



The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

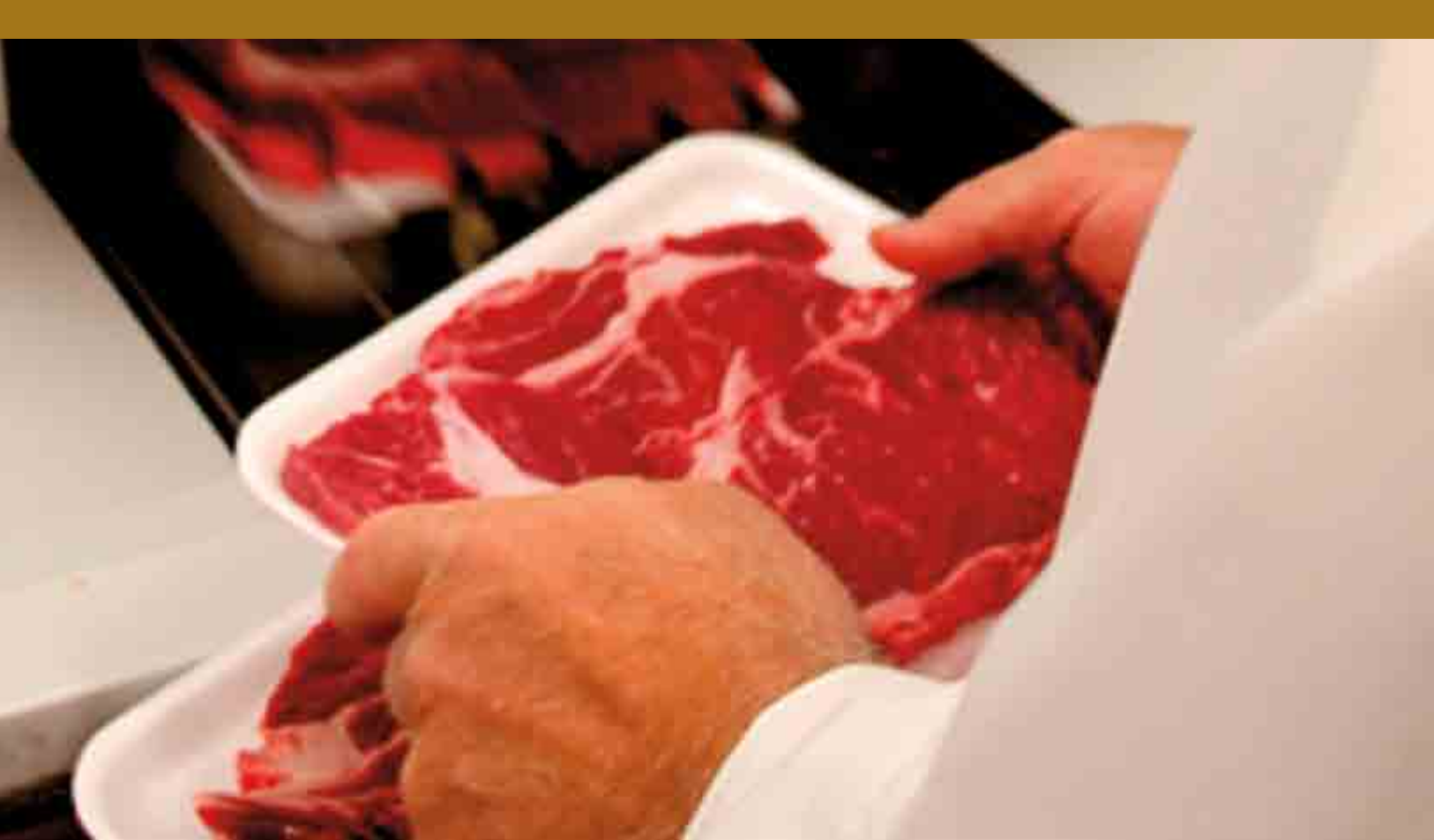
AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.



