

## **RESEÑA SOBRE PRODUCTOS CÁRNICOS MARINADOS**

*Ramón Santos\* y Magdalena Ramos*

*Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Carretera al Guatao km 3 ½, C.P. 19 200, La Habana*

*E-mail: rsantos@iia.edu.cu*

### **RESUMEN**

Se recopiló información actualizada que tiene el marinado de la carne a nivel mundial. Estos productos han ganado en los últimos años un rol importante dentro del paquete a ofertar a las amas de casa, para facilitar las labores culinarias. El marinado de la carne, es la acción de introducir en la misma, una solución balanceada de especias, aditivos e ingredientes (adobo), por medio de inmersión, inyección, o masaje, para lograr la absorción y retención de ésta dentro de la carne. El proceso de marinar abarca desde los tradicionales encurtidos hasta la más amplia gama de ingredientes, ofertando a las cadenas de servicios y ventas de comidas un nuevo producto. El marinado logra una adición uniforme de sales y sabores específicos en toda la pieza de carne, relajación de las fibras musculares dando lugar a un producto más tierno, más jugoso y más fácilmente masticable, aumento de la retención de agua durante la cocción evitando pérdida de humedad en el producto, mejora de la calidad de la carne marinada al modificar su textura, aporta facilidades al cliente reduciendo la manipulación de los alimentos frescos, mejora de los rendimientos industriales, y se crea identidad de aroma, sabor y aspecto, así como una variación en el surtido de productos a ofertar a los consumidores.

**Palabras clave:** marinado, carne marinada, productos marinados, tecnología de marinado.

### **ABSTRACT**

#### **Review of marinated meat products**

Updated information on meat marinating worldwide was collected, these products have gained in recent years an important role within the package to be offered to housewives, to facilitate the work culinary. The marinade of the meat, is the act of introducing into the meat a balanced solution of spices, additives and ingredients (dressing), by means of immersion, injection, or massage, to achieve the absorption and retention of this inside the meat. The marinating process ranges from traditional pickles to the widest range of ingredients, offering a new product to the food service and sales chains. The marinade achieves a uniform addition of salts and specific flavors throughout the piece of meat, relaxation of muscle fibers resulting in a more tender, juicier and more easily chewable product, increased water retention during cooking avoiding dryness in the product, improving the quality of marinated meat by modifying its texture, providing customer facilities by reducing the handling of fresh foods, improving industrial yields, creating aroma, taste and appearance identity, as well as a variation in the assortment of products to be offered to consumers.

**Keywords:** marinated meat, marinated, marinated products, marinating technology.

### **INTRODUCCIÓN**

La producción de alimentos actualmente enfrenta diferentes desafíos encaminados a satisfacer las necesidades básicas de los consumidores. Deben cumplir demandas relacionadas con las características sensoriales de los alimentos, comercializarse a precios moderadamente asequibles, contener nutrientes específicos para cubrir las necesidades del consumidor y además deberán poseer una durabilidad o vida de anaquel determinada, que satisfaga las demandas del mercado específico donde serán expendidos.

Por otro lado, debido a la dinámica de la sociedad actual, los consumidores carecen del tiempo suficiente para dedicarse a la diversidad de actividades que demandan

---

**\*Francisco Ramón Santos Lorenzo:** *Ingeniero Químico (Universidad de La Habana, 1972). Investigador Auxiliar. Master en Ciencia y Tecnología de los Alimentos (IFAL, UH, 1998). Responsable del Grupo de Procesamiento de la Vice Dirección de Carnes del IIIA. Como principales líneas de trabajo ha laborado en diferentes aspectos de la Tecnología de la Carne y Productos Cárnicos, acumulando una amplia experiencia en labores de aseguramiento de la calidad y normalización, desarrollo de nuevos productos, empleo de extensores cárnicos y diversas mezclas de condimentos e ingredientes funcionales. Tiene experiencia como profesor de postgrado, en diferentes Maestrías de la Universidad de la Habana y en la Especialidad de Tecnología de Productos Cárnicos. Perteneció a la Asociación para la Ciencia y la Tecnología de los Alimentos de Cuba (ACTAC) y a la Asociación Cubana para la Producción Animal (ACPA).*

su atención. Desde hace algunos años, debido a la creciente demanda de productos de calidad, se ha observado un gran cambio en el mercado: la presencia de alimentos preparados se incrementa progresivamente en el sector de la alimentación con el objetivo de brindar nuevas soluciones al consumidor, que aporten calidad en el producto y comodidad en su preparación.

Dentro del ámbito de innovación de las comidas preparadas se encuentran los marinados, que debido a los procesos tecnológicos que su fabricación conlleva, los métodos de conservación, la tecnología de envases y las novedades en la presentación, se han ganado un lugar destacado en la comercialización de alimentos semielaborados (1-4). Con todo esto, el marinado de la carne, que había sido un método utilizado tradicionalmente en la cocina casera pues permitía conseguir mejores y diferentes sabores, incrementar la ternura de la carne y aumentar su conservación mediante la adición de sal, ha empezado a formar parte de los procesos industriales. Debido a la creciente demanda de productos nutritivos, fáciles de preparar y con sabor óptimo, la industria cárnica está respondiendo con la oferta de carnes marinadas listas para cocinar.

El marinado, industrialmente se refiere al proceso mediante el cual se añade o inyecta en la carne una solución acuosa, que puede contener diferentes ingredientes y aditivos (sal, fosfatos, aromas, especias, vinos, etc.), con la finalidad de mejorar su textura, sabor y reducir la variabilidad en su calidad sensorial (5-9). Con la elaboración de los productos marinados se consigue brindar un producto más atractivo, que ofrece al consumidor la posibilidad de disponer, cuando lo desee, de un producto casi fresco y más apetecible. Es por esto que luego de utilizar un empaque adecuado, se conservan a bajas temperaturas, fundamentalmente de congelación. Estos productos marinados, debido a su gran versatilidad, pueden comercializarse con diferentes presentaciones, como productos listos para comer o servir de base a la elaboración de diferentes platos.

El objetivo del trabajo fue recopilar información actualizada sobre los productos marinados en la industria cárnica.

