

JOSÉ BELLO GUTIÉRREZ

JAMÓN CURADO
Aspectos científicos y tecnológicos
Perspectiva desde la Unión Europea



© José Bello Gutiérrez, 2008

Reservados todos los derechos.

«No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.»

Ediciones Díaz de Santos
Internet: <http://www.diazdesantos.es/ediciones>
E-mail: ediciones@diazdesantos.es

ISBN: 978-84-7978-884-1
Depósito Legal: M. 37.379-2008

Fotocomposición: P55 Servicios Culturales C.B.
Diseño de cubierta: P55 Servicios Culturales C.B.
Impresión: Fernández Ciudad
Encuadernación: Rústica-Hilo

Printed in Spain - Impreso en España

Índice

PRESENTACIÓN	XIII
PREÁMBULO	XV

Parte I. LA MATERIA PRIMA

Capítulo 1: El ganado porcino	3
El cerdo doméstico: consideraciones generales	3
Razas porcinas tradicionalmente luso-españolas	16
Principales razas porcinas de otras zonas geográficas	27
La selección en el ganado porcino: obtención de razas mejoradas	42
Efectos secundarios negativos de la selección en el ganado porcino	50
Principales razas comercializadas en España	54
Explotaciones porcinas. Sistemas de crianza	66
Capítulo 2: La carne de cerdo	79
Descripción de la línea de la carne	79
Composición del músculo porcino	96
Proteínas integrantes del tejido muscular	115
Enzimas endógenas del tejido muscular	124
La conversión del músculo en carne	126
La calidad intrínseca de la carne	144

Parte II. EL PROCESO DE ELABORACIÓN

Capítulo 3: Planteamientos tecnológicos del proceso de curación	171
Proceso de curación: consideraciones generales	171
La selección de la materia prima	177
Los coadyuvantes químicos del curado	187
Las fases tecnológicas implicadas en el proceso de curación	199
Consideraciones sobre el caso particular del jamón serrano	232
Consideraciones sobre el caso particular de la paleta y del jamón ibéricos	240
Capítulo 4: Interpretación científica del proceso de curación	255
Cometido de las sales en el proceso de curación	255
Incidencia de la microbiótica en la curación del jamón	267
Los efectos físicos de la desecación	270
Fenómenos bioquímicos derivados de las actividades enzimáticas	274
Consecuencias de los procesos químicos de oxidación lipídica	287
Desarrollo de las propiedades organolépticas específicas	291

Parte III. EL PRODUCTO ALIMENTICIO

Capítulo 5: Definición y calidad	319
Jamón curado: consideraciones generales	319
Tipos de calidad en el jamón curado	329
Seguridad y calidad higiénica-sanitaria en los jamones curados	337
Contribución de los atributos organolépticos a la calidad sensorial de los jamones curados	352
Consideraciones nutricionales acerca del jamón curado	371
Los sellos de calidad diferenciada en el jamón curado	377
Capítulo 6: Principales variedades de la Unión Europea	397
El jamón curado de países comunitarios	397
Variedades tradicionales con nombre propio	404
Jamones españoles acogidos a figuras legales de calidad	412
Jamones no nacionales acogidos a sellos europeos de calidad	432

Otros jamones curados con relevancia en la Unión Europea	466
Principal variedad extracomunitaria: el jamón <i>Rústico</i> o <i>Country Ham</i>	470

Parte IV. GESTIÓN Y CONTROL DE LA CALIDAD

Capítulo 7: Sistemas de garantía y de control	475
Funciones implicadas en la calidad global y su control	475
La trazabilidad como garantía de control de la calidad	481
La instauración de un Sistema de Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos (ARPC)	488
Pruebas aplicables para los controles de calidad en la elaboración de jamones curados: materia prima, fases tecnológicas, piezas acabadas ...	497
Pruebas de análisis sensorial aplicables al control de calidad de jamones curados	515
Formas comerciales del jamón curado	526
Consumo del jamón curado: recomendaciones para su degustación	540
ANEXO I: GLOSARIO	551
ANEXO II: BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA	581
ANEXO III: LEGISLACIÓN ALIMENTARIA CITADA	589
ÍNDICE ANALÍTICO	601

Presentación

El presente libro se ha querido plantear teniendo como principal objetivo llevar a cabo una exposición de los conocimientos existentes hasta el momento acerca de los primordiales aspectos científicos y tecnológicos de la elaboración y comercialización del jamón curado, no solo desde su importancia dentro de la economía agropecuaria española sino también desde una perspectiva que incluye la presencia de dicho producto en la Unión Europea y su proyección extracomunitaria. Para ello, los temas han sido distribuidos en cuatro partes, con un total de siete capítulos y tres anexos integrados por un amplio glosario de términos y conceptos, por la bibliografía consultada o recomendada y por la legislación alimentaria citada en cada uno de los capítulos.

La *primera parte* está dedicada al estudio de la materia prima, concretada en el ganado porcino y la carne de cerdo, haciendo referencia a la domesticación de este animal, la obtención de razas mejoradas, las explotaciones porcinas y sus sistemas de crianza, incluyendo las características propias de las principales razas mundiales, con una particular atención a las consideradas tradicionalmente como luso-españolas y a las comercializadas hoy día en nuestro país. Asimismo, se hace una descripción de la línea de la carne, de la composición del músculo porcino y su conversión en lo que se entiende como carne, concluyendo con el desarrollo del concepto de la calidad intrínseca de la misma.

La *parte segunda* está centrada en el estudio específico del proceso de elaboración de los jamones curados, haciendo hincapié en la selección de la materia prima y las propiedades de los coadyuvantes químicos del curado, así como el desarrollo de las diversas fases tecnológicas implicadas en el proceso de curación, con algunas consideraciones acerca de dos casos particulares relacionados con

nuestro país: los denominados jamones serranos e ibéricos. El tema se completa con una detallada interpretación científica de los diversos aspectos bajo los que puede ser estimado el proceso de curación, como el cometido de las sales de curación, la incidencia de la microbiótica sobre la curación del producto, los efectos físicos de la desecación, los fenómenos bioquímicos derivados de las actividades enzimáticas, las principales consecuencias de las oxidaciones lipídicas, para concluir con una descripción de los desarrollos exhibidos por cada una de las propiedades organolépticas específicas.