EMPAQUE PARA LA CONSERVACIÓN DE CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS

Reséndiz-Cruz, V.^{1,2}; Ramírez-Briebesca, E.¹; Guerrero-Legarreta I.³

¹Programa de Ganadería *Campus* Montecillo, Colegio de Postgraduados, Km 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México. C.P. 53230.

²Línea Prioritaria de Investigación en Inocuidad, Calidad de Alimentos y Bioseguridad (LPI-7), Colegio de Postgraduados.

³Departamento de Biotecnología. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. México D.F.

*Autor responsable: efrenrb@colpos.mx

RESUMEN

La carne y los productos cárnicos tienen varias manipulaciones antes de llegar al consumidor final; por ello, es importante elegir correctamente el método de preservación a utilizar. Los empaques tienen la función de conservar y proteger el producto con la finalidad de mantener su integridad y calidad. En esto último, la inocuidad, el color, la frescura de la carne o productos cárnicos derivados, juegan un papel decisivo para que el consumidor decida o no adquirirlo. Los procesos más utilizados para empaclar las carnes frescas y derivados cárnicos son: el empackado permeable al aire, en atmósferas modificada y al vacío. En este trabajo se indican las pautas mínimas necesarias en este rubro indispensable de la cadena de valor de la carne y productos cárnicos.

Palabras clave: Conservación, industria cárnica, gases, calidad, inocuidad.

INTRODUCCIÓN

Los alimentos destinados al consumo humano y, primordialmente, los frescos pasan por varias etapas de manipulación antes de llegar a la mesa del consumidor. Por lo anterior, si no se aplica un método de conservación de acuerdo con las características y condiciones del producto, la vida útil de éste puede disminuirse considerablemente o ser un medio de infecciones o intoxicaciones microbianas (Sánchez et al., 2008). Uno de los métodos de preservación más eficientes es la utilización de los empaques en diferentes modalidades, que cumplen con la función de conservar, proteger y mantener la integridad y calidad del producto, al evitar la contaminación química y microbiana durante el manejo o almacenamiento. Permite además que los alimentos sean manipulados con mayor facilidad durante el proceso de comercialización (mayoreo y detalle) como en el hogar del consumidor. El empacado de los alimentos es, por tanto, un aspecto que se debe tomar en cuenta para satisfacer las expectativas de calidad que demandan los consumidores (Fernández, 2002).

Los productos cárnicos se ubican dentro de los más fáciles de descomposición por ser un medio ideal de cultivo para microorganismos (patógenos y deteriorantes) (Ercolini et al., 2006; Villada et al., 2006). Uno de los aspectos más importante de cuidar para reducir su calidad es la inocuidad, de tal forma que el consumidor tenga garantía de que al ingerir ese alimento su salud no se dañará. Dentro de las características deseables por el consumidor, y que marcan la decisión de compra del producto, se encuentran la frescura y el color rojo estable y brillante de la su-

perficie de la carne (Charles et al., 2006; Sorheim y Nissen, 2008) (Figura 1).

Para alcanzar lo anterior y preservar la calidad es importante considerar el empaque y el material de éste, ya que existe influencia parcial de las propiedades de los materiales de fabricación (Taik, 2010). Dentro de la tecnologías más utilizadas para el empaque de carnes frescas y productos cárnicos se encuentran las películas permeables y semipermeables al aire y otros gases, el empaque al vacío y en atmósfera modificadas (Belcher, 2006) (Figura 2).



Figura 1. Carne conservada en empaques y expuesta a los consumidores

Figura 2. A: Piernas de cordero listas para ser empacadas. B: Película plástica para empaque. C: carne con empaque individual.

Generalidades

El consumidor juzga la calidad de la carne de acuerdo con algunas características que evalúa en primera instancia por la vista, tales como el color y apariencia general, las cuales pueden ser percibidas aún en carne empacada. Posteriormente, al retirar el empaque, evalúa parámetros, como textura, olor y sabor (Dhananjayan *et al.*, 2006).