### **Antecedentes de la elaboración de alimentos marinados**

Esta tecnología es autóctona de países asiáticos y muy antigua, se conoce como marinado: «...dicho del pescado o de otros alimentos, conservados en crudo en

cierto adobo». Por ejemplo se menciona como producto típico de allí al «salmón marinado». Se define como el adobo líquido compuesto de vino, vinagre, especias, hierbas, etc., en el que se maceran ciertos alimentos, especialmente pescado y carne de caza, un tiempo antes de cocinarlos (10-12).

### **Tecnologías de productos cárnicos marinados**

El marinado es un conjunto de procesos físicos y químicos que se pueden aplicar a la carne, es el acto de introducir en la carne, una solución balanceada de especias, aditivos e ingredientes (también llamado adobo en otras culturas), por medio de inmersión, inyección, o masaje (proceso físico) para lograr la absorción y retención de ésta dentro de la carne (proceso químico). Este adobo puede variar según las costumbres y gustos culinarios de la región específica del planeta donde se aplique el método. En la actualidad el proceso de marinar abarca desde los tradicionales encurtidos y métodos de curación, hasta la más amplia gama de ingredientes y técnicas para lograrlo, ofertando a las cadenas de servicios y ventas de comidas semielaboradas y otros alimentos, según el consumo demográfico y costumbres propias de la región.

### **Con el marinado de la carne se logra:**

- a) Adición uniforme de sales y sabores específicos en toda la pieza de carne (13-17).
- b) Relajación de las fibras musculares dando lugar a un producto más tierno, más jugoso y más fácilmente masticable (8, 18).
- c) Aumento de la retención de agua durante la cocción, incluso cuando se produce un exceso de cocción por falta de atención y por tanto más jugosidad en la misma, evitando pérdida de humedad en el producto (19).
- d) Mejora de la calidad de la carne marinada al modificar sus características reológicas o de textura, químicas y físicas y hacerlas reproducibles.
- e) Aporta facilidades al cliente, reduciendo la manipulación de los alimentos frescos.
- f) Mejora de los rendimientos a nivel de producción industrial (13-15).

g) Crea identidad de aroma y sabor al producto, así como una variación en el surtido de productos a ofertar (17).

### Métodos de marinado

La marinación es conocida como una técnica empleada para incrementar la ternura, jugosidad y el sabor de la carne. No constituye una nueva tecnología pues de años se aplicó en productos pesqueros, existen numerosas referencias que avalan este proceso (1, 5, 12-15, 20-23). Sin embargo, lo que si resulta novedoso son las nuevas técnicas, el equipamiento y los términos que en la actualidad se han ido generalizando en el mundo para el desarrollo de la misma (15, 17).

Para disminuir los tiempos de marinado e incrementar la uniformidad en la distribución de los ingredientes que se incorporan en las piezas de carne, existe una variedad de equipos especializados que permiten inyectar profundamente estos ingredientes y otros que aceleran la introducción y uniformidad de los mismos, como es el masaje. Ambos métodos son técnicas de tratamiento mecánico ampliamente usados en la industria (1).

De los métodos existentes para elaborar productos marinados, la inmersión es el más antiguo. Consiste en sumergir la carne en la solución para marinar, dejando que los ingredientes penetren en la carne por difusión con el paso del tiempo. Este método es poco utilizado en la industria cárnica porque no asegura la regularidad en la distribución de los ingredientes dentro de la carne, requiere tiempos largos de proceso y aumenta la posibilidad de crecimiento microbiano en los mismos (12, 21-26).

El otro método consiste, en el marinado por masaje y éste tiene mayor aplicación en pequeños trozos de carne deshuesada, ya que es difícil mantener una buena regularidad y uniformidad de los ingredientes del marinado en trozos grandes, distribuyendo la salmuera solamente por difusión (5, 11-15, 27).

El marinado por inyección es el método más utilizado, en grandes trozos y en carnes con huesos, por su elevada eficiencia y productividad. Puede realizarse con una inyectora tradicional, las que trabajan generalmente con sistemas a bajas presiones y tienen agujas con agujeros de 1 mm o más de diámetro, depositando el marinado o el adobo durante su recorrido descendente a través de

la carne, formando un depósito de salmuera o del adobo en la zona de penetración de la aguja, o con inyectoras de alta presión con efecto atomizador o *spray*, que fuerzan a pasar el marinado a gran velocidad a través de agujeros de inferior diámetro (0,6 mm), causando la dispersión del marinado o adobo en miles de micro gotas nebulizadas a través de la aguja durante su recorrido descendente dentro del músculo cárnico. Las pequeñas dimensiones de estas gotas y su alta velocidad, hacen que se introduzcan profundamente entre las fibras cárnicas sin causar daño en la estructura muscular (8, 15, 16, 27, 28). La firma METALQUIMIA de España fue pionera con esta tecnología, han ido modificando y perfeccionando la misma para lograr mejores resultados tecnológicos con mayor eficiencia (15).

El marinado por inyección con efecto atomizador o *spray* permite dosificar una cantidad exacta de salmuera o solución para marinado (adobo), garantizando una distribución uniforme dentro del músculo cárnico en breve espacio de tiempo, sin afectar la integridad de la pieza, de forma que el drenaje posterior a la inyección sea el mínimo posible para no afectar el aspecto y calidad del producto final.

En esta tecnología para elaborar eficientemente los marinados, se encuentra también la Firma MAREL. La misma desarrolló una línea de marinado que incorpora un ValueSpray (módulo de pulverizado de pequeño tamaño diseñado para el marinado húmedo con una captación precisa y controlable, y una adecuada cobertura de marinado). El ValueSpray ofrece una gran flexibilidad para todos los tipos de marinado, especias y patrones de pulverización. Durante la operación de pulverizado, el exceso de marinado vuelve al depósito de la unidad para ser reutilizado, lo que reduce al mínimo las pérdidas del adobo o marinado (17).

El ValueSpray resulta perfecto para el marinado húmedo en línea de piezas de carne como los filetes de lomo de cerdo, los entrecots, los filetes de aguja, filetes finos (cortados horizontalmente), filetes de panceta, solomillos, hamburguesas de pollo, carne de pollo, carne picada porcionada, productos porcionados de pollo, salchichas, etc. Estos productos pueden procesarse congelados, refrigerados y con o sin hueso.

El ValueSpray asegura una captación homogénea del adobo. Comparada con las máquinas de marinado tradicionales (como inmersoras y tambores

mezcladores), el ValueSpray distribuye el adobo más uniformemente sobre los productos, incluso en piezas gruesas (17).