La *parte tercera* se ocupa del producto alimenticio a través de unas consideraciones acerca de su definición, el desarrollo del concepto de calidad y los diversos tipos de jamones curados que se elaboran y comercializan en nuestro país, completándose con las principales variedades elaboradas en la Unión Europea, particularmente las acogidas a la garantía de los Sellos y Figuras de Calidad europeos.

En la *parte cuarta* se tratan los sistemas de garantía y de control de calidad de los productos comercializados, concretados principalmente en la trazabilidad de cada producto en cuanto garantía de su control y en la instauración de un sistema de análisis de riesgos y control de puntos críticos. Asimismo, se relacionan las principales pruebas aplicables a las materias primas, a las fases tecnológicas y a las piezas acabadas, en cuanto medios para ayudar al control de la bondad del proceso de elaboración. Igualmente se dedica especial atención a las pruebas de análisis sensorial destinadas a juzgar sobre la calidad del jamón curado, seguidas de algunas recomendaciones estimadas esenciales para efectuar una adecuada degustación del mismo. Por último, se hace referencia a las diversas formas comerciales que en la actualidad predominan en el mercado.

Por supuesto que en la elaboración del presente libro me considero deudor de todos los conocimientos científicos y tecnológicos aportados por numerosos investigadores y especialistas que han sabido profundizar en el estudio de todo lo referente al ganado porcino y la calidad de su carne, así como de los fenómenos fisicoquímicos, bioquímicos y microbiológicos implicados en el proceso de curación del jamón. Todos estos resultados se encuentran recogidos en una abundante bibliografía al respecto y en ella se han querido recomendar algunas publicaciones, algunas de las cuales han sido consultadas, por considerarlas de interés práctico para aquel lector que desee ampliar conocimientos sobre los temas expuestos en cada capítulo.

Finalmente, deseo destacar de una manera expresa la gratitud debida a mi entrañable amigo, el doctor Mohino, por sus acertadas sugerencias y consejos siempre constructivos, así como su constante estímulo para llevar a su término la redacción

del mismo. De igual modo, deseo dar las gracias a las empresas Roser Anvisa, y a la revista *Cárnica 2000* por las fotos incluidas en los diversos capítulos.

Preámbulo

Uno de los más importantes sectores integrados en la agricultura de la Unión Europea (UE) hace referencia al constituido por el sector cárnico, donde se destaca la contribución del ganado porcino en cuanto especie doméstica con mayor presencia en la alimentación humana. Considerada bajo el prisma moderno de la utilidad y la repercusión económica, la cría del cerdo representa un verdadero triunfo de la domesticación animal al conseguir el mayor rendimiento posible de un animal caracterizado por su carácter prolífico, con un corto periodo de gestación y un rápido crecimiento. Además, su condición de animal omnívoro le posibilita para ser alimentado de manera eficiente con granos y otros subproductos, así como para aprovechar cualquier desecho de naturaleza biológica o incluso algunos materiales nutritivos poco útiles para otras especies domésticas. De este modo, el animal se convierte en un valioso transformador de unos insumos alimenticios con escasa estimación económica, a los que convierte en otros productos de más valor económico y gran poder nutritivo para el ser humano.

De acuerdo con recientes estadísticas, los mayores consumos de carne de cerdo corresponden al continente asiático, con el 57,9 % del total mundial, al que China contribuye nada menos que un 91,5%. Le sigue Europa, con el 26,5%, donde la producción porcina se concentra en determinadas regiones dentro de ciertos países miembros. En cambio, América se sitúa en tercer lugar con solo un 15,2%. Respecto de la Unión Europea, son diez los países que se reparten la producción de carne porcina conforme al siguiente orden, de acuerdo con sus contribuciones expresadas por los correspondientes porcentajes: Alemania, 20,5%; España, 15,0%; Francia, 10,8%; Polonia, 9,0%; Dinamarca, 8,5%; Italia, 7,5%; Holanda, 6,1% y Bélgica 4,8%; Reino

Unido, 3,4%; Austria, 2,3%. Aunque nuestro país aparezca el segundo en productividad, sin embargo destaca por disponer de una ganadería autóctona cuya perfecta adaptación al medio le proporciona una notoria importancia. Vinculados durante siglos a unos hábitats específicos y concretos, estos animales demuestran ser el ganado mejor cualificado para conseguir un desarrollo económico sostenido y sostenible en determinadas zonas geográficas, a la vez que con sus explotaciones se evita la implantación de sistemas agresivos con el medio ambiente. De aquí que el cerdo pueda ser conceptuado como el mejor ejemplo de máximo aprovechamiento de los recursos de las dehesas, como son la bellota que madura entre los meses de noviembre a febrero y la hierba que proporciona alimento durante la primavera, y constituye, posteriormente, un complemento para la alimentación durante el régimen de montanera.

Las principales características de la producción animal en las últimas décadas del siglo XX han sido una intensificación de las explotaciones y un rápido incremento de los fines industriales, como una particular consecuencia de la gran demanda derivada de la creciente urbanización de la sociedad. Al parecer, España es el país de la Unión Europea que consume más cantidad de carne de cerdo por habitante y año, con la particularidad de corresponder un 55% de esta primacía al consumo de productos transformados, entre los que ocupa un lugar primordial el jamón curado con su condición de alimento tradicional en nuestro país, sin parangón en los demás países comunitarios a excepción de Italia. Según los datos publicados por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, el consumo español de jamón curado por persona fue de 2,3 kg en el año 2006, destacando el que se efectúa en los hogares, la hostelería y la restauración. Con el 21% del consumo total en el hogar, el jamón curado manifiesta una clara primacía entre las distintas variedades de productos transformados, con amplia diferencia sobre los demás productos curados. Incluso en hostelería y restauración, el consumo de jamón curado entre los productos cárnicos transformados alcanza la cifra del 38% del total, muy superior al 14% exhibido por el chorizo, que le sigue en orden de consumo.