La vida útil de la carne y los productos cárnicos depende de factores como el tipo de especie animal, manejo *ante* y *postmortem*, higiene durante la manipulación, pH de la carne, temperatura ambiente, y composición de los gases que rodean al producto (Keokamnerd *et al.*, 2007). Este último puede ser modificado, ya sea exponiendo el producto a altas concentraciones de oxígeno para aumentar la oxigenación de los pigmentos presentes, como la mioglobina, y producir oximioglobina que le confiere un color rojo brillante, o bien, excluyendo alternativamente el oxígeno (O₂) del empaque, que aumenta los niveles de la desoximioglobina, variante química del pigmento mioglobina, produciendo un color rojo púrpura (Dhananjayan *et al.*, 2006).

Sin embargo, cuando la carne es empacada en altas atmósferas, enriquecidas con O₂, se puede acelerar el crecimiento de microorganismos aerobios y promoverse la oxidación de los lípidos y la mioglobina, donde esta última se transforma en metamioglobina de color café (Taik, 2010). En el caso de empaque al vacío no se desarrolla oximioglobina y la carne permanece de color rojo púrpura; este tipo de empaque es muy eficiente debido a que alarga la vida útil de la carne si se mantiene en refrigeración a temperaturas entre 4 °C y -6 °C; sin embargo, en casos extremos pueden proliferar microorganismos

anaerobios sumamente peligrosos, como el género *Clostridium* spp., por lo que hay que considerar también la permeabilidad de la película de empaque a gases y a vapor de agua, así como su resistencia a las operaciones de almacenamiento y distribución posteriores.

El empaque también afecta la textura, sabor y olor de la carne fresca, en función del tipo de microflora que pueda crecer en el producto en relación con la atmósfera gaseosa y la temperatura de almacenamiento. De esta forma, la proliferación de microorganismos lipolíticos y/o proteolíticos alteran la composición de la carne y pueden generar productos de oxidación, tanto lipídica como proteica, productos de degradación y metabolitos microbianos que alteran el sabor, el olor y, posiblemente, la textura.

En el caso de productos procesados se debe considerar el tratamiento al que han sido sometidos, tales como adición de nitritos/nitratos, fosfatos, humo, ácidos, calentamiento, etcétera, así como la atmósfera gaseosa en la que se empaqueta y la permeabilidad de la película de empaque.

Los avances tecnológicos que se han tenido en los materiales, la metodología y la maquinaria para empacar productos cárnicos, ha significado un avance importante en la conservación de este alimento. Sin embargo, se debe considerar como un factor principal conocer las tendencias del consumo de un producto determinado, tiempo esperado de comercialización, condiciones de la misma, tipo de consumidores al que se dirige el alimento, entre otros, con el fin de ofrecer un producto en condiciones óptimas de calidad (Belcher, 2006).

Deterioro de la carne

El deterioro organoléptico de la carne se produce cuando existe formación de malos sabores, olores, decoloración, alteración de la textura o cualquier otro cambio en la apariencia física o química, que hacen que este alimento sea inaceptable por el consumidor. Las reacciones de deterioro están relacionadas con el consumo microbiano de nutrientes, tales como proteínas, lípidos y azúcares, además de producción de metabolitos microbianos no deseados. El glucógeno, un carbohidrato mayoritario en la carne, es un homopolímero de glucosa que prácticamente se ha agotado en la etapa de insensibilización y matanza del animal; al no haber glucosa en el medio, otras moléculas, como las grasas y los compuestos nitrogenados, son empleados por los microorganismos. De estos últimos se producen compuestos odoríferos como el amoníaco y las aminas biogénicas; sin embargo, los metabolitos producidos dependen en particular del tipo y la cantidad de microflora presente. Las microfloras deteriorantes encontradas con más frecuencia en carnes rojas son *Pseudomonas* spp., *Enterobacteriaceae* spp., *Brochothrix thermofacta* y bacterias del ácido láctico, y el mayor o menor aporte de estos microorganismos a la descomposición depende de las condiciones de almacenamiento. Por ello, la mayoría de los síntomas de deterioro son atribuibles al crecimiento no deseado de microorganismos hasta niveles inaceptables (Ercolini *et al.*, 2011).