Los beneficios que reporta la línea de marinados ValueSpray son calidad mejorada y uniforme gracias a un proceso constante, captación y distribución precisa del adobo y los productos y el adobo sufren menos daños. Esta tecnología permite procesar marinados de gran viscosidad, capaz de marinar productos con hueso, congelados y frágiles (como las hamburguesas), distintos ajustes de captación posibles para la cara superior y la inferior del producto.

El consumo de carne marinada está experimentando un rápido aumento. Los consumidores comen más carne y exigen productos más versátiles que le ahorren tiempo en la cocina, y aumenta la popularidad de los alimentos de conveniencia (17).

Tradicionalmente se ha marinado la carne para conseguir mejores y diferentes sabores, incrementar la ternura (*tenderness*) de los músculos más duros, y aumentar la conservación del producto por efecto de la sal. Pero los cambios de costumbres de la sociedad actual, que dispone de menos tiempo para dedicar a la cocina, han llevado al olvido este tipo de prácticas, perdiéndose el aumento de la calidad que se conseguía.

Existen numerosas referencias en la literatura acerca del beneficio del marinado sobre la textura de la carne, que demuestran que la incorporación de una cierta cantidad de agua con diversos ingredientes, tales como sal, fosfatos y proteínas, proporcionan una textura más jugosa a la carne al disminuir la pérdida de jugosidad durante la cocción.

Asimismo, también hay referencias sobre el incremento y potenciación del sabor por parte de una amplia gama de productos y que varían según las diferentes culturas, como pueden ser: especias, esencias de frutas, alcoholes aromáticos (vino, coñac), aceites, salsas orientales, entre otros (2-4).

Otro aspecto importante del marinado es el aumento de rendimiento de la materia prima, el cual, bien controlado, puede ofrecer beneficio al productor y al consumidor, dando lugar a la creación de productos con alto valor añadido. Pero para que este tipo de productos sea aceptado es muy importante la constancia del mismo

en el tiempo, y que para el consumidor se traducirá en una regularidad en gusto y textura. Actualmente, el diseño de equipos más eficaces y precisos, junto con el desarrollo de la tecnología permite marinar productos a nivel industrial, disminuyendo costos y tiempo de preparación (4, 15, 17, 29).

Los trozos grandes de carnes y las carnes con huesos, marinados por inyección, opcionalmente pueden ser sumergidos en soluciones de marinados por un corto tiempo. En el cuál puede ocurrir la maduración de la porción cárnica y mejorar sus características como textura, jugosidad y otras que elevan la calidad organoléptica de los productos (30-37).

El marinado mediante masaje ocurre durante el contacto directo que tiene lugar entre la carne y la solución para marinar dentro de un equipo que puede ser una mezcladora, masajeadora o tambor. El masaje en la mezcladora o revoladora, se aplica generalmente a trozos de carne pequeños en los que no sería posible aplicar el proceso de la inyección, con él se pretende que la salmuera o solución añadida de adobo sea absorbida completamente, se distribuya correctamente en los trozos de carne y que los músculos se ablanden como consecuencia de la fricción de los trozos de carne entre sí y de éstos con las paredes del equipo (masaje) y la extracción de proteínas miofibrilares hacia la superficie de la carne.

El masaje en un tambor puede ser de forma suave o violento (*tumbling*), es un proceso mediante el cual se somete a un tratamiento físico por fricción y caída de las piezas de carne deshuesada troceadas o enteras inyectadas, en un cilindro, tambor o cubeta giratoria con aditamentos o paleta en las paredes interiores del equipo. Por lo general trabajan a temperaturas por debajo de 0 °C y tienen la posibilidad de aplicar vacío o alternar con presión (1-4, 30, 31).

En comparación con la mezcladora, en el masaje con la utilización del tambor o caída (*tumbler*), se consigue además: disminución del crecimiento de los microorganismos debido a las bajas temperaturas y la aplicación de vacío o presión, aumento de la difusión de los ingredientes del marinado, posibilidad de aumentar el volumen de marinado o adobo a aplicar, aumento de la ternura y jugosidad de las carnes, mayores rendimientos en base a la carne a utilizar, menores pérdidas de cocción y mejor apariencia en los productos marinados, entre otros atributos (1-4, 6, 20, 28, 35, 38-46).

Generalmente el masajeador puede ser utilizado en carnes con huesos. Este tratamiento puede dañar o separar la carne del hueso si se aplican elevados porcentajes de adición de adobo o si los tiempos de tratamiento mecánico son muy elevados. Se aplican más los tratamientos mecánicos suaves que los violentos (*tumbling*). Los tiempos de masaje variarán en dependencia del tipo de carne que se utilice, el tipo de corte aplicado o tamaño de los trozos, así como del equipo que se disponga.

### Componentes del marinado

Los aditivos e ingredientes a utilizar en la composición del marinado también denominado adobo, dependerán del objetivo definido para cada producto y de lo que se quiera obtener como marinado final. La funcionalidad de los aditivos e ingredientes no cárnicos se basará principalmente en su contribución al aumento de la capacidad de retención de agua, entre otras funciones, y por tanto, en su efecto sobre la jugosidad y textura de la carne (1).

Numerosos ingredientes pueden ser utilizados para la elaboración de productos cárnicos marinados y así formar la salmuera o adobo. Los principales son agua, sal común, fosfatos, antioxidantes, extensores cárnicos (proteínas de origen animal o vegetal), preservantes, ingredientes de relleno como los hidrocoloides (almidones y gomas), ácidos y sales orgánicas, enzimas, así como especias, aceites esenciales, azúcares, saborizantes, colorantes, vinos, vinagre, salsa de soya, jugos de frutas, miel, etc. (2-4, 18, 29, 47, 48). De acuerdo a la literatura, se presenta una gran variedad de formas y aditivos para obtener las carnes marinadas según los objetivos a lograr. Pueden ser con carne de res, cerdo, aves, caballo, búfalo, conejo, jabalí, venado, entre otras. Utilizan los marinados para mejorar la calidad de las carnes, enriquecer su palatabilidad, extender su durabilidad, evitar formación de sustancias tóxicas, reducir el sodio, estudiar efecto de distintos fosfatos, aplicar diferentes tecnologías, etc. (7, 9, 26, 40, 44, 49-73). Se debe especificar, que cuando se usan nitritos o nitratos, estamos en presencia de productos curados y no marinados.

