08	0,39	ab	0,01	
	B020301	6,53	0,12	63,10	3,93	5,93	0,40	25,87	2,80	5,10	0,98	4,37	b	0,91	0,72	0,10	0,38	b	0,04	
	B020401	6,52	0,05	60,50	3,24	5,43	1,63	28,27	1,06	5,80	0,92	4,72	a	0,79	0,76	0,02	0,39	ab	0,04	
	Media	6,48	0,07	63,32	2,79	5,22	0,65	26,22	1,99	5,25	0,65	4,51		0,75	0,74	0,07	0,41		0,03	
F	3,39	ns	1,46	ns	1,69	ns	1,34	ns	1,86	ns	7,10	*	0,21	ns	6,92	*				
R E G I O N	Maza	6,41	a	0,05	64,10	1,61	4,98	0,66	26,30	1,22	4,62	a	0,24	3,72	a	0,26	0,73	0,03	0,39	0,06
	Contramaza	6,51	ab	0,09	63,55	2,13	4,83	0,69	26,30	2,32	5,33	ab	0,51	4,62	b	0,21	0,69	0,06	0,42	0,05
	Punta	6,53	b	0,06	62,30	5,30	5,85	1,15	26,05	3,54	5,80	b	0,73	5,19	b	0,36	0,80	0,05	0,42	0,03
	Media	6,48	0,07	63,32	3,01	5,22	0,83	26,22	2,36	5,25	0,49	4,51		0,28	0,74	0,05	0,41		0,04	
	F	6,21	*	0,33	ns	2,02	ns	0,01	ns	6,33	*	82,07	***	3,45	ns	2,34	ns			

Subíndices iguales indican medias iguales

Tabla 40: Resultados estadísticos de la composición y de los índices de degradación del lote B02 (materia seca)

		PARÁMETROS QUÍMICOS													
		% Grasa		% Proteínas		% Cenizas		% Cloruros		% NNP		mg TBA/g			
		Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT		
J A M O N	B020102	13,62	1,65	71,38	3,04	15,00	1,45	13,89	2,42	2,21	0,31	1,37	a 0,05		
	B020202	13,46	0,74	72,73	1,40	13,82	1,16	11,71	2,01	2,03	0,31	1,09	ab 0,08		
	B020301	16,13	0,78	70,10	1,88	13,77	1,62	11,85	2,00	1,96	0,07	1,04	b 0,11		
	B020401	13,63	3,08	71,73	3,19	14,84	1,52	11,93	1,23	1,92	0,19	1,00	b 0,09		
	Media	14,21	1,56	71,48	2,38	14,31	1,44	12,34	1,92	2,03	0,22	1,12	0,09		
	F	1,72	ns	1,53	ns	1,82	ns	3,76	ns	0,85	ns	10,01	**		
R E G I O N	Maza	13,83	1,50	73,26	a 0,73	12,91	a 1,00	10,39	a 1,04	2,05	0,11	1,08	0,20		
	Contramaza	13,35	2,71	72,06	ab 2,31	14,59	ab 0,78	12,71	ab 0,73	1,89	0,14	1,15	0,13		
	Punta	15,44	1,04	69,14	b 1,52	15,42	b 0,86	13,92	b 1,82	2,15	0,36	1,14	0,21		
	Media	14,21	1,75	71,48	1,52	14,31	0,88	12,34	1,20	2,03	0,20	1,12	0,18		
	F	1,66	ns	7,77	*	10,72	*	15,03	**	1,15	ns	0,63	ns		

Subíndices iguales indican medias iguales

Tabla 41: Resultados estadísticos de la composición y de los índices de degradación del lote B03

		PARÁMETROS QUÍMICOS																			
	pH	%Humedad		%Grasa		%Proteínas		%Cenizas		%Cloruros		%NNP		mg TBA/g muestra							
		Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT						
J		6,40	0,06	52,10	a	2,13	6,93	4,02	33,03	2,47	8,00	ab	1,08	6,83	a	0,80	0,72	0,03	0,29	0,05	
A		6,51	0,16	52,00	a	1,64	6,65	4,32	33,12	4,73	8,22	a	0,73	6,70	a	0,55	0,67	0,06	0,31	0,02	
M		6,53	0,19	56,57	b	5,34	3,67	3,20	31,80	2,10	7,65	ab	0,85	6,38	ab	0,75	0,68	0,03	0,30	0,05	
O		6,50	0,09	57,27	b	3,02	3,78	0,64	31,38	2,79	7,32	b	0,67	6,06	b	0,41	0,63	0,07	0,28	0,03	
N		6,48	0,13	54,48		3,03	5,26	3,05	32,33	3,02	7,80		0,83	6,49		0,63	0,68	0,05	0,29	0,04	
	F	2,33	ns	6,44	*		1,48	ns	0,61	ns	9,38	*		4,83	*		1,62	ns	0,26	ns	
	Maza	6,58	a	0,11	55,85	a	3,89	7,74	29,39	a	1,16	6,90	a	0,39	5,81	a	0,27	0,66	0,05	0,29	0,05
	Contramaza	6,53	ab	0,08	56,45	a	3,62	1,45	32,89	ab	2,84	7,96	ab	0,39	6,71	b	0,42	0,70	0,03	0,31	0,02
	Punta	6,34	b	0,04	51,15	b	1,77	1,36	34,73	b	0,62	8,53	b	0,52	6,95	b	0,49	0,67	0,09	0,28	0,04
	Media	6,48	0,08	54,48		3,09	5,26	2,36	32,33		1,54	7,80		0,43	6,49		0,40	0,68	0,05	0,29	0,04
	F	13,57	**	9,07	*		4,13	ns	7,85	*	54,40	***		20,05	**		0,61	ns	0,35	ns	

Subíndices iguales indican medias iguales

Tabla 42: Resultados estadísticos de la composición y de los índices de degradación del lote B03 (materia seca)

		PARÁMETROS QUÍMICOS													
		% Grasa		% Proteínas		% Cenizas		% Cloruros		% NNP		mg TBA /g			
		Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT		
J A M O N	B030101	14,39	8,21	69,03	5,56	16,72	2,29	14,31	1,90	1,51	0,10	0,61	0,13		
	B030201	13,97	9,43	68,90	8,70	17,10	0,99	13,98	0,69	1,40	0,08	0,64	0,04		
	B030301	8,02	6,38	73,59	5,28	17,65	1,16	14,91	1,22	1,58	0,25	0,70	0,18		
	B030302	8,89	1,74	73,38	1,39	17,14	1,42	14,31	1,17	1,48	0,25	0,65	0,10		
	Media	11,32	6,44	71,23	5,23	17,15	1,47	14,38	1,25	1,49	0,17	0,65	0,11		
	F	1,29	ns	0,97	ns	0,55	ns	0,656	ns	0,57	ns	0,26	ns		
R E G I O N	Maza	16,99	8,23	66,99	6,92	15,69	a 1,16	13,36	a 0,80	1,50	0,18	0,66	0,15		
	Contramaza	5,91	3,24	75,54	2,72	18,32	b 0,67	15,55	b 0,97	1,61	0,14	0,71	0,08		
	Punta	11,05	2,51	71,15	2,73	17,44	ab 0,51	14,22	ab 0,51	1,37	0,14	0,58	0,07		
	Media	11,32	4,66	71,23	4,12	17,15	0,78	14,38	0,76	1,49	0,15	0,65	0,10		
	F	4,79	ns	3,47	ns	8,94	*	7,056	*	2,13	ns	1,20	ns		

Subíndices iguales indican medias iguales

Tabla 43: Resultados estadísticos de la composición bruta y de los índices de degradación del lote B04