Principales condiciones para el deterioro de carnes frescas

Cambio en la coloración

El color de la superficie de la carne cambia de rojo brillante a café-pardo;

esto es tomado como indicador de frescura visual por parte del consumidor. Parte del cambio del color se debe a la oxidación de los pigmentos hemo (que tienen un átomo de hierro (Fe) en el centro de la molécula). Tanto la deoximioglobina como la oximioglobina son oxidadas formando metamioglobina, la cual confiere el color café asociado al deterioro de la calidad de la carne. La oxidación de deoximioglobina es más rápida que la oximioglobina, mientras que la de la mioglobina a bajas concentraciones de O_2 (~ 5 a 7%) es más rápida que a altas concentraciones en la que ocurre una oxigenación (Dhananjayan *et al.*, 2006). Otros factores que pueden producir el cambio de color en la carne es la presencia de bacterias productoras de formas químicas conteniendo azufre, lo cual promueve la generación de sulfomioglobina, un pigmento de color verde. Otro tipo de bacterias, sobre todo algunas relacionadas con el ácido láctico, como las halotolerantes y catalasas negativas que crecen a bajas temperaturas, son capaces de producir y acumular peróxido de hidrógeno en condiciones aeróbicas que actúan como agentes altamente oxidantes que decoloran los pigmentos de la carne (Sánchez *et al.*, 2008).

Producción de aromas indeseables

Estas reacciones de deterioro provocan un rechazo inmediato por parte del consumidor, y dependiendo del tipo y de la carga microbiana serán las características del olor. Por ejemplo, la presencia de *B. thermosphacta* en carne de res en cargas de 10^7 UFC cm^{-2} produce acetoina, diacetyl butanal y propanal, compuestos asociados con el olor a “queso” o “mantequilla”. Cuando la carga se incrementa hasta 10^9 UFC cm^{-2} , el olor puede convertirse en pútrido, como resultado del consumo de aminoácidos libres y de la producción de aminas biogénicas (Ercolini *et al.*, 2006). Uno de los principales problemas de la industria cárnica es la oxidación de los lípidos. Los productos secundarios de la oxidación, como los aldehídos, las cetonas y los ésteres, son los responsables del incremento del deterioro y del sabor rancio del producto (Pettersen *et al.*, 2004).

Técnicas de conservación

La tecnología que se ha utilizado para empacar la carne fresca y los productos cárnicos procesados ha consistido principalmente en el empackado permeable al aire, atmósfera modificada y empaque al vacío. Este último es considerado por algunos autores como una forma de empackado en atmósferas modificadas (Belcher, 2006). A continuación se describen algunos:

La charola de espuma de poliestireno convencional

La charola de espuma de poliestireno convencional,

con o sin almohadilla absorbente y con una película envolvente de cloruro de polivinilo, es una técnica comúnmente encontrada en el mercado mexicano debido a la facilidad de su utilización, tecnología sencilla y bajo costo. Sin embargo, la vida útil del producto no se prolonga considerablemente debido a que facilita la proliferación de microorganismos aunque, por otra parte, para los productos procesados, sobre todo para los de baja humedad, como los chorizos, este es un empaque adecuado.

Sistemas al vacío

El hecho de mantener la carne bajo condiciones libres de O_2 , extiende la vida de anaquel considerablemente. Empacar al vacío no ha sido un método exitoso para la venta de carne, posiblemente porque ésta adquiere un color púrpura, oscuro y con presencia de exudado visible en el empaque. Esta técnica se ha mejorado usando doble película, donde la superficial es impermeable y desprendible (empaque madre) y la interior permite la penetración de O_2 , por lo que la carne adquiere un color rojo brillante (Charles *et al.*, 2006; Sorheim y Nissen, 2008) (Figura 3).

Atmósferas modificadas

Consiste en eliminar el aire dentro del empaque que contiene la carne o producto cárnico, para posteriormente inyectar un gas o mezcla de gases. Se ha modificado el ambiente gaseoso a fin de reducir el grado de respiración y con ello disminuir el crecimiento microbiano y, por lo tanto, retrasar el deterioro debido a la producción de metabolitos microbianos y a la actividad enzimática residual de la carne; con ello



Figura 3. Chuletas de cerdo empacadas al vacío.

se logra un mayor periodo de anaquel del producto (García *et al.*, 2006). La vida útil de la carne empacada en atmósferas modificadas aumenta entre 10 y 15% cuando se utiliza una película con permeabilidad al O_2 por debajo de $2 \text{ cm}^3 \cdot \text{m}^2 \cdot \text{día} \cdot \text{atm}^{-1}$ (Taik, 2010), teniendo cuidado de que la carne empacada no sea expuesta a altas concentraciones de O_2 , ya que acelera el crecimiento de microorganismos aerobios y favorece la oxidación de lípidos y mioglobina.