Un problema que se presenta frecuentemente en el asado, grillado y freidura de las carnes o piezas de carne, sobre todo al carbón y al grill (*barbecued*), es la oxidación de ellas por las altas temperaturas a que son sometidas con el consiguiente desarrollo de compuestos altamente carcinogénicos como son las aminas aromáticas

heterocíclicas (HAs) como el MeIQx (2-amino-3,8-dimetilimidazo [4,5-f] quinoxalina) y el PhIP (2-amino-1-metil-6-fenilimidazo [4,5b] piridina), entre otros, pues se han aislado más de 25 compuestos de este tipo. Este problema ha sido tratado por varios investigadores (28, 55, 59, 74-82) y reflejado en sus publicaciones, en la recopilación bibliográfica realizada fue recurrente este tema y ampliamente discutido.

Una de las vías para evitarlo sería el uso de algunos aditivos antioxidantes en estas carnes y los marinados se prestan como un escenario excelente para usarlos, sobre todo los de origen natural. Por citar un ejemplo, el uso de semillas de toronja y extracto de romero redujeron en 57 % los compuestos MeIQx y en 90 % los PhIP en una hamburguesa frita de carne de res (*fried beef patties*), por lo que recomiendan las carnes marinadas como un pre tratamiento antes del calentamiento de ellas y podría ser considerado como un método recomendado para decrecer la exposición diaria de los consumidores a las HAs, ya que se consumen grandes cantidades de grillados y asados por lo que sería beneficioso para los consumidores (81, 82).

Un marinado empleando té verde en su adobo, con diferentes tiempos de marinación en un producto de carne de res (*pan-fried beef cooked*) cocinado entre 180 y 200 °C aplicando 4 min por cada lado en la cocción. Se observó una disminución de los valores de HAs y en la evaluación sensorial los catadores no encontraron diferencias significativas a  $p > 0,05$  entre la muestra con y sin té verde (59). Otro ejemplo fue un adobo con cúrcuma, jengibre, curry, jugo de limón y especias locales en Malasia, aplicado a un marinado de carne de res grillado a 300 °C con temperaturas internas de 70 y 80 °C, donde se observó una reducción de las HAs (HCAs, IQx, MeIQ, MeIQx, DiMeIQx, IQ), de acuerdo a los análisis específicos realizados a los productos marinados (83).

También se ha utilizado una mezcla conteniendo miel de trébol, salsa de soya, jugo de limón, sales, ajo, para un marinado por inmersión a 4 °C durante 8 a 24 h, en carnes de pollo y res. Se comprobó que la que contenía miel se redujeron los valores de HAs, atribuido a las propiedades de la miel y contener ácido ascórbico,  $\alpha$ -tocoferol,  $\beta$ -carotenos, catalasas y peroxidases, con propiedades y funciones antioxidantes (75). Se menciona como efectiva la adición de extracto de romero.

La formación de las HAs están muy relacionadas con el tratamiento térmico y altas temperaturas aplicadas a las carnes en su cocción, lo que influye grandemente en la migración de jugos dentro de la pieza de carne, se dice además que la temperatura es más importante que el tiempo de cocción, aunque se reconoce el efecto de los antioxidantes para disminuir su formación (77, 80). Otros investigadores han estudiado el efecto de la cerveza Pilsner, Pilsner sin alcohol y negra para reducir los compuestos HAs, encontrando que la cerveza negra en especial, logra una reducción de los mismos en carne de cerdo grillada al carbón (76).

Los aditivos antioxidantes que pueden incorporarse en este adobo, son sustancias que prolongan la vida en almacenamiento de los productos alimenticios protegiéndolos del deterioro ocasionado por la oxidación, como la rancidez de la grasa y cambios de color. La reacción de oxidación que de forma más sobresaliente afecta la calidad de los productos cárnicos es la oxidación lipídica y está determinada, entre otros factores, por la composición de los fosfolípidos, por la cantidad de ácidos grasos poliinsaturados en la carne y la presencia de iones libres. Durante el almacenamiento, esta oxidación está influenciada además por otros factores como son la temperatura, la cantidad de oxígeno disponible, la  $A_w$ , la cantidad de hemopigmentos, la exposición a la luz y la presencia de pro oxidantes. Las distintas reacciones de oxidación son responsables de cambios organolépticos, de pérdidas del valor nutritivo y en algunos casos, la aparición de sustancias tóxicas (84). Estas alteraciones pueden ser más significativas en el caso de productos elaborados a base de carnes frescas, como los marinados.

Estos daños pueden ser evitados o al menos disminuidos, mediante el empleo del vacío (85, 86) durante la elaboración de los productos, utilizando el envasado hermético y la inyección de gases inertes.

Los antioxidantes a emplear para resolver este problema pueden tener diferentes orígenes, como los antioxidantes vitamínicos (vitamina E y C). Estudios recientes revelaron la acción beneficiosa de la suplementación con vitamina E en la alimentación animal para la obtención de carnes más estables a los procesos oxidativos durante su vida comercial (87). Numerosos autores atribuyen los efectos de la estabilidad de estas carnes a la reducción de las TBA durante las reacciones de oxidación lipídica. El mecanismo a través

del cual la vitamina E previene la oxidación de la mioglobina ( $MbO_2$ ) puede relacionarse con su implicación directa en la inhibición de la oxidación lipídica.

La vitamina C (ácido ascórbico) es un elemento natural existente en muchos alimentos como frutas y vegetales, su capacidad reductora es ampliamente reconocida así como sus características antioxidantes. El ácido isoascórbico o eritorbato (estero isómero del ascorbato de sodio), con una estructura similar pero sin acción vitamínica y sintetizada por una vía diferente, es también utilizado por su acción antioxidante. Es empleado en toda la gama de productos cárnicos pasteurizados, esterilizados y frescos así como en vegetales y bebidas por la estabilidad que le confieren al sistema alimenticio (88).

La vitamina C podría favorecer la estabilidad química (color y olor) de las carnes y productos cárnicos envasados bajo atmósfera modificada (AM) (89). Pequeñas concentraciones de vitamina C retrasan la oxidación de la mioglobina ( $MbO_2$ ), mientras que altas concentraciones aumentan la velocidad de oxidación de los lípidos, lo que más tarde favorece la oxidación de la  $MbO_2$ . El ascorbato se considera el antioxidante más importante en el líquido extracelular; su eficacia se relaciona con su capacidad para eliminar  $H_2O_2$ ,  $O_2$ ,  $HO\cdot$  y  $ROO\cdot$ , además es capaz de regenerar la vitamina E a su forma nativa, reduciendo el radical tocoferoxil (87).