		PARÁMETROS QUÍMICOS															
		pH		%Humedad		%Grasa		%Proteínas		%Cenizas		%Cloruros		%NNP		mg TBA/g muestr	
		Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT
J A M O N	B040101	6,36 ab	0,12	43,33	7,22	10,32 a	3,56	38,55	4,65	7,75	0,71	6,33	0,43	0,84	0,06	0,33	0,04
	B040102	6,12 b	0,24	46,77	9,61	9,95 a	3,55	34,58	9,60	7,68	1,35	5,98	0,99	0,99	0,02	0,91	0,58
	B040201	6,29 ab	0,16	49,57	6,79	5,72 b	2,55	38,70	7,46	7,93	0,70	6,81	0,28	1,01	0,13	0,72	0,59
	B040202	6,38 a	0,19	49,63	5,78	4,23 b	1,40	38,57	5,99	6,32	2,12	6,54	0,14	1,16	0,14	0,45	0,16
	B040301	6,40 a	0,23	48,37	5,38	5,62 b	0,76	38,52	5,85	7,70	0,26	6,50	0,29	1,08	0,04	0,47	0,12
	B040401	6,20 b	0,21	48,73	4,62	10,03 a	1,82	34,70	4,55	6,43	0,32	5,65	0,95	0,94	0,03	0,40	0,16
	B040402	6,24 ab	0,26	47,73	3,69	9,60 a	3,06	35,93	4,54	6,97	0,53	5,94	0,96	0,99	0,21	0,39	0,08
	Media	6,28	0,20	47,73	6,16	7,92	2,38	37,08	6,09	7,25	0,86	6,25	0,58	1,00	0,09	0,53	0,25
R E G I O N	F	6,15	**	2,83	ns	5,46	**	1,44	ns	1,47	ns	1,53	ns	2,26	ns	1,10	ns
	Maza	6,41 a	0,11	52,06 a	2,92	8,99 a	2,82	31,32 a	3,28	7,30	0,91	5,88	0,86	0,97	0,17	0,48	0,22
	Contramaza	6,38 a	0,10	50,34 a	1,42	5,76 b	2,12	37,01 ab	3,38	7,79	0,64	6,70	0,30	1,00	0,12	0,52	0,40
	Punta	6,06 b	0,14	40,80 b	3,73	9,01 a	3,94	42,90 b	2,10	6,67	1,41	6,16	0,56	1,03	0,12	0,58	0,42
	Media	6,28	0,12	47,73	2,69	7,92	2,96	37,08	2,92	7,25	0,98	6,25	0,58	1,00	0,14	0,53	0,35
	F	51,41	***	50,78	***	6,54	*	30,44	***	2,39	ns	3,75	ns	0,49	ns	0,13	ns

Subíndices iguales indican medias iguales

Tabla 44: Resultados estadísticos de la composición y de los índices de degradación del lote B04 (materia seca)

PARÁMETROS QUÍMICOS													
	% Grasa		% Proteínas		% Cenizas		% Cloruros		% NNP		mg TBA /g		
	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	
J A M O N	B040101	17,95 bcd	4,38	68,10 ab	2,75	13,89	2,67	11,34	2,06	1,50	0,21	0,59	0,14
	B040102	18,46 cd	4,30	64,37 a	9,22	15,00	4,86	11,72	3,32	1,89	0,30	1,66	0,87
	B040201	11,40 abc	5,14	76,62 c	10,48	15,85	1,77	13,78	2,02	2,03	0,31	1,47	1,19
	B040202	8,55 a	3,42	76,35 c	3,75	12,92	5,25	13,09	1,26	2,33	0,47	0,92	0,42
	B040301	11,05 ab	2,49	74,36 bc	3,43	14,99	1,16	12,68	1,35	2,11	0,13	0,92	0,23
	B040401	19,63 d	3,76	67,55 ab	3,76	12,64	1,53	10,99	1,96	1,84	0,11	0,77	0,23
	B040402	18,45 cd	6,22	68,64 ab	5,29	13,36	1,20	11,38	1,95	1,89	0,35	0,74	0,10
Media	15,07	4,24	70,86	5,52	14,09	2,63	12,14	1,99	1,94	0,27	1,01	0,45	
F	7,63	**	3,99	*	1,05	ns	1,43	ns	2,77	ns	1,16	ns	
R E G I O N	Maza	18,61 a	5,13	65,38 a	6,31	15,30 ab	2,32	12,42 ab	2,30	2,04	0,43	1,01	0,50
	Conframaza	11,60 b	4,26	74,56 b	6,74	15,69 b	1,09	13,52 b	0,73	2,02	0,28	1,05	0,80
	Punta	15,01 ab	5,82	72,63 ab	4,54	11,29 b	2,49	10,48 b	1,45	1,76	0,28	0,96	0,64
	Media	15,07	5,07	70,86	5,87	14,09	1,97	12,14	1,49	1,94	0,33	1,01	0,65
	F	10,57	**	9,28	**	9,89	**	7,14	**	2,47	ns	0,04	ns

Subíndices iguales indican medias iguales

Tabla 45: Resultados estadísticos de la composición y de los índices de degradación del lote B05

		PARÁMETROS QUÍMICOS																	
		pH		% Humedad		% Grasa		% Proteínas		% Cenizas		% Cloruros		% NNP		mg TBA /g muestra			
		Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT		
J A M O N	B050101	6,53	0,01	54,73	a	0,96	7,13	ab	30,97	a	0,71	7,17	0,06	5,89	0,17	0,93	0,06	0,54	0,05
	B050102	6,49	0,02	55,93	ab	1,80	5,80	a	31,00	a	0,95	7,27	0,49	6,09	0,79	0,84	0,16	0,47	0,04
	B050402	6,44	0,05	53,80	a	2,34	12,00	b	27,40	b	0,36	6,80	0,66	5,78	0,71	0,90	0,07	0,49	0,01
	B050501	6,42	0,09	59,40	b	2,61	5,87	a	27,93	ab	0,80	6,80	0,40	5,96	0,45	0,84	0,02	0,47	0,06
	Media	6,47	0,04	55,97		1,93	7,70		29,33		0,71	7,01	0,40	5,93	0,53	0,87	0,08	0,49	0,04
	F	2,23	ns	18,00	**	15,80		18,03	**	2,54	ns	0,58	ns	1,03	ns	1,58	ns		
R E G I O N	Maiza	6,46	0,10	53,90	a	2,29	9,98	a	29,55	1,88	6,58	a	0,43	5,34	a	0,30	0,90	0,49	0,07
	Contramaiza	6,48	0,04	57,45	b	3,21	6,03	b	29,43	2,69	7,10	ab	0,32	6,08	ab	0,21	0,80	0,50	0,06
	Punta	6,48	0,05	56,55	ab	2,07	7,10	ab	29,00	1,28	7,35	b	0,19	6,37	b	0,29	0,92	0,49	0,02
	Media	6,47	0,06	55,97		2,53	7,70		29,33	1,95	7,01		0,31	5,93		0,26	0,87	0,49	0,05
	F	0,08	ns	13,62	**	10,23	*	0,54	ns	8,91	*	13,40	**	2,42	ns	0,10	ns		

Subíndices iguales indican medias iguales

Tabla 46: Resultados estadísticos de la composición y de los índices de degradación del lote B05 (materia seca)

		PARÁMETROS QUÍMICOS													
		% Grasa		% Proteínas		% Cenizas		% Cloruros		% NNP		mg TBA /g			
		Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT		
J A M O N	B050101	15,74 ab	1,76	68,42 a	1,49	15,84	0,45	13,07	0,61	2,06	0,10	1,20	0,08		
	B050102	13,02 a	5,56	70,45 a	4,30	16,53	1,69	13,88	2,20	1,89	0,33	1,07	0,08		
	B050402	25,80 b	5,22	59,41 b	3,16	14,79	2,06	12,58	2,08	1,94	0,16	1,06	0,06		
	B050501	14,28 a	4,14	68,91 a	2,45	16,82	1,76	14,79	1,86	2,07	0,18	1,18	0,21		
	Media	17,21	4,17	66,80	2,85	15,99	1,49	13,58	1,69	1,99	0,19	1,13	0,11		
	F	15,89	**	20,11	**	4,17	ns	4,65	ns	0,54	ns	1,02	ns		
R E G I O N	Maiza	21,44 a	6,87	64,26 a	5,65	14,30 a	1,25	11,66 a	1,09	1,96	0,13	1,07	0,13		
	Contramaiza	13,95 b	7,27	69,31 b	6,23	16,74 ab	1,23	14,41 b	1,37	1,89	0,29	1,19	0,17		
	Punta	16,24 ab	3,88	66,82 ab	3,41	16,94 b	0,74	14,68 b	0,98	2,11	0,07	1,12	0,03		
	Media	17,21	6,01	66,80	5,10	15,99	1,07	13,58	1,15	1,99	0,16	1,13	0,11		
	F	9,18	*	6,84	*	14,75	**	18,49	**	1,14	ns	0,82	ns		

Subíndices iguales indican medias iguales

Tabla 47: Resultados estadísticos de la composición y de los índices de degradación del lote B06