Tanto la carne porcina fresca como sus derivados transformados, se consideran alimentos de primer orden por la contribución de sus componentes químicos al valor nutritivo de toda dieta equilibrada. Por ello, la carne de porcino, conceptuada como carne blanca, constituye una fuente principal de proteínas y participa de una manera relevante en las dietas de muchos países europeos. Además, suele ser muy valorada por sus diversas propiedades tecnológicas, nutritivas y sensoriales, unas características que también tienen su reflejo en los productos transformados, particularmente en el caso del jamón curado, cuya fácil conservación y facilidad de manejo desde el punto de vista culinario le sitúan entre los alimentos más favorecidos por las demandas del

mercado alimenticio. En consecuencia, su calidad nutritiva y sensorial le ha convertido en un producto alimenticio con verdadera alza dentro de la dietética actual.

Precisamente, la conocida preocupación actual de los consumidores por la calidad de los productos alimenticios, también se ha hecho notar con fuerza en la creciente demanda comercial de jamones curados, en la que predominan algunos criterios de selección, tales como aspecto de las piezas, denominaciones de calidad, sistemas de cría de los animales, trazabilidad del proceso global por la que es posible conocer el origen de los animales suministradores de la materia prima, etc. Dentro de esta línea, se aprecia en la actualidad una serie de cambios en la producción alimenticia del mundo occidental, que también ha afectado a la producción y comercialización del jamón curado. Tales cambios inciden, unas veces, en la producción animal, mientras que otras afectan a varios factores en cuanto resultado del interés despertado hoy día por la protección al medio ambiente, tales como los relacionados con el desarrollo sostenible de las explotaciones porcinas, el aprovechamiento integral de los recursos naturales y la obtención de productos ecológicos.

Asimismo, dentro del mercado de muchos productos alimenticios se produce durante el último cuarto del siglo XX una clara evolución, motivada por unos cambios más o menos profundos, que ha tenido como principal consecuencia una evidente oscilación hacia lo que puede ser considerado como un mercado de oferta desde lo que era conocido como un mercado de demanda. Dentro de esta línea, las empresas españolas elaboradoras de jamón curado tuvieron que recurrir a nuevos planteamientos, cuya implantación estaba orientada al mantenimiento de los costes de producción. De ahí que haya tenido lugar un fuerte desarrollo tecnológico con el fin de alcanzar unos incrementos en la productividad, tanto por ser la única posibilidad de subsistir como por la evidente necesidad de comercializar unos productos competitivos, teniendo en cuenta que dicha competitividad también ha de conllevar unas mejoras en la calidad si se desea aumentar las cuotas de mercado, o al menos mantenerlas.

No hay que olvidar que, dentro del ámbito de la alimentación humana, la calidad es un concepto no solo determinado por la conjunción de diversos factores, sino también relacionado con la aceptabilidad del producto por parte del consumidor. Por un lado, hace referencia al conjunto de atributos que conciernen a su presentación y características organolépticas, como color, jugosidad, textura, olor, sabor, aroma, etc., mientras que por otro lado incumbe a la estabilidad del alimento y a su inocuidad, en cuanto a factores relacionados con el aspecto sanitario y nutritivo. Desde luego, es importante señalar cómo dentro de la práctica de elaboración del jamón curado el

papel desempeñado por la tecnología alimentaria solamente ha sido apropiado cuando sus innovaciones han estado basadas en los resultados de profundos estudios acerca de las transformaciones experimentadas por las materias primas durante las distintas fases del proceso de curación del producto porcino. La contribución de los conocimientos obtenidos en todos y cada uno de estos aspectos ha dado lugar a la actual tecnología de producción de jamón curado con resultados bastante eficientes y sin haber provocado menoscabo de las características del producto, en principio inherentes a los métodos artesanales. No en vano, el mantenimiento de la imagen y la calidad de los productos típicos y tradicionales ha figurado siempre como un objetivo prioritario dentro del desarrollo tecnológico industrial.

En este sentido, cabe señalar el precedente ofrecido por las industrias italianas con respecto al nacimiento y desarrollo de las metodologías tecnológicas aplicadas en la actualidad a la curación de los perniles porcinos. Algunos fabricantes artesanos tuvieron el mérito de renovar las viejas estructuras de producción, surgidas inicialmente en algunas zonas, sabiendo modernizarlas al conectar las prácticas ancestrales con los nuevos conocimientos aportados por unas observaciones, más o menos empíricas, obtenidas a partir de la experiencia artesanal. A su vez, estas primeras innovaciones incentivaron la actividad de los demás sectores operativos implicados en la producción del jamón curado, tales como explotación porcina, adelantos tecnológicos, investigación de las diferentes fases del proceso de curación, etc.

La producción de carne de porcino lleva muchos años rigiéndose por las exigencias del mercado, y sus aspectos más importantes están particularmente relacionados con la calidad de la carne, el bienestar de los animales y las consecuencias ambientales de la ganadería porcina. Como resultado de todo ello se detecta en la producción animal de los países occidentales desarrollados una serie de cambios, que pueden ser estimados como dependientes de los planteamientos actuales al estar orientados sobre todo a proporcionar una mayor protección al medio ambiente por medio de la consecución de un desarrollo sostenible en las explotaciones ganaderas, junto a un mejor aprovechamiento integral de los recursos naturales y a una potenciación de la producción de productos ecológicos. Dentro de esta línea de actuación, queda de manifiesto unas mayores exigencias por parte del consumidor, deseoso de conocer la trazabilidad de los jamones curados para obtener una correcta información acerca de la raza del cerdo, su procedencia y tipo de alimentación, así como requerir las garantías legales que le avalen la calidad del producto curado, además de exteriorizar una clara preocupación por la manipulación del ganado antes y después del sacrificio, etc. Igualmente, se observa una revalorización de los productos autóctonos al ser apreciados como productos «auténticos», y en este sentido también se

advierte una mayor sensibilidad hacia los productos elaborados de manera cuidadosa con el medio ambiente, así como una creciente apreciación por los jamones acogidos a *sellos de garantía*, tanto por parte de la distribución como del consumidor. Estas tendencias actuales también se han extendido en el ámbito internacional, de tal manera que afectan a los planteamientos relacionados con las exportaciones realizadas a otros países comunitarios e incluso a terceros países.