Estudios recientes han revelado que los consumidores consideran más seguros y sanos los productos elaborados a partir de ingredientes naturales, rechazando los que registran en sus etiquetas ingredientes sintéticos. Esta situación justifica el interés por nuevas sustancias naturales, capaces de ser utilizadas como ingredientes alimentarios (87).

La borraja (*Borago officinalis* L.) es originaria del norte de África, conocida desde la antigüedad, empleada por griegos, romanos y árabes. El extracto de borraja podía inhibir la formación de productos secundarios de oxidación lipídica (sustancias reactivas con el ácido 2-tiobarbitúrico, TBA), hexanal y otras sustancias volátiles. El resto de los estudios sobre la borraja se ha orientado, principalmente, hacia el uso de su aceite esencial como fuente de ácido  $\alpha$ -linoleico. Los trabajos realizados mostraron un gran potencial antioxidante en la formulación de los alimentos funcionales y otros productos por su excelente absorción

de las radiaciones UV (90-92) Algunos investigadores informaron que durante los primeros días de almacenamiento de carne envasada bajo AM (atmósfera modificada), la harina desengrasada obtenida a partir de las semillas secas de borraja permite la reducción de los niveles TBA del mismo modo que el orégano y el romero. Estos hechos mantienen una estrecha relación con las propiedades de algunos de sus constituyentes (ácido rosmarínico, siríngico y sinápico) de inactivar los radicales libres (91). El ácido rosmarínico es el compuesto principal de los extractos de romero y de orégano, que ya son empleados en la industria agroalimentaria como condimentos.

El romero (*Rosmarinus officinalis* L.) presenta buenas propiedades antioxidantes (92-96) y algunos investigadores indicaron que es eficaz previniendo reacciones de oxidación en distintos aceites (97). Se aislaron un gran número de compuestos fenólicos a partir de las hojas del romero, como el carnosol, ácido carnósico, rosmanol, epirosmanol, isorosmanol, ácido rosmarínico, rosmaridifenol y rosmariquinona. El efecto se debe a la propiedad de ceder un átomo de hidrógeno propio de algunas cadenas terminales para inactivar los radicales libres. Por otra parte, se demostró que carnes tratadas con 0,1 % de romero mantienen sus características físico-químicas durante el almacenamiento, por lo que poseen una mayor vida útil, lo cual es válido para las carnes marinadas también, dentro de los cárnicos frescos (94, 98-100).

El orégano (*Origanum vulgare* L.) y la salvia (*Salvia officinalis* L.) se estudiaron ampliamente por la actividad antioxidante de los compuestos fenólicos que contienen (87, 96). Entre las posibles sustancias antioxidantes, además de los tocoferoles, hay que señalar el ácido rosmarínico, el carvacrol y el timol; estas últimas son las dos sustancias fenólicas mayoritarias en el aceite esencial de esta planta (aproximadamente entre 72 y 82 %) responsables además, del aroma y, probablemente, de la acción antibacteriana.

Al adobo pueden incorporarse distintas variedades de pimiento (*Capsicum annum* L.), son populares gracias a sus atributos sensoriales de color, aroma y, algunos, sabor picante (101). Los pimientos frescos y sus semillas contienen antioxidantes fenólicos como flavonoides (principalmente quercetina y luteolina), ácidos fenólicos, capsaicinoides, tocoferoles y carotenoides. Los valores de índice de peróxidos y TBA

fueron casi imperceptibles en el aceite del lino en presencia de extractos capsaicinoides. El uso de los pimientos frescos en charcutería podría constituir una alternativa útil para mantener la estabilidad oxidativa de los productos.

El tomate (*Lycopersicum esculentum* L.) ha venido despertando en los últimos años un gran interés entre la comunidad científica por el efecto beneficioso que parece tener sobre nuestro organismo y son cada vez más los estudios que parecen confirmar que este vegetal es una fuente importante de propiedades preventivas y, tal vez, curativas. Nutricionalmente aporta alto contenido de vitamina C, pero el interés actual está en el licopeno, que da al tomate su característico color rojo. Este compuesto de la familia de los carotenoides podría ayudar a prevenir diversas enfermedades (87), el licopeno es un antioxidante liposoluble y que debido a su estructura química es el «antirradical libre» más eficaz, protege a nuestro organismo contra las enfermedades degenerativas. Por lo que se refiere al mecanismo antioxidante del licopeno, está claro que su efecto sobre la peroxidación lipídica es fruto de una interacción con los radicales libres, unida a la acción secuestradora de los iones  $Fe^{2+}$ . El consumo de tomate y productos derivados se ha relacionado a menudo con una disminución del riesgo de desarrollar cáncer de próstata y de mama (102, 103). Por otro lado, la pulpa de tomate rica en licopeno mostró un efecto inhibitorio sobre la formación de los TBA y acumulación de MetMb (metamioglobina) durante el almacenamiento, solamente combinado con vitamina C y orégano (104-106).

Hay un grupo de compuestos propios de la carne (taurina, carnosina, coenzima  $Q_{10}$ , y creatina), que a pesar de no tener asignadas funciones nutricionales específicas, podrían presentar otro tipo de actividad biológica de gran interés, se denominan antioxidantes musculares (107).

La carnosina es muy efectiva en la inhibición de la rancidez y el deterioro del color de carnes picadas saladas y congeladas, de carnes picadas cocidas refrigeradas y de carnes y productos cárnicos frescos (108, 109). Se ha observado que la acción combinada de dos antioxidantes es, habitualmente, superior a la suma de sus acciones por separado, lo que se ha denominado efecto sinérgico entre antioxidantes (106). Todos los antioxidantes mencionados pueden formar parte del adobo para los marinados, en mayor o menor cuantía.

## CONCLUSIONES

Con el marinado de la carne se logra una adición uniforme de sales y sabores específicos en toda la pieza de carne, relajación de las fibras musculares dando lugar a un producto más tierno, más jugoso y más fácilmente masticable, aumento de la retención de agua durante la cocción evitando pérdidas de humedad en el producto, mejora de la calidad de la carne marinada al modificar sus características de textura, químicas y físicas al hacerlas reproducibles, aporta facilidades al cliente reduciendo la manipulación de los alimentos frescos, mejora de los rendimientos a nivel de producción industrial, y se crea identidad de aroma y sabor al producto, así como una variación en el surtido de productos a ofertar.