		PARÁMETROS QUÍMICOS															
		pH		% Humedad		% Grasa		% Proteínas		% Cenizas		% Cloruros		% NNP		mg TBA/g muestra	
		Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT
J A M O N	B060101	6,26 a	0,19	51,67	4,05	5,07	1,80	35,37	4,20	7,85 a	0,69	6,01 a	1,35	0,81	0,06	0,35	0,05
	B060301	6,36 ab	0,14	49,53	4,09	4,32	2,39	36,65	5,20	9,58 b	0,99	8,25 ab	1,03	0,71	0,06	0,32	0,03
	B060302	6,45 b	0,18	49,17	6,13	4,37	2,99	36,23	5,76	10,32 b	1,71	9,04 b	1,75	0,69	0,04	0,31	0,03
	Media	6,36	0,17	50,12	4,76	4,58	2,39	36,08	5,05	9,25	1,13	7,77	1,37	0,74	0,05	0,33	0,04
	F	20,32	**	2,12	ns	0,66	ns	0,61	ns	15,32	*	25,72	**	3,94	ns	0,68	ns
R E G I O N	Maza	6,54 a	0,10	54,93 a	0,76	6,83 a	0,13	30,40 a	0,71	8,00 a	0,82	6,28 a	1,59	0,71	0,11	0,34	0,04
	Contramaza	6,32 ab	0,07	49,83 ab	2,48	2,18 b	1,13	38,38 b	2,21	9,58 ab	1,23	8,15 ab	1,19	0,77	0,07	0,33	0,03
	Punta	6,21 b	0,12	45,60 b	1,97	4,73 ab	0,91	39,47 b	0,38	10,17 b	1,80	8,87 b	2,01	0,73	0,01	0,32	0,04
	Media	6,36	0,10	50,12	1,74	4,58	0,72	36,08	1,10	9,25	1,29	7,77	1,60	0,74	0,06	0,33	0,04
	F	61,51	***	25,35	**	20,49	**	34,73	**	12,00	*	18,53	**	1,10	ns	0,30	ns

Subíndices iguales indican medias iguales

Tabla 48: Resultados estadísticos de la composición y de los índices de degradación del lote B06 (materia seca)

		PARÁMETROS QUÍMICOS													
		% Grasa		% Proteínas		% Cenizas		% Cloruros		%NNP		mg TBA /g			
		Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT		
J A M O N	B060101	10,60	4,27	73,05	3,63	16,25 a	0,94	12,43 a	2,24	1,68	0,26	0,73	0,12		
	B060301	8,82	5,61	72,38	4,96	18,97 ab	0,49	16,37 ab	0,81	1,41	0,06	0,63	0,06		
	B060302	10,22	4,57	71,13	5,64	20,22 b	0,97	17,71 b	1,29	1,37	0,10	0,63	0,14		
	Media	9,88	4,82	72,19	4,75	18,48	0,80	15,50	1,45	1,49	0,14	0,66	0,10		
	F	3,80	ns	0,71	ns	33,51	**	20,24	*	6,51	ns	1,51	ns		
R E G I O N	Maiza	15,16 a	0,08	67,46 a	1,28	17,75	1,81	14,00	3,51	1,58	0,25	0,76	0,11		
	Contramaiza	5,78 b	1,23	76,49 b	0,88	19,05	1,59	16,27	1,63	1,55	0,22	0,65	0,03		
	Punta	8,69 ab	1,57	72,62 ab	2,91	18,63	2,69	16,24	3,14	1,34	0,06	0,58	0,10		
	Media	9,88	0,96	72,19	1,69	18,48	2,03	15,50	2,76	1,49	0,18	0,66	0,08		
	F	100,54	***	15,33	*	3,60	ns	4,56	ns	3,92	ns	3,73	ns		

Subíndices iguales indican medias iguales

Tabla 49: Resultados estadísticos de la prueba sensorial de consumidores del lote B06

Aspecto		ATRIBUTOS SENSORIALES																								
		Intensidad Olor		Cualidad Olor		Dureza		Facilidad Mastic.		Jugosidad		Intensidad Sabor		Cualidad Sabor		Aceptabilidad Gen.										
		Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT									
J A M O N	B060101	5,37	a	2,00	4,87	a	1,96	5,40	ab	1,93	5,77	ab	2,11	6,49	a	2,42	5,64	ab	2,03	1,86	5,39	1,93	5,50	1,72		
	B060301	6,21	b	2,12	5,80	b	2,03	5,94	b	2,00	4,62	a	1,90	4,24	b	2,11	4,88	b	1,98	1,90	5,20	2,01	5,43	1,77		
	B060302	5,36	a	2,17	5,48	ab	2,29	5,27	a	2,12	5,96	b	2,29	6,40	a	2,19	6,05	a	2,00	2,04	5,36	2,13	5,53	1,89		
	Media	5,58		2,06	5,28		2,05	5,44		1,98	5,44		2,14	5,81		2,27	5,70		1,93	1,88	5,37	2,01	5,50	1,75		
	F	3,98	**		4,14	**		2,71	*		6,78	***		19,27	***		8,85	***		0,06	ns	0,33	ns	0,08	ns	
R E G I O N	Maza	4,82	b	2,08	4,69	b	2,16	5,31		2,09	5,03	b	2,12	5,39	b	2,33	5,37	b	1,97	5,13	b	1,99	4,85	b	1,82	
	Contramaza	5,94	a	2,06	5,54	ab	2,00	5,51		2,02	5,86	a	2,14	6,03	a	2,41	6,02	a	2,02	6,08	a	1,80	5,69	a	1,70	
	Punta	5,95	a	1,92	5,63	a	1,98	5,50		1,89	5,43	ab	2,26	6,03	a	2,55	5,73	ab	1,97	5,86	ab	1,71	5,55	ab	1,60	
	Media	5,57		2,02	5,29		2,05	5,44		2,00	5,44		2,17	5,82		2,43	5,71		1,99	5,69		1,83	5,36		1,71	
	F	12,35	***		7,61	***		0,41	ns		4,24	*		3,11	*		3,22	*		8,54	***		1,98	5,98	**	8,72

Subíndices iguales indican medias iguales

Tabla 50: Resultados estadísticos de la composición bruta y de los índices de degradación del lote ibérico

		PARÁMETROS QUÍMICOS																				
		pH		%Humedad		%Grasa		%Proteínas		%Cenizas		%Cloruros		%NNP		Peroxidos		Acidez				
		Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT			
J	Testigo	5,73	0,12	48,94	a	2,66	25,61	1,76	17,87	1,24	7,58	0,41	4,90	0,40	0,66	a	57,60	a	2,72	2,783	0,3156	
A	J021139	5,74	0,10	41,47	b	6,38	30,52	3,95	21,23	2,92	6,78	0,55	4,33	0,39	0,76	ab	18,24	b	1,36	3,899	1,2625	
M	J021125	5,79	0,23	39,68	b	5,31	32,70	6,35	20,64	0,46	6,98	0,78	4,27	0,88	0,89	b	27,20	ab	2,26	5,684	0,6312	
O	Media	5,75	0,15	43,36		4,79	29,61	4,02	19,91	1,54	7,12	0,58	4,50	0,56	0,77		34,35		2,11	4,122	0,7364	
N	F	0,24	ns	7,49	*		3,47	ns	4,43	ns	2,52	ns	1,53	ns	8,21	*	178,13	***		6,143	ns	
R	Maza	5,85	0,05	47,89		4,48	26,24	2,81	18,32	1,94	7,55	0,39	4,96	0,34	0,80							
E	Contramaza	5,81	0,14	42,98		5,22	29,40	3,21	20,44	2,25	7,18	0,29	4,50	0,35	0,75							
G	Punta	5,60	0,08	39,22		6,67	33,18	6,65	20,98	2,29	6,62	0,84	4,05	0,77	0,76							
I	Media	5,75	0,09	43,36		5,46	29,61	4,22	19,91	2,16	7,12	0,51	4,50	0,48	0,77							
O	F	4,51	ns	5,86	ns		3,17	ns	2,71	ns	3,19	ns	2,66	ns	0,36	ns						

Subíndices iguales indican medias iguales

Tabla 51: Resultados estadísticos de la composición y de los índices de degradación del lote ibérico (materia seca)

		PARÁMETROS QUÍMICOS											
		% Grasa		% Proteínas		% Cenizas		% Cloruros		% NNP			
		Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT		
J	Testigo	50,13	1,20	34,97	0,66	14,90	1,47	9,63	1,27	1,28	0,17		
A	J021139	52,06	1,18	36,19	1,33	11,74	2,22	7,52	1,59	1,32	0,24		
M	J021125	53,69	5,54	34,40	3,35	11,70	2,21	7,20	1,98	1,48	0,17		
O	Media	52,03	2,64	35,19	1,78	12,78	1,96	8,12	1,61	1,36	0,19		
N	F	1,00	ns	0,40	ns	7,39	*	4,76	ns	1,09	ns		
R	Maza	50,30	1,19	35,11	0,69	14,59	1,84	9,59	1,41	1,52	0,07		
E	Contramaza	51,52	1,41	35,81	1,04	12,68	1,43	7,96	1,16	1,30	0,29		
G	Punta	54,27	5,33	34,65	3,66	11,08	2,72	6,81	2,04	1,27	0,05		
I	Media	52,03	2,64	35,19	1,78	12,78	2,00	8,12	1,53	1,36	0,14		
O	F	1,17	ns	0,16	ns	6,75	ns	5,30	ns	1,89	ns		

Subíndices iguales indican medias iguales

Tabla 52: Puntuaciones medias de los atributos de apariencia.