Para lograr mayor conservación de las características fisicoquímicas, organolépticas y microbiológicas de los productos, se sugiere aplicar atmósferas con mayor concentración de CO_2 , ya que disminuye la tasa del crecimiento de microorganismos aerobios y, al mismo tiempo, menor concentración de oxígeno (O_2), el cual se usa con frecuencia para mantener el color rojo de la carne (Ospina y Cartagena, 2008). Las atmósferas enriquecidas con CO_2 inhiben además bacterias Gram negativas, como algunos psicrótrofos y *Pseudomonas* spp. Sin embargo, es posible que ocurran cambios deteriorantes debido al crecimiento, aunque a menor tasa, de microorganismos facultativos, tales como *Carnobacterium* spp., *Brochothrix thermosfacta* y *Lactobacillus* spp. (Fraqueza y Barreto, 2009).

Cabe señalar que las atmósferas generalmente contienen O_2 residual, ya que se encuentra disponible en pequeñas cantidades en el tejido muscular o en el aire, lo que hace inevitable su incorporación en la atmósfera circundante del empaque, o bien, porque permea a través de la película durante el almacenamiento. Lo anterior resulta riesgoso para el color y

la vida de anaquel de la carne, ya que ésta es muy vulnerable al O_2 residual, por lo que es posible que este atributo de calidad se modifique. Autores como Sorheim y Nissen (2008) han registrado que niveles superiores a 2% de O_2 residual en las atmósferas modificadas incrementan el desarrollo microbiano. Sin embargo, si se utilizan altas concentraciones de CO_2 en combinación con un pH (potencial de hidrógeno) bajo y almacenamiento en frío, la inhibición de microorganismos es muy eficiente (Ercolini *et al.*, 2006).

Películas plásticas utilizadas para empaque

Las mejoras en la calidad y vida útil de los productos alimenticios se ha logrado en parte por el control de los gases y la permeabilidad del vapor de agua (Taik, 2010); debido a los efectos deteriorantes del oxígeno, el uso de películas que actúen como una barrera contra la entrada de este gas al interior del empaque ha cobrado cada día mayor importancia en la industria cárnica. La calidad de los alimentos empacados está influenciada parcialmente por las propiedades de los materiales que forman parte de éstos, como las películas plásticas y

la composición de las charolas de poliestireno. Por ello, las películas impermeables o semipermeables han sido desarrolladas para regular el paso del gas y de la humedad del medio hacia el interior del empaque, para mejorar las propiedades de barrera y sellado que faciliten la cocción del producto en autoclave.

La elección de la película para empaque productos cárnicos depende en gran medida del tiempo que se supone requerirá el alimento permanecer empacado, además de las condiciones del lugar de almacenamiento, tales como temperatura y humedad (Ospina y Cartagena, 2008).

Los materiales que son utilizados en el empaque de los productos cárnicos son generalmente poliméricos con buenas características de barrera para el O_2 , como las poliamidas, el polietileno y el polipropileno, que son eficientes barreras contra la humedad y muestran buenas características de sellado (Pettersen *et al.*, 2004); el polietileno de baja densidad y el cloruro de polivinilo son los principales plásticos empleados en el empaque, aunque también se usa el poliestireno (Figura 4).



Figura 4. Carne para elaboración de hamburguesa empacada y conservada en refrigeración.