En las carnes marinadas se observó una reducción, en sentido general, de los compuestos carcinogénicos como las aminas aromáticas heterocíclicas, por emplear sustancias antioxidantes en la formulación del adobo a utilizar y proteger estas carnes frente a las altas temperaturas de cocción en asados y grillados.

La utilización de tecnologías modernas que emplean inyección con efecto de atomización proporciona mejores resultados tecnológicos con mayores rendimientos, menor tiempo de proceso y homogeneidad en los productos marinados, así como mayor calidad de los mismos.

## REFERENCIAS

1. Romay, O. *Tecnología para obtener un producto marinado de carne de cerdo Tipo «Stew»* (tesis de maestría, Instituto Superior Politécnico «José Antonio Echeverría», La Habana, Cuba) 2009.
2. Ramos, M.; Santos, R.; Nuñez de Villavicencio, M.; de Hombre, R.; Romay, O.; Rodríguez, F.; Pérez, J.; Vergara, N. y Carrillo, C. *Cienc. Tecnol. Alim.* 22(1):8-13, 2012.
3. Ramos, M.; Santos, R.; Romay, O.; Rodríguez, F.; Nuñez de Villavicencio, M.; Vergara, N.; Carrillo, C. y Casañas, C. *Cienc. Tecnol. Alim.* 23(2):8-13, 2013.
4. Ramos, M.; Santos, R.; Rodríguez, F.; Beldarraín, T.; Barrero, E.; Vergara, N.; Carrillo, C. y Casañas, C. *Cienc. Tecnol. Alim.* 24(2):40-45, 2014.
5. Xargayó, M.; Lagares, J.; Fernández, E.; Ruiz, D. y Borrel, D. *Eurocarne* 97:2-3, 2001.
6. Dhanda, J. S.; Pegg, R.B.; Shand, P. J. *J. Food Sci.* 68(5):1882-1888, 2003.
7. Gorsuch, V.; Alvarado, C. *Z. Poultry. Sci.* 89:1002-1008, 2010.
8. Zheng, M.; Detienne, N. A.; Barnes, B. W. y Wicker, L. *J. Sci. Food Agric.* 81:82-87, 2000.
9. Xu, S. Q.; Zhou, G.H.; Peng, Z.Q.; Zhao, L. Y. y Yao, R. *J. Muscle Foods* 20:101-116, 2009.
10. Fuentes, A.; Fernández-Segovia, I.; Barat, J. M.; Serra, J. A. *J. Food Process. and Preserv.* 34:83-103, 2010.
11. Larrazábal, M. J. *Estudio de la aplicación de técnicas de marinado de salmón (salmo salar) alternativas al proceso tradicional* (tesis doctoral, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España) 2005.
12. Larrazábal, M. J. y Camacho, M. M. *Cienc. Tecnol. Aliment.* 6(1):20-26, 2008.
13. Xargayó, M.; Lagares, J.; Fernández, E.; Ruiz, D.; Borrel, D. *Fleischwirtschaft* 5:70-74, 2001.
14. Xargayó, M.; Lagares, J.; Fernández, E.; Borrell, D. y Junca, G. *Fleischwirtschaft* 2:68-74, 2004.
15. Xargayó, M.; Lagares, J.; Fernández, E.; Ruiz, D.; Borrel, D. y Juncà, G. *Marinado por efecto «spray»: una solución definitiva para mejorar la textura de la carne* [en línea]. Consultado 4 Octubre 2017 en <http://www.es.metalquimia.com/upload/document/article-es-5.pdf>.
16. Fabre, R.; Perlo, F.; Bonato, P.; Tito, B.; Teira, G. y Tisocco, O. *Cienc. docencia tecnol.* 25(49):143-153, 2014.
17. Marel (Empresa). *Solutions for poultry, fish, and meat processing industries* [en línea]. Consultado 9 octubre 2017 en <https://www.marel.com>
18. Yomaira Tapasco, Z.; Diego Alonso Restrepo, M. y Héctor Suárez, M. *Rev. Bio. Agro.* 9(2):23-31, 2011.
19. Mc Gee, M. R.; Henry, K. L.; Brooks, J. C.; Ray, F. K. y Morgan, J. B. *Meat Sci.* 64:273-277, 2003.
20. Cheok, C. Y.; Chin, N. L.; Yusof, Y. A.; Mustapa Kamal, S. M.; Sazil, A. Q. *J. Food Process. and Preserv.* 35:474-482, 2010.
21. Szymczak, M. *J. Sci. Food Agric.* 91:68-74, 2011.
22. Szymczak, M.; Ko<sup>3</sup>akowski, E. y Felisiak, K. *Internat. J. Food Sci. Technol.* 47:282-289, 2012.
23. Szymczak, M. y Ko<sup>3</sup>akowski, E. *Food Chem.* 132:237-243, 2012.
24. Allen, K.; Cornforth, D.; Whittier, D.; Vasavada, M. y Nummer, B. *J. Food Sci.* 72(7):351-355, 2007.
25. Goli, T.; Bohuon, P.; Ricci, J. y Collignan, A. *Meat Sci.* 90:618-623, 2012.