ATRIBUTOS	JAMON				
	Testigo 1	Testigo 2	021139	021123	021125
Amarillo de la grasa	2,29	2,29	2,00	1,80	2,83
Rosa de la grasa	1,00	1,67	2,00	2,00	3,00
Fluidéz de la grasa	2,13	2,50	3,25	3,25	2,25
Luminiosidad del magro	2,38	2,38	3,13	2,50	1,50
Exudado/Brillo del magro	1,50	1,63	2,63	2,50	2,00
Veteado del magro	1,38	1,75	1,88	1,75	1,50

Tabla 53: Puntuaciones medias de los atributos de olor.

ATRIBUTOS	JAMON				
	Testigo 1	Testigo 2	021139	021129	021125
Rancio	1,88	1,50	2,80	2,33	2,75
Grasa/Sebo	1,75	1,50	2,00	1,33	1,75
Aceite	2,00	1,33	2,00	1,00	1,00
Corteza de pan	1,60	3,17	3,25	2,00	1,80
Frutos secos tost	2,00	2,60	2,67	2,33	2,20
Frutos secos sin tost	2,00	2,67	2,50	2,50	2,33
Caramelo	1,00	1,00	1,67	1,00	1,33
Bellota	3,00	2,00	2,50	1,00	2,00
Caldo de carne	2,80	2,00	2,00	2,33	2,40
Cuadra	1,00	1,00	2,00	3,00	3,00
Cuero	1,50	2,00	2,00	1,75	1,00
Quemado	3,00	3,00	2,67	3,00	1,50
Sangre	1,00	1,00	2,00	2,20	1,67
Sexual	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00
Fármaco	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Sudor	1,00	1,50	2,00	1,00	1,00
Orina	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Bodegal/Cerrado	3,00	2,33	2,00	2,33	3,00
Moho	3,00	3,50	3,67	2,50	3,00
Humedad	1,50	1,33	2,00	1,67	2,00

Tabla 54: Puntuaciones medias de los atributos de textura.

ATRIBUTOS	JAMON				
	Testigo 1	Testigo 2	021139	021123	021125
Dureza del magro	2,50	2,50	2,50	2,88	2,38
Masticabilidad	2,63	2,75	2,88	3,25	2,50
Fibrosidad	2,57	3,00	3,33	3,00	2,25
Gomosidad (pastosidad)	1,00	1,75	0,00	1,00	1,00
Jugosidad residual	2,13	2,25	2,71	2,38	2,88
Recubrimiento del paladar	2,17	1,88	3,00	2,40	2,83

Tabla 55: Puntuaciones medias de los atributos de olfato-gustativos.

ATRIBUTOS	JAMON				
	Testigo 1	Testigo 2	021139	021129	021125
Rancio	2,50	2,43	2,83	2,33	2,50
Grasa/Sebo	2,67	2,25	2,67	2,00	2,33
Acete	2,67	1,50	1,50	1,00	1,50
Caldo de carne	2,00	2,00	2,20	1,83	2,20
Cuadra	1,00	1,67	3,00	3,00	2,00
Cuero	2,00	3,00	3,00	2,00	3,00
Almendra	2,00	2,00	2,33	1,00	1,50
Nuez/Avellana	2,00	0,00	2,50	1,00	2,00
Corteza de pan	2,00	2,20	3,67	2,20	2,50
Frutos secos tost	2,20	2,20	2,50	2,40	2,83
Bellota	1,67	3,50	3,67	1,75	3,50
Caramelo	2,00	1,00	1,67	1,33	1,50
Quemado	0,00	2,00	3,00	3,00	1,33
Sangre	1,67	3,00	2,67	2,00	1,50
Bodega/Cerrado	2,00	3,67	4,50	2,00	3,00
Moho	4,00	3,00	4,25	2,67	4,33
Humedad	1,00	1,00	4,33	2,00	2,00
Sudor	1,50	1,00	4,00	1,00	1,00
Orina	1,00	1,00	3,00	1,00	1,00
Sexual	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Fármaco	1,00	1,00	5,00	1,00	1,00

Tabla 56: Puntuaciones medias de sabores básicos, de los efectos de sustancias químicas y del retrogusto.

ATRIBUTOS	JAMON				
	Testigo 1	Testigo 2	021139	021129	021125
Salado	3,25	3,00	3,13	3,29	3,14
Dulce	3,00	2,67	2,67	2,33	2,50
Acido	1,50	1,33	2,00	1,00	2,00
Amargo	1,00	1,00	1,00	1,50	2,00
Astringente	3,33	2,00	2,00	1,00	2,00
Picante	2,00	1,75	1,67	1,00	1,00
Adherencia oleosa	3,00	1,50	2,14	2,67	1,60
Retrogusto	2,83	1,86	2,17	2,83	1,71

Tabla 57: Resultados estadísticos de los datos de Capacidad de Retención de Agua para los tres factores de variación analizados (tiempo, temperatura y concentración salina), incluyendo las cinco concentraciones de sal.

CRA	Media	DT	TIEMPO				TEMPERATURA				CONCENTRACION SALINA							
			10 min.	60 min.	24 h.	Media	F	5°C	30°C	Media	F	0%	2%	5%	10%	15%	Media	F
			24,70	23,70	23,74	24,05	1,72	24,65 a	23,44 b	24,05	5,81	35,48 a	21,19 b	15,83 c	19,34b c	28,39 d	24,05	198,96
			6,93	7,64	8,02	7,53	ns	7,29	7,50	4,93	*	0,53	0,91	0,82	2,20	2,24	1,34	***

Subíndices iguales indican medias iguales

Tabla 58: Resultados estadísticos de los datos de Capacidad de Retención de Agua para los tres factores de variación analizados (tiempo, temperatura y concentración salina), incluyendo solamente las tres concentraciones de sal menores.

CRA	Media	DT	TIEMPO				TEMPERATURA				CONCENTRACION SALINA					
			10 min.	60 min.	24 h.	Media	F	5°C	30°C	Media	F	0%	2%	5%	Media	F
			24,60	24,30	23,60	24,17	3,27	24,16	24,18	24,17	0,00	35,48 a	21,19 b	15,83 c	24,17	1290,61
8,57	9,49	9,24	9,10	ns	8,66	9,00	5,89	ns	0,53	0,91	0,82	0,75	***			

Subíndices iguales indican medias iguales

Tabla 59: Resultados estadísticos de los datos de Capacidad de Retención de Agua para los tres factores de variación analizados (tiempo, temperatura y concentración salina), incluyendo solamente las tres concentraciones de sal mayores.

CRA	Media	TIEMPO				TEMPERATURA				CONCENTRACION SALINA					
		10 min.	60 min.	24 h.	Media	F	5°C	30°C	Media	F	5%	10%	15%	Media	F
		22,10	20,40	21,05	21,19	2,76	22,36 a	20,01 b	21,19	15,64	15,83 a	19,34 a	28,39 b	21,19	158,05
DT	5,59	5,29	7,09	5,99	ns	6,17	5,33	3,83	0,82	2,20	2,24	1,76	***		

Subíndices iguales indican medias iguales

Tabla 60: Resultados estadísticos obtenidos de la comparación del contenido salino y las mermas durante la fase de salazón de los lotes que permanecieron 10 días en salazón y los que permanecieron 11 días en salazón.

	Tiempo (días)	Mermas (%)	Cloruros ms (%)	MediatDT de las mermas	MediatDT de los cloruros	F	
						Mermas	Cloruros
L o t e	Blancos 02	1,63	12,34	0,81±0,79 a	12,21±1,00 a		
	Blancos 04	0,22	12,14				
	Blancos 01	6,49	13,86			95,13***	16,43***
	Blancos 03	3,44	14,38	4,66±1,24 b	14,21±1,41 b		
	Blancos 05	4,33	13,58				
	Blancos 06	4,42	15,50				