El polipropileno es químicamente similar al polietileno y puede ser producido como extruido o coextruido para proporcionar características de sellado por calor. El polipropileno tiene mayores intervalos en las propiedades de barrera hacia el vapor de agua que el polietileno; y llega a proporcionar efecto de barrera a los gases de hasta siete a diez veces más y tener una excelente resistencia a las grasas. En su forma no plastificada, el cloruro de polivinilo es la lámina base termo formable más ampliamente utilizada para empaqueo en atmósferas modificadas. Este polímero posee buena capacidad de barrera hacia los gases y moderada hacia el vapor de agua, y posee excelente resistencia a grasas y aceites (Ospina y Cartagena, 2008).

Gases para el empaqueo de carne

En el empaqueo en atmósferas modificadas se pueden utilizar uno o más gases, normalmente dispersos en el aire, pero en diferentes concentraciones. Rara vez se utiliza un sólo gas y las mezclas dependen del tipo y propósito del empaqueo. A continuación se describen los gases de mayor uso para empaqueo de carne:

Oxígeno (O_2): este gas acelera el crecimiento de las bacterias aerobias que afectan la conservación de la carne; por lo tanto, su eliminación permite alargar la vida de anaquel desde el punto de vista microbiológico. El O_2 tienen un efecto fundamental en el color de la carne, ya que a niveles altos (60 a 80%) se genera un color brillante, mientras que a niveles bajos (0.1 a 0.5%) se favorece la oxidación del pigmento y favorece cambios en la coloración de la carne. Una atmósfera modificada libre de O_2 produce un color púrpura o rojo oscuro.

Dióxido de carbono (CO_2): el efecto que produce este gas es la disminución de la tasa de crecimiento de los microorganismos aerobios; además, en medio acuoso se produce ácido carbónico que también tiene efecto bacteriostático. Sin embargo, en esta atmósfera pueden crecer microorganismos anaerobios. El intervalo de concentración empleado es de entre 20 y 90%, teniendo mayor efectividad conforme se incrementa su concentración. Como todos los gases, es soluble en soluciones acuosas, incluyendo el tejido magro con alto contenido de humedad. Su solubilidad es de 1 L.kg^{-1} de masa cárnica y, al igual que los otros gases, la solubilidad aumenta al disminuir la temperatura. Es relevante señalar que el CO_2 no afecta directamente a los componentes químicos de la carne; promueve un cambio de color de rojo brillante de la oximioglobina hasta tonos grisáceos, debido a la hipoxia producida por el mismo gas en el sistema, lo que impide la oxigenación de la mioglobina.

Nitrógeno (N_2): es un gas inerte de menor solubilidad que el CO_2 que se utiliza como gas de relleno para impedir que el empaque se colapse, en particular cuando la atmósfera modificada tienen alta concentración de CO_2 . Este gas no tiene ningún efecto directo en el crecimiento microbiológico o en el color de la carne (Sorheim y Nissen, 2008).

Monóxido de carbono (CO): Es muy efectivo para mantener el color rojo, debido a la formación de carboximioglobina. Este gas inhibe el crecimiento de algunos patógenos. Su uso se ha autori-

zado en condiciones controladas de 0.2 a 0.4%, para no ser considerado por la legislación como tóxico al consumidor (García *et al.*, 2006)

Estudios realizados

Las ventajas del empaque al vacío en el producto cárnico chorizo “español” fueron estudiadas por Arévalo y Bolaños (2010), quienes encontraron que las características sensoriales (sabor, olor, color y textura) tuvieron mejor aceptación cuando se usó empaque al vacío en comparación con empaqueo al aire, registrando además que las cuentas microbianas en placa fueron menores en 45 días de almacenamiento, además de que las características sensoriales se conservaron al disminuirse el deterioro por acción microbiana.



El efecto de las atmósferas modificadas fue evaluado en carne de bovino a 5 °C en atmósferas conteniendo diferentes proporciones de O₂ y CO₂. Ercolini *et al.* (2006) registraron que una mezcla de gases con alta concentración de O₂ (60 %) proporcionó buena coloración, manteniendo niveles aceptables de cargas microbianas por siete días de almacenamiento. Por otra parte, el uso de otros elementos en el empaque de carne de pollo almacenado en refrigeración, tales como charolas de poliestireno, almohadillas, geles absorbentes y recubrimientos de cloruro de polivinilo, mostró que la almohadilla absorbente no mantiene el control del crecimiento microbiano, pero mantiene atractiva la apariencia de la carne al absorber toda la humedad que es liberada durante su almacenamiento. El gel absorbente no fue eficiente ante el fluido del paquete, lo que propició un mayor crecimiento microbiano y, en consecuencia, mal olor (Charles *et al.*, 2006).