26. Istrati, D.; Ionescu, A.; Vizireanu, C.; Ciuciu, A. M. y Dinică, R. *Romanian Biotechnological Letters* 17(6):7787-7795, 2012.
27. Detienne, N.A.; Reynolds, A. E. y Wicker, L. J. *Food Qual.* 26:1-14, 2003.
28. Vangnai, K.; Houser, T.; Hunt, M. y Smith, S. *Meat Sci.* 98:88-93, 2014.
29. Mañay, S. P. *Desarrollo y evaluación físico- químico, sensorial y microbiológico de nuggets de carne de conejo (Oryctolagus cuniculus) precocidos y marinados con jugo de tomate frutícola (Cyphomandra betacea)* (tesis de diploma, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador) 2015.
30. Rodríguez, F. *Desarrollo de un producto marinado de res.* (Tesis de diploma, Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba) 2012.
31. Rodríguez, F.; Ramos, M.; Santos, R. y Beldarraín, T. *Cienc. Tecnol. Alim.* 24(2):40-45, 2014.
32. Pérez-Juan, M.; Kondjoyan, A.; Picouet, P. y Realini, C. *Meat Sci.* 92:107-114, 2012.
33. Mozurienne, E.; Bartkiene, E.; Krungleviciute, V.; Zadeike, D.; Juodeikiene, G.; Damasius, J. y Baltusnikiene, A. *LWT - Food Sci. Technol.* 69:319-326, 2016.
34. Soglia, F.; Petracci, M.; Mudalal, S.; Vannini, L.; Gozzi, G.; Camprini, L. y Cavani, C. *Internat. J. Food Sci. Technol.* 49:2184-2191, 2014.
35. Barbanti, D. y Pasquini, M. *LWT-Food Sci. Technol.* 38:895-901, 2005.
36. Lawrence, T. E.; Dikeman, M. E.; Hunt, M. C.; Kastner, C. L. y Johnson, D. E. *Meat Sci.* 65:967-972, 2003.
37. Bauermeister, L. J. y Mckee, S. R. *Utilizing marination and vacuum tumbling techniques to optimize tenderness of breast filets deboned early postmortem.* XVII European Symposium on the Quality of Poultry Meat Doorwerth, The Netherlands, 23-26 May 2005.
38. Scanga, J. A.; Delmore Jr, R. J.; Ames, R. P.; Belk, K. E.; Tatum, J. D. y Smith, G. C. *Meat Sci.* 55:397-401, 2000.
39. Cannon, J. E.; McKeith, F. K.; Martin, S. E.; Novakofski, J. y Caar, T. R. *J. Food Sci.* 58(6):1249-1253, 1993.
40. Barbut, S.; Zhang, L. y Marccone, M. *Poult. Sci.* 84:797-802, 2005.
41. Alper, O.; Meltem, S. y Kyyalbek, A. *Eur. Food Res. Technol.* 218:114-117, 2004.
42. Kirmaci, B. y Singh, R. K. *Innovative Food Sci. Emerging Technol.* 14:77-84, 2012.
43. Saha, A.; Perumalla, A. V. S.; Lee, Y.; Meullenet, J. F. y Owens, C. M. *Poult. Sci.* 88:1250-1256, 2009.
44. Naveena, B. M. *J. Muscle Foods* 15:235-244, 2004.
45. Petracci, M.; Laghi, L.; Rimini, S.; Rocculi, P.; Capozzi, F. y Cavani, C. *J. Poult. Sci.* 51:206-212, 2014.
46. Ku, S. K.; Kim, H. J.; Yu, S. C.; Jeon, K. H. y Kim, Y. B. *Korean J. Food Sci. Anim. Res.* 33(2):244-250, 2013.
47. Muñoz, S. A.; Alonso, D.; López, J. H. *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín* 67(1):7219-7228, 2014.
48. Mach, N. *Eurocarne* 178:44-56, 2009.
49. Schirmer, B. C.; Heir, E. y Langsrud, S. *J. Appl. Microbiol.* 106:2106-2116, 2009.
50. Chang, H. J.; Wang, Q.; Zhou, G. H.; Xu, X. L. y Li, C. B. *J. Text. Stud.* 41:279-301, 2010.
51. Pathania, A.; McKee, S. R.; Bilgili, S. F. y Singh, M. *Internat. J. Food Microbiol.* 139:214-217, 2010.
52. Mielnika, M. B.; Semb, S.; Egelanddalb, B. y Skrede, G. *LWT-Food Sci. Technol.* 41:93-100, 2008.
53. Alper, O.; Meltem, S. y Kiyalbek, A. *Eur. Food Res. Technol.* 218:114-117, 2004.
54. Schirmer, B. C. y Langsrud, S. *Meat Sci.* 2010; 85:280-284.
55. Hasnol, N. D. S.; Jinap, S. y Sanny, M. *Food Chem.* 145:514-521, 2014.
56. Lebert, A. y Daudin, J. D. *Meat Sci.* 97:347-357, 2014.
57. Linares, M. B.; Garrido, M. D.; Martins, C. y Patarata, L. J. *Food Sci.* 78(5):719-724, 2013.
58. Van Haute, S.; Raes, K.; Van der Meer, P. y Sampers, I. *Food Control* 68:30-39, 2016.
59. Quelhas, I.; Petisca, C.; Viegas, O.; Melo, A.; Pinho, O. y Ferreira, I. *Food Chem.* 122:98-104, 2010.
60. Lunde, K.; Egelanddal, B.; Choinski, J.; Mielnik, M.; Flatten, A. y Kubberod, E. *Meat Sci.* 80:1264-1272, 2008.
61. Kim, Il-Suk; Jang, Ae-Ra; Jin, Sang-Keun; Lee, Moo-Ha y Jo, Cheo-Run. *J. Korean Soci. Food Sci. Nutrition* 37(2):217-222, 2008.
62. Wongwiwat, P.; Yanpakdee, S. y Wattanachant, S. *J. Sci. Technol.* 29(6):1619-1632, 2007.
63. Kim, H.W.; Choi, Y. S.; Choi, J. H.; Kim, H. Y.; Lee, M. A.; Hwang, K. E.; Song D. H.; Lim, Y. B. y Kim, C. J. *Food Chem.* 139:597-603, 2013.
64. Sharedeh, D.; Gatellier, P.; Astruc, T.; Daudin, J. D. *Meat Sci.* 110:24-31, 2015.
65. ochowska, J. K.; Lachowicz, K. y Sobczak, M. *Meat Sci.* 92:675-680, 2012.
66. Kargiotou, C.; Katsanidis, E.; Rhoades, J.; Kontominas, M. y Koutsoumanis, K. *Food Microbiol.* 28:158-163, 2011.
67. Burke, R. M. y Monahan, F. J. *Meat Sci.* 63:161-168, 2003.
68. Barbosa, C.; Scaramal, G.; da Silva, S.; Martim, P.; dos Santos, M. S. y do Prado, I. N. *Food Sci. Technol (Campinas)* 33(4), 2013.