Subíndices iguales indican medias iguales

ANEXO II: FIGURAS

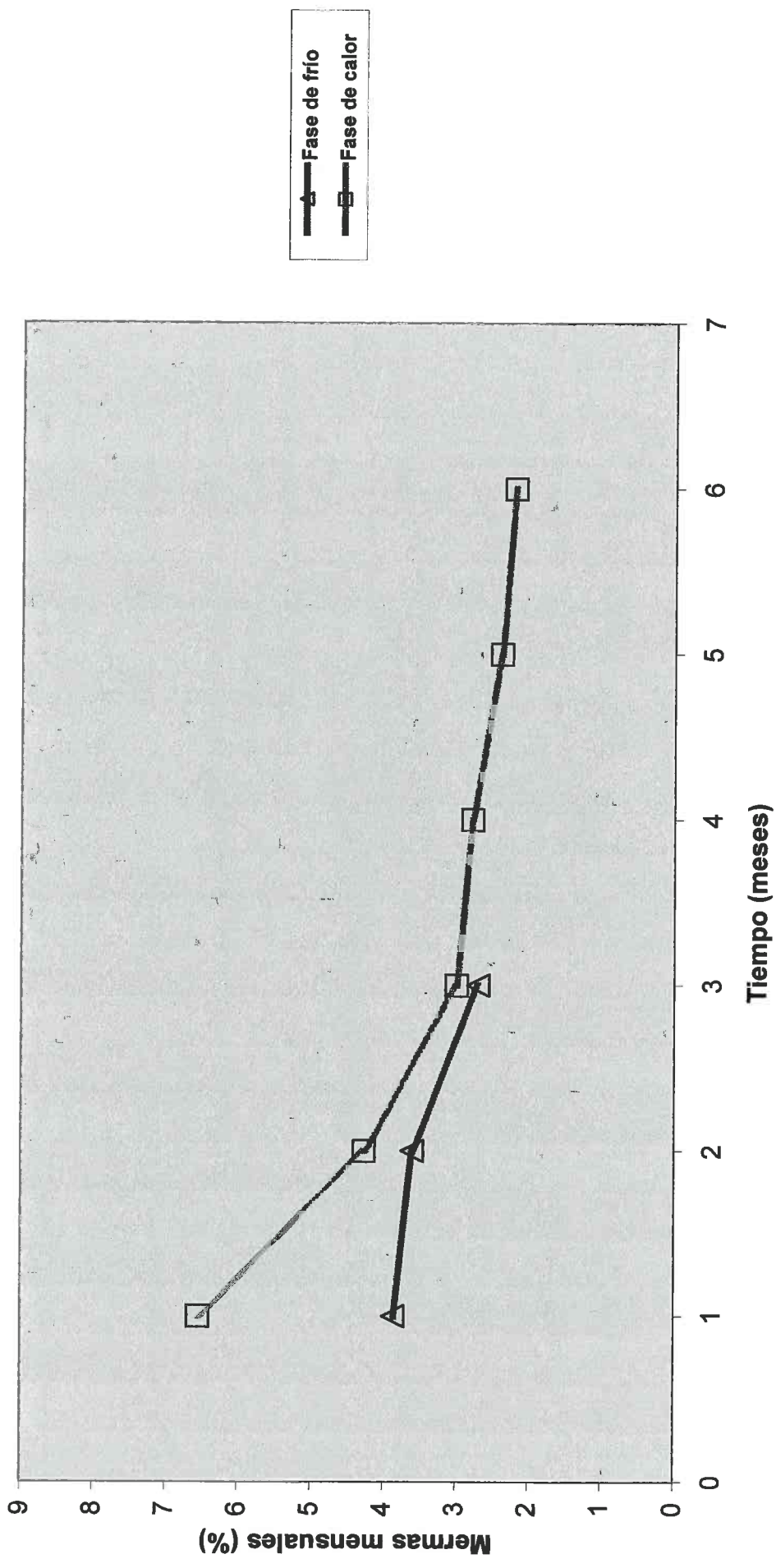


Figura 1: Pérdidas de peso parciales medias en los jamones del lote B01

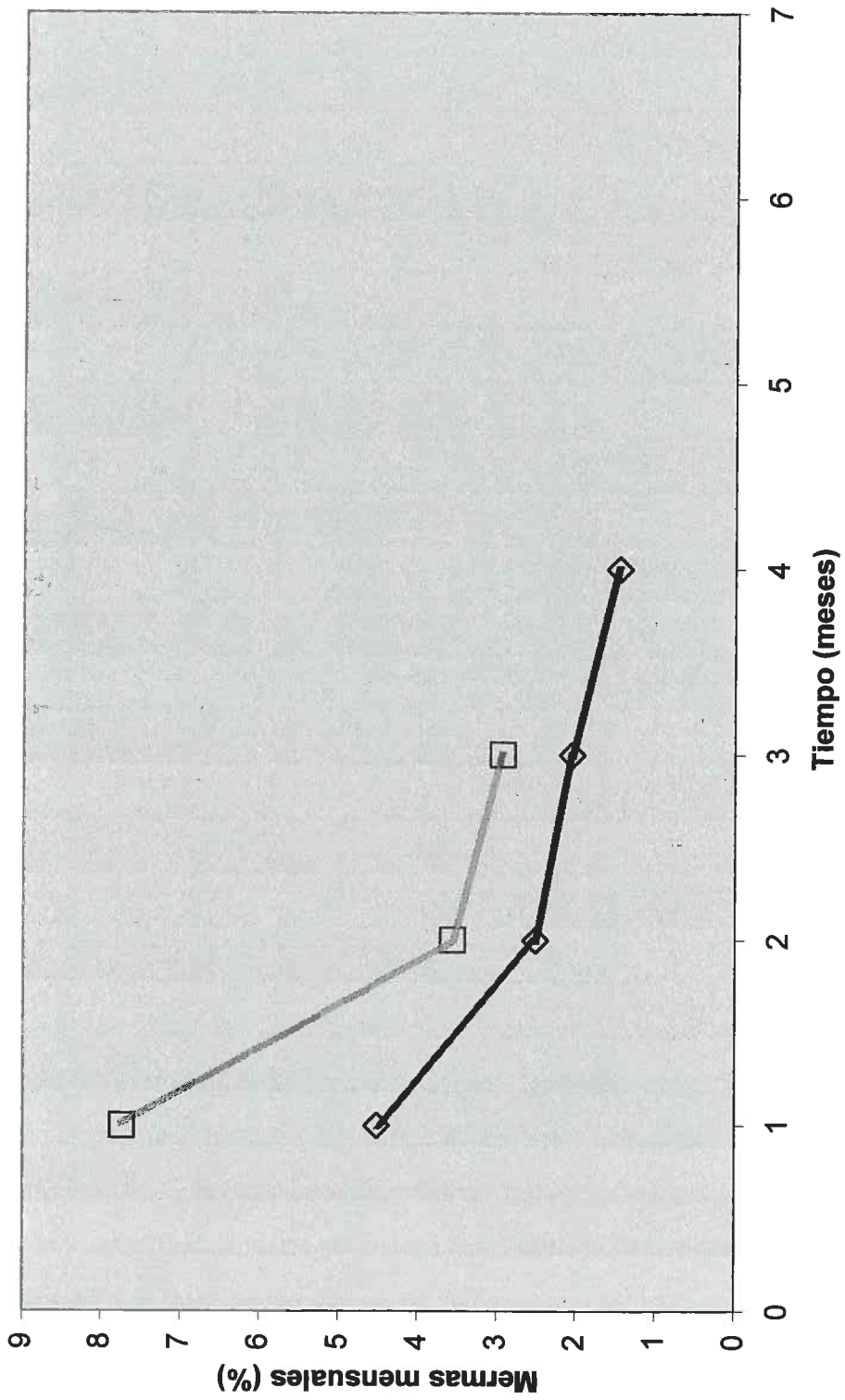


Figura 2: Pérdidas de peso parciales medias en los jamones del lote B02

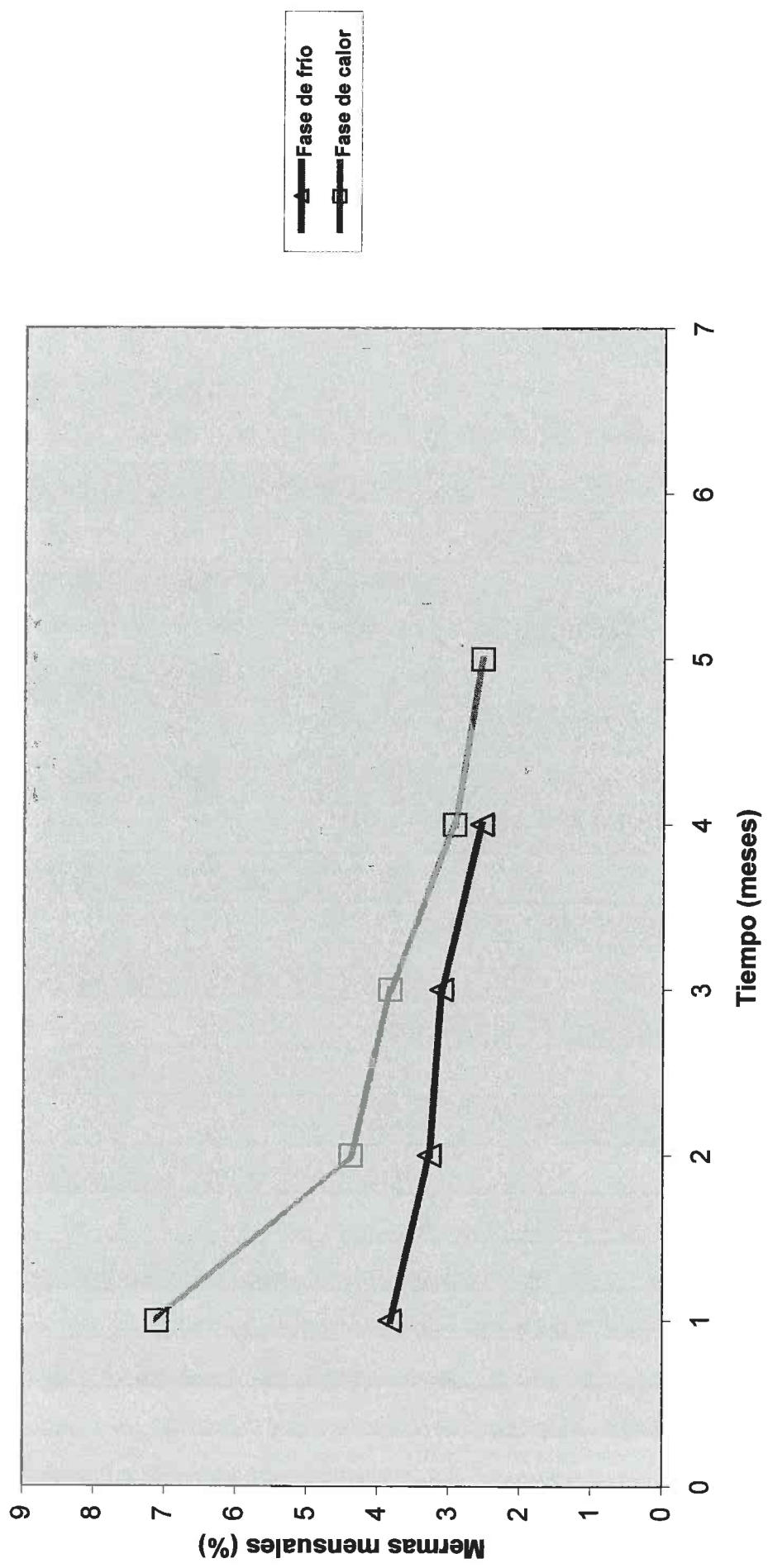


Figura 3: Pérdidas de peso parciales medias en los jamones del lote B03

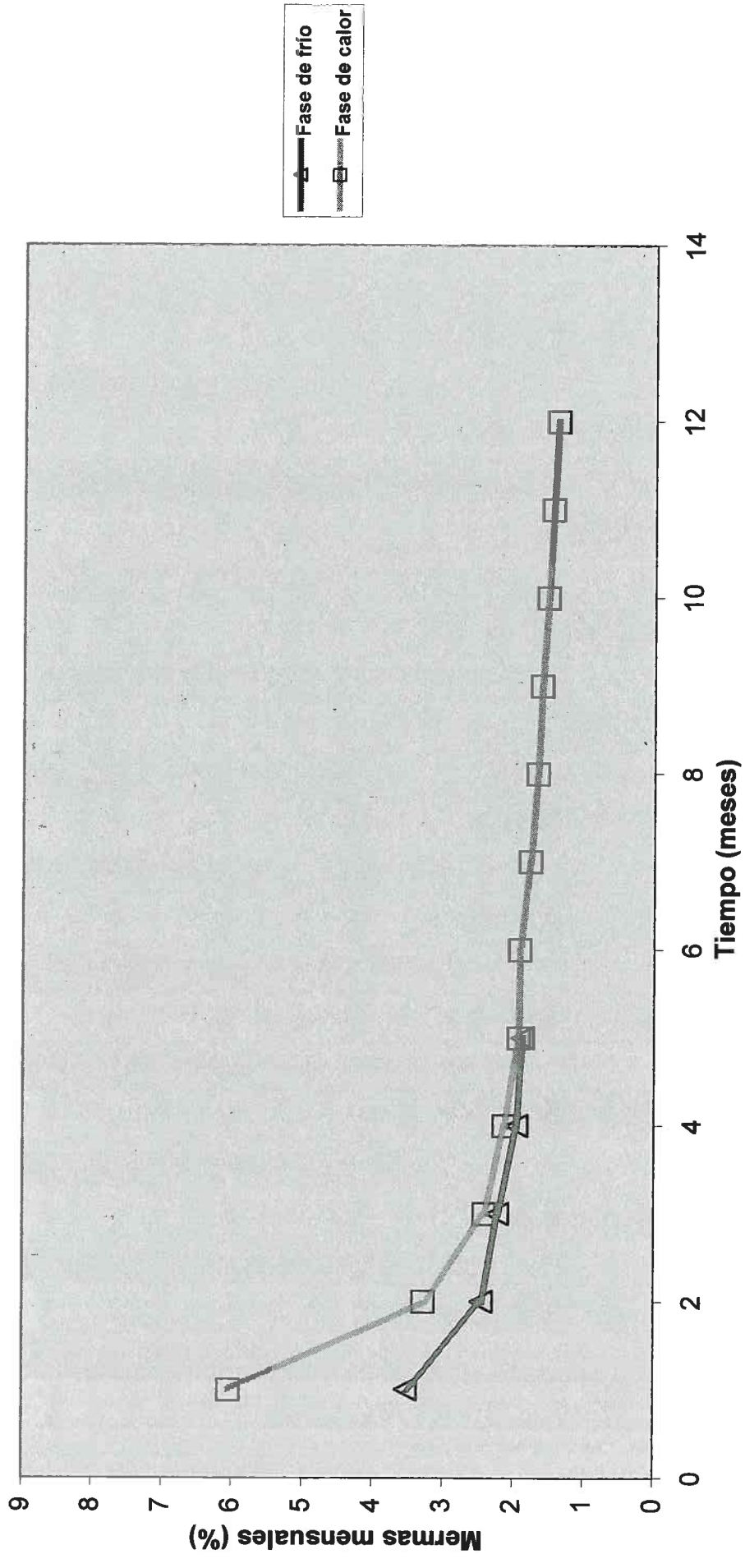


Figura 4: Pérdidas de peso parciales medias en los jamones del lote B04

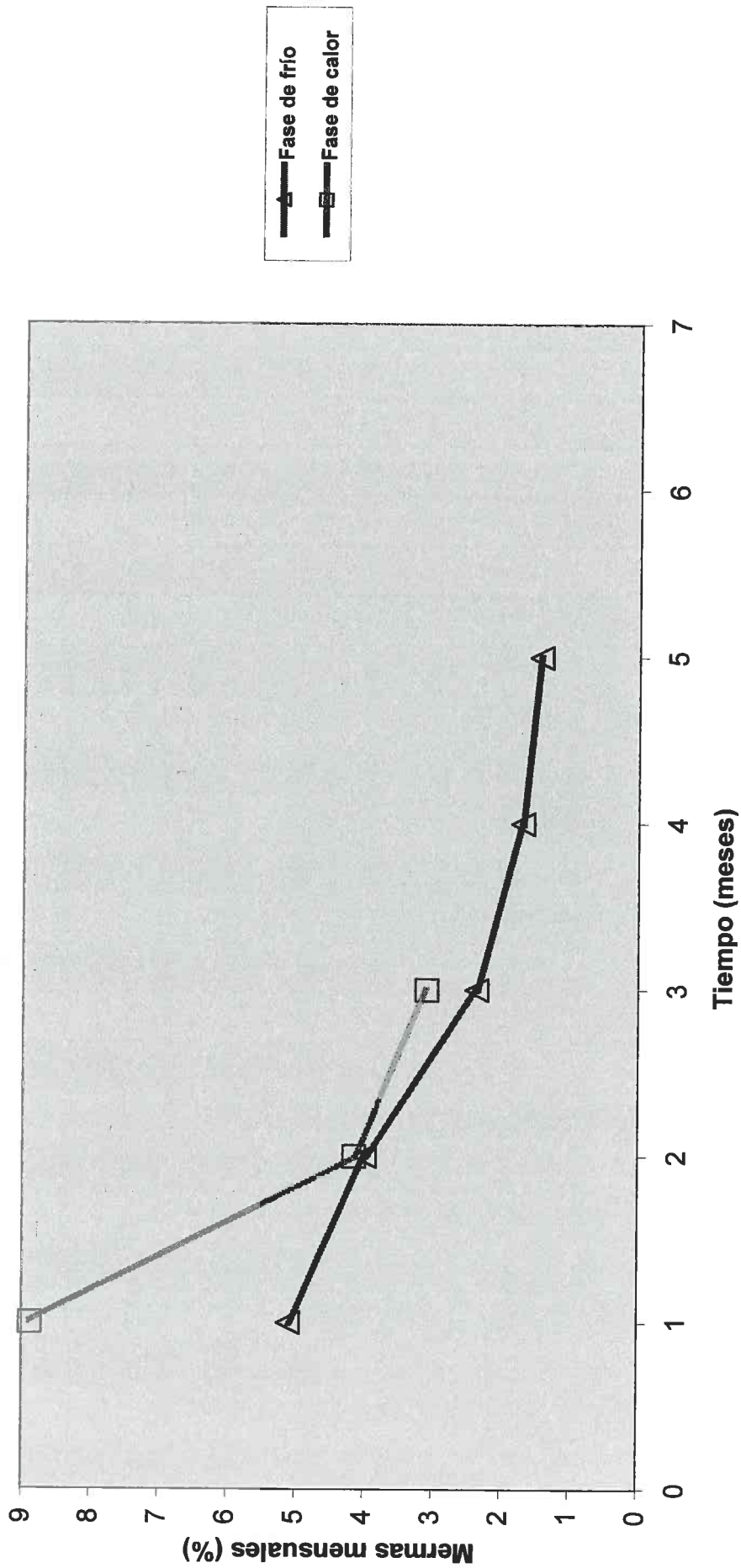


Figura 5: Pérdidas de peso parciales medias en los jamones del lote B05

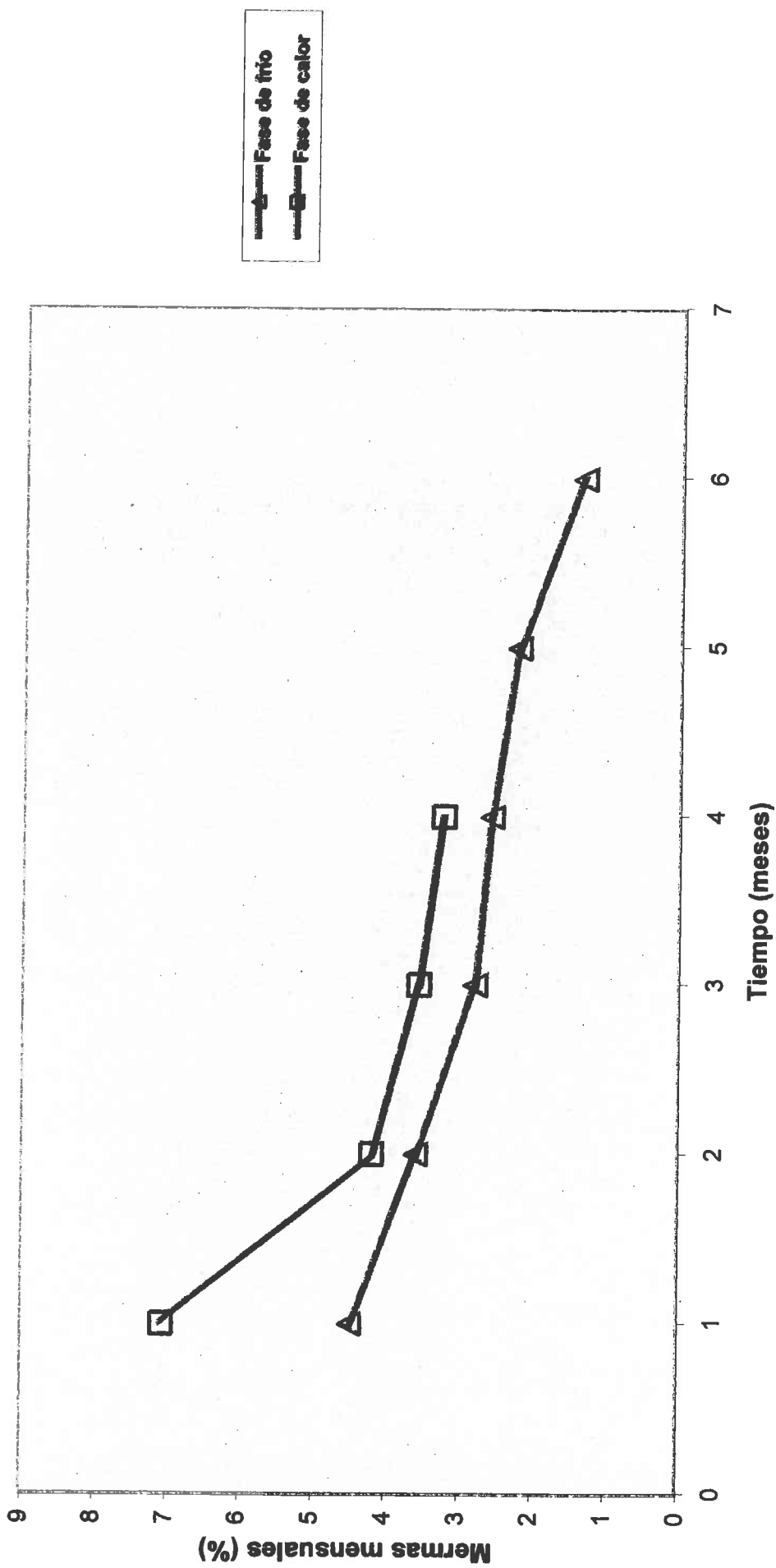


Figura 6: Pérdidas de peso parciales medias en los jamones del lote B06