Los esfuerzos de la Unión Europea por la defensa de la comercialización de los jamones curados de calidad se han traducido en la creación de las denominadas *figuras de calidad* y en el desarrollo de una legislación alimentaria específica, en cuanto garantía legal para el riguroso seguimiento de todos los procesos implicados en la elaboración de unos productos que gozan de unas características propias, o bien sus propiedades están determinadas por su vinculación con determinadas áreas geográficas. En relación con estas circunstancias, han adquirido especial relevancia los jamones curados acogidos a los sellos de calidad protegida otorgados por la Unión Europea, destacando en este sentido Italia y España, con la producción de jamones amparados a Denominaciones de Origen Protegidas (DOP), Indicaciones Geográficas Protegidas (IGP) o Especialidades Tradicionales Garantizadas (ITG).

Así, por ejemplo, destacan los jamones de Parma y de San Danielle, con el 40,2% y el 12,9%, respectivamente, de la cuota del mercado italiano, entre los cinco más conocidos que en dicho país gozan de una denominación de origen protegidas, mientras que el 46,9% restante se distribuye entre los jamones de Carpegna, de Toscana y de Venecia. En relación con nuestro país, son seis los jamones curados españoles acogidos a denominaciones de origen que, de acuerdo con las cuotas de mercado, se ordenan en el siguiente orden decreciente según los porcentajes referidos al número total de las piezas comercializadas: Jamón de Teruel (51,6%), Guijuelo (21,2%), Jamón de Huelva (10,5%), Dehesa de Extremadura (7,0%) y Los Pedroches (0,1%). También cabe destacar de una manera primordial al denominado «jamón serrano», acogido a la figura europea ETG, que se ha convertido en uno de los productos españoles de mayor demanda, hasta el punto de haber superado nuestras fronteras en las ventas y consumo. Con el fin de mantener e incrementar estas demandas de exportación, la asamblea de la Fundación Jamón Serrano celebrada en el año 2007 aprobó la puesta en marcha de unas medidas orientadas a optimizar la oferta de sus productos mediante la mejora de su calidad. La introducción de un salto cualitativo diferenciador en los criterios y en las exigencias de control aplicados a los procesos de elaboración, se concreta en una modificación del pliego de condiciones de la ETG, en el que deben ser precisadas unas mayores exigencias para los diversos factores que van a tener una gran incidencia sobre la calidad del producto final: materia

prima, sistemas de trazabilidad, merma, periodos de curación, características fisico-químicas, loncheados en centros autorizados por la Fundación aunque se localicen fuera de España, etc.

Por otra parte, existen jamones curados carentes de una personalidad geográfica pero dotados de unas características específicas que son potenciados por una *denominación específica* en nuestro país, como ocurre con el «Jamón de Trevélez», o bien son protegidos por unas *marcas de calidad* concedidas por algunas comunidades autónomas con la finalidad de garantizar las peculiaridades de los productos acogidos a ellas. En principio, tales marcas tuvieron su correspondiente eco en otros países comunitarios, como Francia, Alemania e Italia, aunque fueran posteriormente derogadas para armonizar las correspondientes legislaciones con las normativas comunitarias.

Dentro de un mercado alimentario competitivo es fundamental que todos los integrantes de la cadena de producción del alimento se propongan elaborar productos de la mejor calidad e informar a los consumidores sobre el valor de estos productos. Los retos del futuro es la competitividad, que se ha de basar, en primer lugar, en una oferta de productos con calidad diferenciada, donde se dé transparencia y control de procesos mediante la trazabilidad; en segundo lugar, la oferta de producto saludable, seguro, elaborado con una tecnología respetuosa con el medio ambiente; en tercer lugar, adaptación a la demanda, que exigirá replantear los modelos productivos y los métodos de autocontrol para conseguir mayores garantías en seguridad alimentaria.

Al igual que todo el sector ganadero, el mercado del ganado porcino dentro de la Unión Europea ha pasado por algunas circunstancias extraordinarias, que han tenido sus consecuencias más o menos relevantes y que también han influido en la evolución del sector del jamón curado. Después de una importante subida del consumo de jamones y paletas en el año 2000 con respecto a los últimos años del siglo XX, el mercado ha fluctuado como posible consecuencia del sensible aumento experimentado por el precio de la materia prima, aunque por el momento la demanda de paletas y jamones curados puede ser calificada de relativamente estable al exhibir escasas variaciones de un año para otro. En los primeros años de este siglo XXI se produce una cierta tendencia al alza en los productos alimenticios con mayor valor añadido, particularmente el jamón curado, que provoca una mejora de los márgenes comerciales de los secaderos y conlleva ampliación de instalaciones e incorporación de formatos más valiosos.

No obstante, el estancamiento habido en estos últimos años se podría explicar, entre otras cosas, por la nueva estructura y reducción de los hogares españoles en cuanto al número de personas y, sobre todo, a que son productos que conectan

menos con los consumidores jóvenes, por lo general de menos poder adquisitivo. Sin duda, los cambios en la vida social, en las costumbres cotidianas, en las estructuras familiares, etc., han marcado una impronta en los modos de alimentarse presentados por la sociedad actual, que ha conducido a una preponderancia de alimentos que incorporan algún tipo de procesado. Ante el riesgo que implica la caída del consumo de elaborados cárnicos, los fabricantes han reaccionado invirtiendo en las nuevas presentaciones comercializadas a través de libre servicio. De aquí que las ventas por piezas hayan sufrido, desde los comienzos del presente siglo, un descenso en torno al 4% a favor de otros formatos, que sí han incrementado su comercialización, tales como centros, loncheados o trozos envasados. En consecuencia, las principales empresas productoras de jamón curado han tenido que replantear sus estrategias de mercado y promocionar las líneas de productos deshuesados y loncheados, de tal manera que se ha producido una redefinición del mercado.