69. Aktas, N. y Kaya, M. Eur. Food Res. Technol. 213:88-94, 2001.
70. Kim, Y. J.; Jin, S. K.; Park, W. Y.; Kim, B. W.; Joo, S. T y Yang, H. S. J. Food Qual. 33:171-185, 2010.
71. Yusop, S. M.; O'sullivan, M. G.; Kerry, J. F.; Kerry, J. P. J. Sens. Stud. 24:512-533, 2009.
72. Serdaroglu, M.; Abdramov, K. y Önenc, A. J. Muscle Foods 18:162-172, 2007.
73. Isohanni, P.; Alter, T.; Saris, P. y Lyhs, U. Poult. Sci. 89:2704-2710, 2010.
74. Gibis, M. y Weiss, J. Food Chem. 134:766-774, 2012.
75. Shin, H. S. y Ustunol, Z. J. Food Sci. 69(3): 147-153, 2004.
76. Viegas, O.; Moreira, P. y Ferreira I. Food Additives & Contaminants: Part A 32(3):315-323, 2015.
77. Kondjoyan, A.; Kohler, A.; Realin, C. E.; Portanguen, S.; Kowalski, R.; Clerjon, S.; Gatellier, P.; Chevolleau, S.; Bonny, J. M. y Debrauwer, L. Meat Sci. 97:323-331, 2014.
78. Farhadian, A.; Jinap, S.; Faridah, A. y Zaidul, I. S. M. Food Control 28:420-425, 2012.
79. Viegas, O.; Yebra-Pimentel, I.; Martínez-Carballo, E.; Simal-Gandara, J. y Ferreira, I. J. Agric. Food Chem. 62:2638-2643, 2014.
80. Lan, C. M. y Chen, B. H. Food Chem. Toxicol. 40:989-1000, 2002.
81. Gibis, M. J. Agric. Food Chem. 55:10240-10247, 2007.
82. Gibis, M. Meat Sci. 85:735-742, 2010.
83. Jinap, S.; Iqbal, S. Z. y Selvam, R. LWT - Food Sci. Technol. 63:919-926, 2015.
84. Azeredo, H. M. C.; Faria, J. A. F. y Dasilva M. A. A. P. Food Res. Int. 37:689-694, 2004.
85. Djenane, D.; Sánchez-Escalante, A.; Beltrán, J. y Roncalés, P. Food Chem. 76:407-415, 2002.
86. Malavé, A. M. *Determinación del largo de vida útil de masitas de cerdo marinadas y empacadas al vacío* (tesis de maestría, Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez, Mayagüez, Puerto Rico) 2006.
87. Djenane, D.; Montañés, L. y Roncalés, P. Eurocarne Digital 133:1-23, 2005.
88. Santos, R.; Beldarraín, T. y Ramos, M. Alimentaria 351:47-55, 2004.
89. Mancini, R. A.; Hunt, M. C.; Hachmeister, K. A.; Kropf, D. H. y Johnson, D. E. Meat Sci. 68:339-345, 2004.
90. Wettasinghe, M. y Shahidi, F. Food Chem. 70:17-26, 2000.
91. Wettasinghe, M.; Shahidi, F.; Amarowicz, R. y Abou-Zaid, M. M. Food Chem. 75:49-56, 2001.
92. Sánchez-Escalante, A.; Djenane, D.; Torrescano, G.; Beltrán, J. A. y Roncalés P. J. Food Sci. 68:339-344, 2003.
93. Djenane, D. *Utilización de sistemas antioxidantes y antimicrobianos para prolongar la vida útil de filetes de carne fresca (Longissimus dorsi) envasados en atmósferas modificadas* (tesis doctoral, Universidad de Zaragoza, España) 2002.
94. Djenane, D.; Sánchez-Escalante, A.; Beltrán, J. A.; Roncalés, P. Food Microbiol. 20:1-7, 2003.
95. Nissen, L. R.; Byrne, D. V.; Bertelsen, G. y Skibsted, L. H. Meat Sci. 68:485-495, 2004.
96. Sobol, R.; Soubies, V.; Camardella, N.; Reina, F.; Seta, G.; Rocca, P.; Raffellini, S. y Bianchi, M. A. Actividad antimicrobiana y antioxidante de hierbas aromáticas aplicables al proceso de marinado de productos cárnicos. En Proceedings of the XII Latin American Congress on Food Microbiology and Hygiene. São Paulo, Blucher Food Science Proceedings V.1, No.1, 2014, p. 93-94.
97. Djenane, D.; Sánchez-Escalante, A.; Beltrán, J. A. y Roncalés, P. Meat Sci. 64:417-426, 2003.
98. Mc Carthy, T. L.; Kerry, J. P.; Kerry, J. F.; Lynch, P. B. y Buckley, D. J. Meat Sci. 57:45-52, 2001.
99. Aaby, K.; Skrvten, A.G.; Skrede, G. y Mielnik M. *Antioxidant effects of rosemary (Rosmarinus officinalis), sage and oregano (Origanum vulgare) extracts during frozen storage of turkey meat*, en IFT. Annual Meeting Proceedings, New Orleans, LA, 2001.
100. Sánchez-Escalante, A.; Djenane, D.; Torrescano, G.; Beltrán, J. A. y Roncalés, P. Meat Sci. 58:421-429, 2001.
101. Uquiche, E. y Del Valle, J. M. y Ortiz, J. J. Food Eng. 65:55-66, 2004.
102. Thomas, W-M.; Boileau, Z. L.; Sunny, K.; Stanley, L.; John Jr, W. E. y Steven, K. C. J. Nat. Cancer Inst. 95(21):1578-1586, 2003.
103. Sánchez-Escalante, A.; Djenane, D.; Torrescano, G.; Beltrán, J. A. y Roncalés, P. Food Sci. Technol. Int. 9:77-84, 2003.
104. Sánchez-Escalante, A.; Torrescano, G.; Djenane, D.; Beltrán, J. A. y Roncalés, P. J. Sci. Food Agric. 83:187-194, 2003.
105. Djuric, Z. y Powell, L. C. Int. J. Food Sci. Nutr. 52:143-149, 2001.
106. Djenane, D. y Roncalés, P. Tecnol. Hig. Alim. 356: 37-52, 2004.
107. Purchas, R. W.; Rutherford, S. M.; Pearce, P. D.; Vather, R. y Wilkinson, B. H. P. Meat Sci. 66:629-637, 2004.
108. Djenane, D.; Martínez, L.; Sánchez-Escalante, A.; Beltrán, J. A. y Roncalés, P. Food Chem. 85: 453-459, 2004.
109. Sánchez-Escalante, A.; Djenane, D.; Torrescano, G.; Beltrán, J. A. y Roncalés, P. Meat Sci. 64:59-67, 2003.