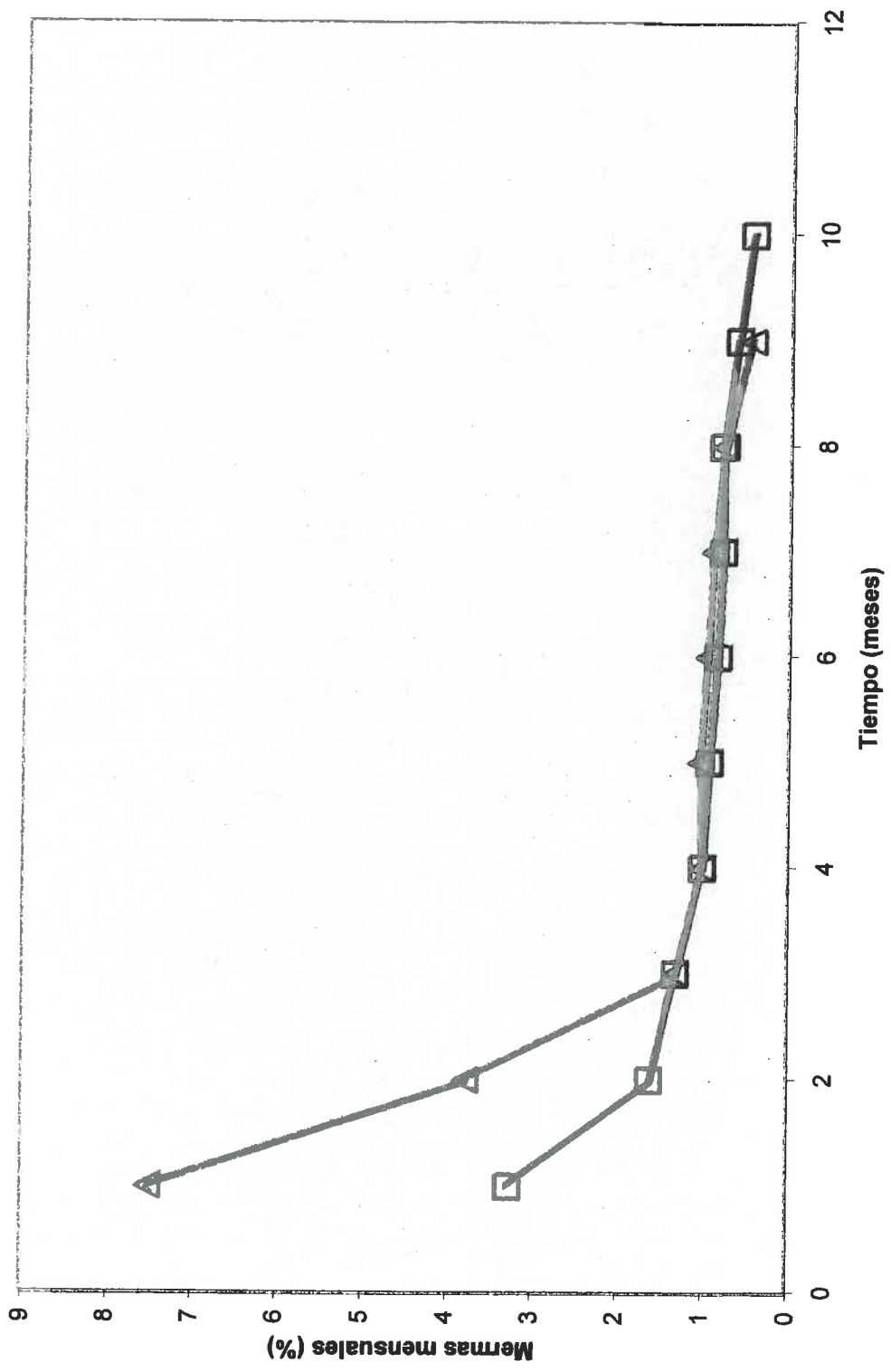


Figura 7: Pérdidas de peso parciales medias en los jamones del lote ibérico

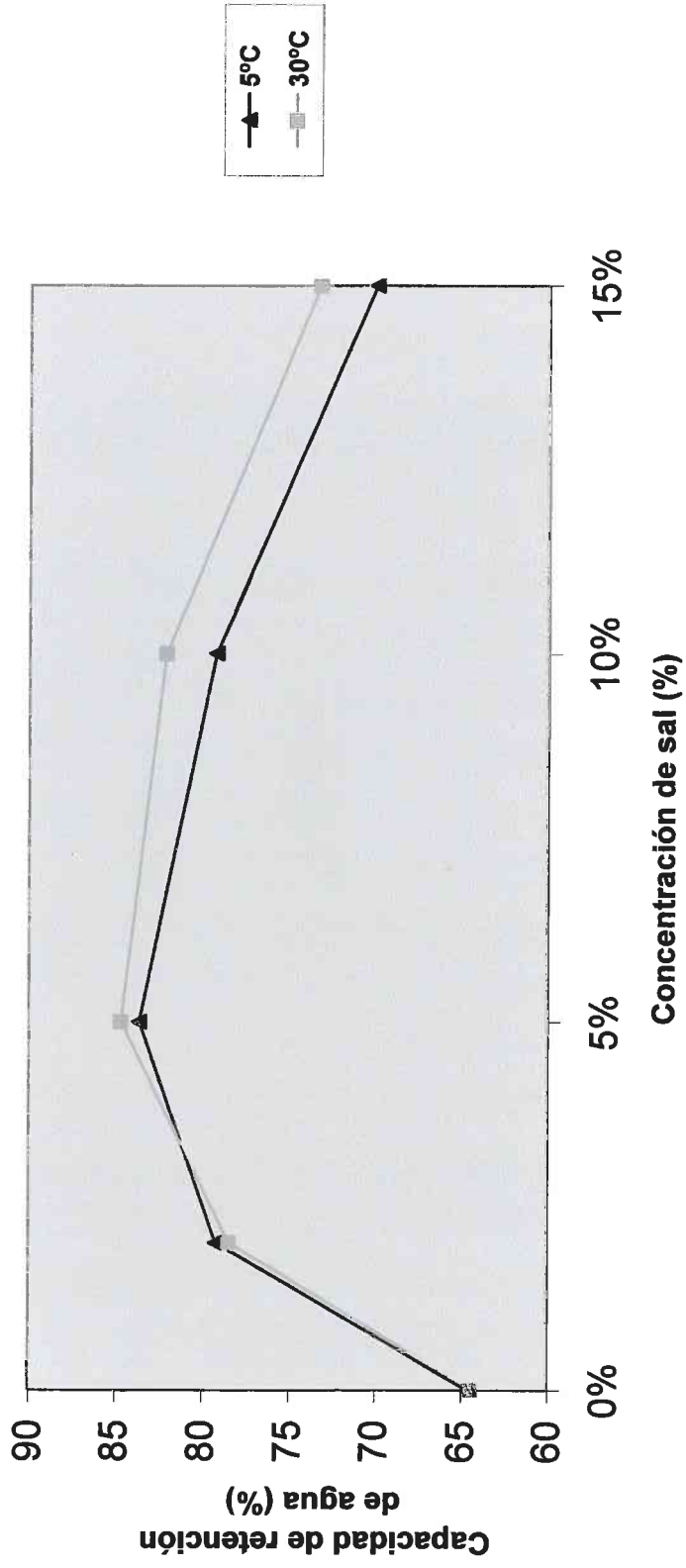


Figura 8: Efecto de la temperatura y la concentración de sal sobre la CRA en lomo fresco de cerdo

**ANEXO III: FICHAS DEL
ANALISIS SENSORIAL**

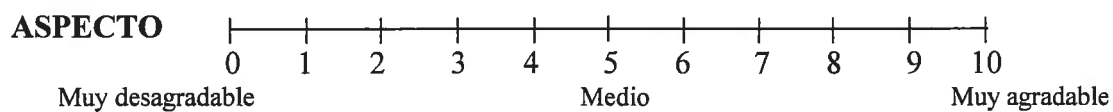
Nombre:
 Muestra:
 Fecha:

	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
APARIENCIA						OLFATO-GUSTATIVA					
Color amarillo grasa						Rancio					
Color rosa grasa						Sebo					
Fluidez grasa						Aceite					
Luminosidad						Orina					
Exudado/brillo magro						Sexual					
Veteado						Cuadra/Granja/Establo					