Aunque, por lo general, el 89% de la producción del jamón curado procede de cerdos blancos y el resto de ibéricos, sin embargo se detecta en la actualidad una creciente demanda para los productos de transformación del cerdo ibérico, particularmente el jamón curado. Una vez superada la crisis ocurrida hacia el final del siglo XX, este alza en las ventas del ibérico ha motivado que sus industrias hayan adquirido una cierta relevancia económica y han motivado un incremento en su desarrollo. No en vano, dentro de los primeros cinco años de este siglo XXI, los incrementos más importantes experimentados por la producción de jamones curados han correspondido porcentualmente a los productos procedentes de cerdos ibéricos, con un incremento superior al 30% en el número de piezas. Así, por ejemplo, el 54% del número de piezas comercializadas acogidas a denominaciones de origen protegidas han correspondido a Guijuelo, el 25% a Dehesa de Extremadura y el 21% a Jamón de Huelva. Y dentro de las calidades bajo las que se comercializa el jamón ibérico, los mayores porcentajes corresponden a los jamones de pienso (61%), frente a los de recebo (23%) o los de bellota (16%).

Es importante señalar que el consumo del jamón ibérico en nuestro país suele hacerse de manera primordial en los hogares, como aperitivos o cenas, y que el producto es comprado bajo las formas comerciales más diversas. Así, las principales adquiridas en el año 2006 a través de canales de libre servicio corresponden a los siguientes porcentajes: 79,6% para las piezas enteras que van a tener un posterior consumo; 15,3% para los centros; 4,5% para loncheados y 0,9% para trozos. Un estudio de mercado sobre el consumo de jamón ibérico realizado hace pocos años puso de manifiesto dos aspectos interesantes a tener en consideración relacionados con los tipos de mercado y las características de los consumidores:

- De una parte, las compras se distribuyen primordialmente entre tres tipos de mercado: los supermercados con el 34,2%, las charcuterías con el 27,9% y los hipermercados con el 24,9%, mientras que tiendas *delicatessen* comercializan solamente el 12,3% cuando se trata de piezas con DO, y el 7,8% cuando las piezas carecen de sellos de calidad. En cuanto al formato de compra, las preferencias se reparten entre un 46% para las piezas enteras y un 30,6% para la adquisición bajo corte en virutas, y un 15,3% bajo loncheado. Con todo, este segmento de los loncheados dentro del mercado del ibérico manifiesta un claro potencial de crecimiento.
- De otra parte, han sido identificados dos grupos de consumidores claramente diferenciados, donde un grupo solo representa el 19,8% integrado por aquellos que prefieren las DO y compran en charcuterías, mientras que el otro grupo resulta totalmente mayoritario con el 70,2% y corresponde a los consumidores con menos poder adquisitivo y escaso conocimiento del producto. En ambos casos predominan como criterio de selección el sabor y textura, seguido del aspecto y, por último, el olor.

En lo que hace referencia a los aspectos técnicos, también se han producido cambios favorables en las empresas del sector ibérico en lo que respecta al tamaño medio de las explotaciones, mejora de las zonas adhesadas, promoción de los sistemas de explotación en extensivo, avances genéticos y aplicación de nuevas tecnologías que han mejorado calidad sin que se pierda el carácter artesanal del producto curado. En cuanto al aspecto comercial hay que señalar una mejora en el conocimiento del consumidor acerca de las calidades de estos jamones y la importancia adquirida por las garantías proporcionadas por la acogida a figuras de calidad, tanto europeas como nacionales.

A su vez, para el jamón curado, tanto blanco como ibérico, en cuanto productos con mayor valor añadido, se ha intentado la apertura de otros mercados exteriores. El estancamiento en el mercado nacional ocurrido al final del siglo XX propició que las grandes empresas potenciaran las salidas de sus producciones hacia los mercados exteriores, tanto los tradicionales de la Unión Europea como otros nuevos canalizados hacia Australia, China, EE UU, Japón, etc. Con todo, son diversos los factores que dificultan la dinámica de nuestras exportaciones, entre los que destacan la subida de precios en las materias primas y los tipos de formatos bajo los que se exporta el producto, que siempre suponen un coste adicional y un cierto valor añadido, sin que tengan una clara repercusión sobre la economía de la comercialización, particularmente frente a la competencia de otros países, como ocurre con los jamones italianos.

El 85% de nuestras exportaciones de carne de cerdo tiene un destino comunitario, teniendo por el momento escasa importancia las extracomunitarias. Francia, Portugal y Alemania son los tres países comunitarios con porcentajes de importación de cerdos y jamones españoles que resultan significativos, generalmente por encima del 10% del volumen mundial total. En cambio, por debajo de estas cifras se encuentran Italia, Reino Unido, Países Bajos, Dinamarca y Rumania. Por otra parte, las perspectivas del sector porcino frente a los nuevos países miembros de la UE presentan algunas ventajas importantes, tales como el incremento de la población consumidora, los bajos costes de producción, la disponibilidad de espacios, el crecimiento económico, la baja productividad de sus explotaciones y el escaso desarrollo de las industrias de transformación. De hecho, las exportaciones porcinas aumentaron en un 6% durante el año 2006 con la ampliación de la Unión Europea a 25 miembros, a pesar de la orientación hacia el alza de los precios, favorecidas por haberse duplicado el volumen exportado a Rusia.

A pesar de que Alemania ostenta el primer lugar entre los países productores de cerdo dentro del ámbito mundial, sin embargo en cuanto consumidor de jamón curado necesita importar cantidades relevantes desde España, que viene a ser en torno al 25% del total. El orden de los países suministradores varía según se consideren piezas enteras o jamones deshuesados, hasta el punto de que nuestro país se sitúa en quinto lugar cuando se trata de piezas enteras, mientras que asciende al tercer lugar para el caso de jamones deshuesados. En un informe realizado por la Federación Alemana de la Industria Alimentaria se hace constar cómo el consumidor alemán se orienta cada vez más hacia la compra de aquellos productos de marca dotados de la mejor calidad posible. Esta tendencia ofrece muy buenas perspectivas para que la oferta comercial del jamón curado español tenga precisamente como base la calidad y se oriente hacia los formatos comerciales más innovadores.

Resulta interesante considerar las características del mercado portugués, donde el sector del jamón curado se encuentra segmentado en dos grandes grupos: de una parte, jamones curados de cerdo blanco o ibérico, tipo bodega, que integra tanto los jamones españoles serranos e ibéricos y algunos otros propiamente portugueses, como los españoles comercializados con marca portuguesa, aunque el proceso de curación difiera y el jamón curado portugués tenga una curación más corta y un punto de salazón más elevado; de otra parte, los jamones con 5-8 meses de curación, que incluye la mayoría de los jamones portugueses y casi el 80% de los españoles.

En estos últimos años se está intentando la apertura de nuevos mercados extracomunitarios, entre los que sobresalen los correspondientes a Canadá, Estados Unidos de América y Japón. Las primeras partidas de jamón serrano que llegaron

al mercado canadiense fueron en el año 2004, teniendo en cuenta que el acceso a este mercado está bastante restringido por cuestiones fitosanitarias, puesto que ningún matadero español ha recibido por el momento el certificado de su Canadian Food Inspection Agency. Por consiguiente, el escaso número de piezas que pueden ser exportadas por las plantas españolas certificadas ha de ser elaborado con paletas y pernils importados desde las plantas certificadas existentes en Dinamarca, Holanda y Francia. Además, como el consumidor canadiense siente cierto rechazo por la grasa, da lugar a que el 90% de los productos vendidos sean piezas deshuesadas para ser loncheadas en las propias charcuterías. No obstante, el gran poder adquisitivo y el deseo de probar productos novedosos hacen que el mercado canadiense puede resultar muy atractivo a medio plazo para los jamones curados, y en este sentido, Italia y España van desplazando a los EE UU en las importaciones de jamones deshuesados. En cambio, el mercado en los propios EE UU se encuentra dominado todavía por los productos de tipo italiano, aunque se observa una tendencia favorable hacia nuestro jamón serrano y cierto aprecio por el jamón ibérico. De todos modos, el 87% del jamón que se exportó a este país en el año 2005 era deshuesado, como clara consecuencia de las preferencias del consumidor yanqui por los productos de fácil y cómodo consumo.

En relación con el mercado nipón, que corresponde a un país con una población tres veces superior a la española y está considerado la segunda economía mundial después de EE UU, puede decirse que el jamón curado español está considerado como un producto *delicatessen*, comercializado a través de supermercados de alto nivel y de tiendas gourmet, con especial aprecio por los productos del cerdo ibérico frente a los que proceden de otros países. No obstante, el principal comercio con Japón de productos curados hace referencia al jamón deshuesado, puesto que los loncheados empaquetados se ajustan mejor a las preferencias de los consumidores japoneses. A pesar de todo, para su comercialización resulta necesario superar previamente importantes trabas, derivadas entre otras cosas de lentas negociaciones y de una distribución bastante compleja, todo muy influido por las marcas.

No cabe duda de que para conseguir una mayor expansión de la comercialización del jamón curado nacional resulta muy necesario que las empresas implicadas adecuen sus instalaciones a las normas exigidas por los países a los que se pretende exportar, particularmente a las normas estadounidenses, a la vez que deben estar avaladas por las autoridades sanitarias de las comunidades autónomas correspondientes para obtener la certificación necesaria.

En resumen, puede afirmarse que el jamón curado es un producto alimenticio en cuya producción y consumo destacan España e Italia, siendo muy apreciado dentro

de los países de la Unión Europea, por lo que cada vez tiene mayor presencia en las dietas alimenticias europeas. En consecuencia, presenta una perspectiva de proyección tan interesante dentro de los ámbitos comunitario y extracomunitario, que le hace acreedor de la mayor atención por parte de los consumidores, empresarios del sector cárnico, científicos y tecnólogos.

- Los gradientes de actividad, que en los tejidos promueven el transporte de las moléculas de agua y de los solutos mediante mecanismos osmóticos o por difusión, mientras que lo hace por difusión en la salmuera retenida entre los cristales de sal, suministradores de fuentes de iones cloruro y sodio.
- Gradientes de presión que, como consecuencia de fuerzas capilares, promueven el transporte de la fase líquida formada por agua y solutos, mediante un mecanismo hidrodinámico. También interviene el incremento de volumen experimentado por la matriz proteica como resultado de las interacciones entre las proteínas y las moléculas de sal, que afectan con fenómenos de capilaridad tanto a los espacios intercelulares del tejido muscular de las piezas como a la porosidad de dicho tejido.

Por otra parte, es importante señalar que en aquellas variedades donde se adicionan nitritos como sal curante, las moléculas absorbidas pueden participar en diversas reacciones con algunos de los componentes de la carne. Por ello, los niveles de nitritos en un jamón curado van a depender no solo de la migración de los iones hacia el interior acompañando a la sal común, sino también de la cualidad y cantidad de las reacciones indicadas a continuación:

- Con proteínas y aminoácidos pueden formar diferentes compuestos nitrosados para formar nitrosotioles o también nitrosaminas por reacción con aminas secundarias, como ocurre al reaccionar con los grupos -SH de los aminoácidos azufrados.
- Con el pigmento muscular mioglobina al que transforma en el denominado nitrosomioglobina, de color rosa, soluble e inestable, cuando el medio resulta ácido y reductor. Posteriormente, se transforma en nitrosohemo estable y de color persistente.
- Pueden transformar los grupos amino de un azúcar en un grupo aldehído.
- El NO formado a partir de los nitritos puede reaccionar, aunque de manera débil, con los dobles enlaces de un ácido graso.

• Tecnologías de salazón

Aunque en los tiempos más remotos, el salado de los perniles se realizaba cubriéndolos en sal, posteriormente se han ido desarrollando diversas tecnologías orientadas hacia una mejora en la velocidad de penetración de la sal, con el fin de

reducir los tiempos de duración del proceso, que han desembocado en las diferentes metodologías actuales. Así, por ejemplo, el salado por vía seca se aplica hoy día en los países mediterráneos, mientras que los países nórdicos también emplean el salado en salmuera, que implica menores consumo de sal y de deshidratación osmótica (Barat *et al.*, 2006). No obstante, hay que señalar cómo una mayor velocidad de penetración de la sal y menor tiempo de procesado se corresponde con peores calidades del producto curado, en términos de aroma y de sabor (Tabla 3.2).