OLOR						Cuero					
Rancio						Sangre (Metálico)					
Sebo						Sudor					
Aceite						Caldo de carne					
Orina						Quemado					
Sexual						Caramelo					
Cuadra/Granja/Establo						Frutos secos tostados					
Cuero						Almendra					
Sangre						Nuez/avellana					
Sudor						Bellota					
Caldo de carne						Corteza de pan					
Quemado						Fármaco					
Caramelo						Moho					
Frutos secos tostados						Humedad					
Frutos secos sin tostados						Bodega/Cerrado					
Bellota						SABORES BÁSICOS					
Corteza de pan						Dulce					
Fármaco						Salado					
Moho						Acido					
Humedad						Amargo					
Bodega/Cerrado						SUSTANCIA QUÍMICAS					
TEXTURA						Astringencia					
Dureza magro						Picante					
Masticabilidad						Adherencia oleosa					
Fibrosidad						RETROGUSTO					
Gomosidad (pastosidad)						Intensidad					
Jugosidad residual						Cualidad					
Cubrimiento paladar										

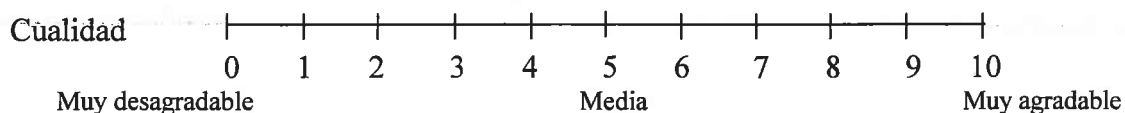
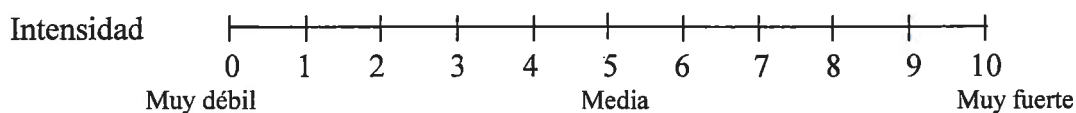
- 1 = Casi imperceptible
- 2 = Ligeramente perceptible
- 3 = Moderadamente perceptible
- 4 = Perceptible
- 5 = Muy perceptible

EVALUACIÓN SENSORIAL DE JAMÓN

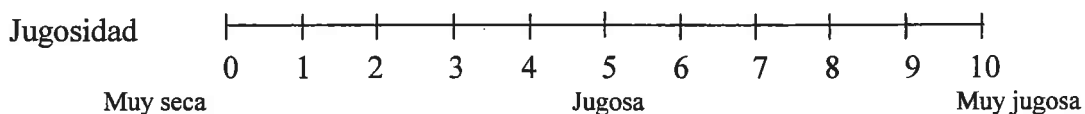
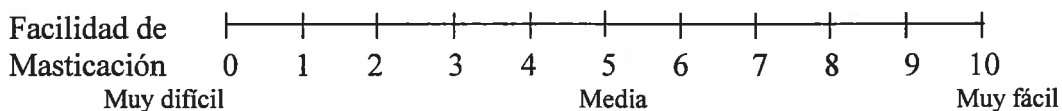
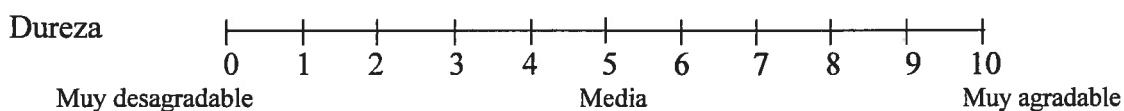
Número de muestra: _____ Fecha: _____



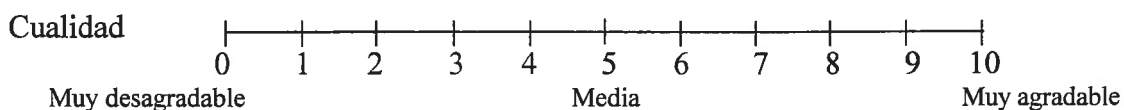
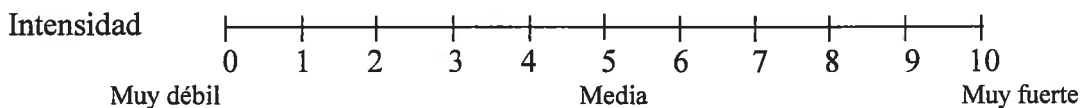
OLOR



TEXTURA



SABOR



ACEPTABILIDAD (PUNTUACION GLOBAL)