Tabla 3.2. Relación entre diversas tecnologías de salado con los tiempos de curación y los niveles de calidad alcanzados.

Tecnología de salado	Tiempo de curado	Nivel de calidad
Salado vía seca.	Largo	Elevado
Salado semi-seco.	Medio	Alto-medio
Salado en salmuera.	Medio	Alto-medio
Masaje al vacío.	Corto	Ordinario

En España predomina la forma tradicional de apilado en capas sucesivas de sal y jamones, una metodología en la que los gradientes de presión junto a los de la actividad de agua y los iones sodio y cloruro provocan la entrada de la sal en las piezas a la vez que salen moléculas de agua. De esta manera, la cantidad de sal ganada al final de la fase permite una perfecta estabilización de las piezas y en las etapas posteriores se podrán desarrollar sin ningún tipo de problema todas las reacciones enzimáticas que conducen a la consecución de un producto típico característico.

La duración del contacto de las piezas con las sales de curación suele variar en función del peso de cada una, que en un principio era frecuente una permanencia de un día por cada kg de peso, pero que hoy día suele quedar reducida a 0,7 día/kg de peso. Sin embargo, cuando se desea elaborar piezas que han de recibir un proceso global de curación más corto puede interesar aplicar tiempos de salazón más prolongados, de dos días por cada kg de peso. Empero, la duración más correcta del proceso debe ser establecida con arreglo al porcentaje de cloruros cuya penetración se desea y siempre en función de cada tipo de instalación y metodología. Normalmente, la ganancia de las piezas en sal se incrementa conforme se desplaza su localización desde las capas superiores hasta las inferiores en el apilado, sin duda por el aumento de presión a la que están sometidas. No se debe olvidar que la principal finalidad de la fase de salado es el aporte a las piezas de la cantidad de sales de curación suficiente para permitir su estabilización. Como un buen proceso de salado requiere

mucha experiencia, no es raro que aparezcan defectos en los productos curados debidos a una inadecuada difusión de la sal hacia el interior de la pieza.

En principio, la temperatura puede ser considerada como el factor regulador de la duración del salado, hasta el punto que el proceso se acorta cuando se trabaja a temperaturas relativamente elevadas, puesto que todas las reacciones implicadas en el mismo son más rápidas cuanto más elevada sea la temperatura a la que se realicen. Sin embargo, bajo semejantes condiciones existe el riesgo de un posible crecimiento de algunos de los microorganismos presentes, que debe ser evitado a toda costa. En la práctica, el peligro de tales alteraciones microbianas solamente se contrarresta mediante la aplicación de frío, en tanto que sus efectos tienen la facultad de paralizar sus desarrollos y actividades. En las tecnologías modernas resulta imperativo conducir el salado en locales donde la temperatura no sea inferior a +1 °C para que no ocurra una cristalización del agua de las piezas cárnicas que dificultaría la penetración de la sal, pero tampoco superior a los +3 °C, con el fin de impedir el crecimiento del *Clostridium botulinum*, al ser la temperatura de frío por debajo de la cual no se pueden desarrollar las esporas de este patógeno.

En todo caso, como la penetración de la sal en la carne es una función de la temperatura, resulta esencial para conseguir un buen salado asegurar la total regularidad de este parámetro en la cámara, a fin de obtener una calidad uniforme del producto final en todos los casos. Por ello, adquiere especial relevancia ejercer un perfecto control de los parámetros ambientales temperatura y humedad relativa, así como es aconsejable aplicar frío estático para impedir una circulación del aire en las cámaras a gran velocidad, porque forzaría la desecación en las piezas.

También resulta importante que la humedad relativa dentro de las cámaras de salado se mantenga en torno al 90%, o incluso algo superior, para impedir al máximo la evaporación del agua aflorada hasta la superficie desde el interior de las piezas mediante el fenómeno de la ósmosis. Por lo demás, cuando los valores de humedad relativa son demasiado elevados se provoca la condensación sobre dicha superficie de una cierta cantidad del agua ambiental, que facilitará la penetración de las sales por difusión, al poder solubilizarse en ella. Algunas veces, los efectos estabilizantes del frío han sido complementados con la adición de cultivos iniciadores de bacterias lácticas por ser productoras de bacteriocinas, unos polipéptidos capaces de inhibir especies microbianas patógenas, como *Clostridium botulinum*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens* y *Listeria monocytogenes*.

También se han sugerido diversos métodos alternativos al apilado de las piezas en capas sal, basados principalmente en el empleo de sal sólida o de salmueras. Teniendo en cuenta que el apilado en distintas capas suele contribuir a la variabili-

dad de la sal absorbida, debido a la distinta presión que soporta cada jamón, puede afirmarse que el empleo de cualquier método alternativo no solo afecta a la entrada de sal en el jamón sino también a la salida del agua y, por tanto, a la merma experimentada por cada pieza. Asimismo, cuando el salado se realiza en seco se produce una deshidratación osmótica más intensa que en las llevadas a cabo con salmuera, aunque estas últimas permitan un consumo menor de sales de curación. De todos modos, aunque existan distintos métodos para llevar a cabo la aplicación de las sales de curación, siempre se han de emplear cámaras refrigeradas como una exigencia ineludible.

En la actualidad se aplican las siguientes tecnologías de salado para las piezas destinadas a la obtención de jamones y paletas curadas:

1) *Salazón en pilas*. Representa el sistema tradicional llevado a cabo mediante una frotación manual de las sales y posterior ordenamiento de las piezas en pilas según los pesos, rodeadas y cubiertas totalmente con la sal común. En la aplicación manual, la sal se distribuye sobre la superficie magra de los perniles, especialmente en aquellas zonas donde los grandes vasos, como arteria y vena femoral, aparecen cortados en la superficie del jamón. Esta frotación tiene por objeto facilitar en estas zonas la absorción y penetración de las moléculas salinas, puesto que tales procesos son muy dificultosos a través del tejido subcutáneo graso. Además, la idónea aplicación de la sal en dicha demarcación de los grandes vasos tiene la finalidad de inhibir el crecimiento microbiano en dicha zona, donde la presencia de sangre origina un mayor riesgo de alteraciones.

Como ya ha sido mencionado, son muchas las variedades de jamones curados que emplean para el salado una mezcla de sal común con sales nitrificantes, pero debido a las consecuencias negativas que el excesivo consumo de nitritos puede tener para la salud humana, comienza a ser habitual el empleo de máquinas dosificadoras para controlar de manera cuantitativa la adición de dichas sales, aprovechando para ello la misma cinta transportadora utilizada para la pesada automática de las piezas. Es importante que la cantidad añadida nunca permita que en el producto ya curado se superen las cantidades residuales máximas autorizadas por la legislación vigente, concretadas en 250 mg/kg para los nitratos y en 50 mg/kg para los nitritos. No obstante, este paso entraña una gran dificultad, debido a que las cantidades residuales de las sales nitrificantes dependen sobre todo de la que penetre en cada pieza y se difunda por ella.

Una vez concluida la frotación salina de las piezas, se procede a la operación de apilado en capas de sal, formadas tradicionalmente con sal gruesa, porque se disuel-

- Incremento importante en la capacidad de las cámaras de salazón, puesto que el empleo de cubetas permite aprovechar toda la altura de los locales, mientras que con el sistema tradicional solamente se ocupa el espacio correspondiente a cinco filas, que en algunos casos llegan a ser ocho.
- Las piezas pueden ser manipuladas bajo unas condiciones higiénicas más exigentes. Así, por ejemplo, las cubetas de acero inoxidable, o algunas veces de plástico, suelen disponer en la parte baja de orificios por los que se facilita el drenaje de la salmuera formada con el exudado, evitando que se acumule en el fondo de los recipientes.
- Se mejoran las condiciones de trabajo al facilitar el transporte mecánico de las piezas y, por consiguiente, se facilitan todas las operaciones implicadas en el salado de las mismas. De este modo, los operarios no han de soportar durante todo el proceso las bajas temperaturas y las elevadas humedades relativas de las cámaras.
- Permite un mejor ajuste de los tiempos de salado, que se deben corresponder con los pesos presentados por cada pieza.

No obstante, la aplicación de esta nueva metodología exige tener en cuenta el tipo de materia prima que va a ser sometida a la acción de la sal: los pernils refrigerados presentan con esta metodología menos capacidad para tomar la sal que con el método de apilado, un hecho que no ocurre cuando se parte de pernils descongelados. Todas estas circunstancias pueden ser controladas mediante análisis periódicos de las concentraciones de cloruros en las piezas, para llegar a conocer las condiciones de trabajo que más se ajustan a las características de las cámaras, siempre en relación con las propias de los pesos y tipos de las piezas a salazonar. Una vez concluida esta fase, no debe haber diferencias en los comportamientos que cada pieza pueda presentar frente a las siguientes fases del proceso de curación.

3) *Salazón en estanterías*. Otra técnica emplea estantes, fijos o portátiles, ubicados en locales donde se mantienen unas condiciones termohigrométricas idénticas a las de los casos anteriores y en los que se depositan las piezas de manera individual. Tiene como fundamento la realización de un control exhaustivo del contenido salino a tomar por cada pieza, mediante un aporte calculado de la sal añadida. En este caso, se deposita sobre la superficie magra de cada pieza una cantidad de sal ajustada siempre en función del peso de cada pieza, de acuerdo con el cálculo realizado, para que al final del proceso de curación se consiga el nivel salino deseado.

Además, el aporte de la cantidad total de sal estipulada puede ser dividido en varias porciones, que pueden ser aplicadas en tres o cuatro veces.

Hoy día se puede incorporar la sal mediante el empleo de bombos de masaje, con un bombeo a vacío nunca superior a cinco minutos, siempre que las piezas de pesos equivalentes se agrupen en lotes homogéneos. Una vez concluida la operación, se trasladan las piezas a las estanterías. En la práctica, el método presenta la ventaja de proporcionar al producto curado una gran homogeneidad, aunque adolece de dos inconvenientes relativamente importantes:

- implica un aumento de las manipulaciones necesarias para desarrollar adecuadamente toda la fase de salazonado,
- exige mayor espacio para la ejecución de todas las operaciones.

Fase de maduración en frío

Una vez concluido el tratamiento de contacto directo con las sales de curación, cualquiera que sea el método seguido para el salado, se debe proceder a la eliminación de todo el exceso de sal y de impurezas acumulado en la superficie de las piezas. Para eliminar el exceso de sal que queda en la superficie se lavan con agua fría con el fin de impedir el riesgo de la formación de costras que podría sobrevenir con su presencia durante la fase de secadero, porque dificultarían una desecación normal. En los métodos tradicionales, el lavado se efectúa mediante abundante cantidad de agua fría, exigida por la cuantía de sal existente; sin embargo, en muchas tecnologías actuales basta con un ligero lavado y cepillado de la superficie al haberse reducido el nivel de sal a eliminar. No obstante, este lavado debe ser llevado a cabo siempre bajo circulación y renovación de agua fría, pero nunca por inmersión en un recipiente a fin de evitar la formación de una salmuera, capaz de causar después importantes contaminaciones microbianas. También para estas operaciones se suele aplicar maquinaria *ad hoc* (Figuras 3.8, 3.9 y 3.10).

En España se suele aplicar cuando concluye la fase del tratamiento con sal, mientras que en Italia se suele llevar a efecto cuando finaliza la fase de reposo. En cualquier caso, resulta conveniente proceder de inmediato a un secado rápido de las piezas con el objeto de prevenir el desarrollo de una microbiótica indeseable, favorecido por los niveles de humedad, aunque sin que llegue a ser excesivo, para que la actividad de agua en la superficie no alcance valores inferiores a 0,75, que ocasionaría una cristalización local de la sal. Por lo general, se procede a un escurrido de las