La evaluación de empaques con alta concentración de oxígeno, nitrógeno, al vacío y al medio ambiente en carne molida de avestruz, mostró que todos los empaques tuvieron un efecto similar sobre el crecimiento de microorganismos. Sin embargo, altas concentraciones de O₂, promovieron mayor oxidación de lípidos y mioglobina, reduciendo la vida útil de la carne (Seydim *et al.*, 2006). De forma similar, Fraqueza y Barreto (2009) probaron atmósferas, conteniendo N₂, CO₂, CO, N₂ en carne de pollo, encontrando que una mezcla de tres gases (CO, CO₂ y N₂) inhibe crecimiento microbiano al obtener menores cuentas de mesófilos y psicótrofos; sin embargo, se presenta oxidación de lípidos.

CONCLUSIONES

El empackado de la carne es un aspecto fundamental en la producción de este alimento, y debe de ser considerado a profundidad por la industria cárnica. Es necesario asegurar la calidad e inocuidad de los alimentos y, paralelamente, considerar otros aspectos, como las características fisicoquímicas y sensoriales que hacen aceptable los productos al consumidor. Por ello se debe hacer énfasis en el empleo de empaques adecuados para cada producto, con el fin de conservar la carne y los productos cárnicos elaborados con la mayor frescura e inocuidad posibles. La elección del sistema de empaque dependerá de las características del producto y del tiempo de conservación espera-

dos, tomando en cuenta desde el momento en que el producto se produce hasta que llega a la mesa del consumidor, así como el impacto ambiental que este envase pueda tener, por lo que es importante valorar los costos que pueda implicar tal decisión.

LITERATURA CITADA

- Arévalo T.E.J., Bolaños F.C.K. 2010. Evaluación de la influencia del vacío de empaque y de la temperatura de almacenamiento en el tiempo de conservación del chorizo tipo español. Tesis. Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.
- Belcher J.N. 2006. Industrial packaging developments for the global meat market. *Meat Science*. 74: 143-148.
- Charles N., Williams S.K., Rodrick G.E. 2006. Effects of Packaging Systems on the Natural Microflora and Acceptability of Chicken Breast Meat. *Poultry Science*. 85: 1798-1801.
- Dhananjayan R., Han I.Y., Acton J.C., Dawson P.L. 2006. Growth depth effects of bacteria in ground turkey meat patties subjected to high carbon dioxide or high oxygen atmospheres. *Poultry Science* 85: 1821-1828.
- Ercolini D., Ferrocino I., Nasi A., Ndagijimana M., Vernocchi P., La Stora A., Laghi L. Mauriello G., Guerzoni M.E., Villani F. 2011. Monitoring of microbial metabolites and bacterial diversity in beef stored under different packaging conditions. *Applied and Environmental Microbiology*. 77 (20): 7372-7381.
- Ercolini D., Russo F., Torrieri E., Masi P., Villani F. 2006. Changes in the Spoilage-Related Microbiota of Beef during Refrigerated Storage under Different Packaging Conditions. 72 (7): 4663-4671.
- Fraqueza M.J., Barreto A.S. 2009. The effect on turkey meat shelf life of modified-atmosphere packaging with an argon mixture. *Poultry Science* 88 : 1991-1998.
- Fernández A.M. 2002. Review: Active food. *Food Science and Technology International*. 6: 97-108.
- García I.E., Gago C.L., Fernández J.L. 2006. Tecnologías de envasado en atmosfera protectora. V t. Informe de Vigilancia Tecnológica. p.1-140.
- Keokamnerd T., Acton J.C., Han I. Y., Dawson P.L. 2007. Effect of ethanol rinse, *Lactobacillus fermentum* inoculation, and modified atmosphere on ground chicken meat quality. *Poultry Science* 86: 1424-1430.
- Ospina M.S.M., Cartagena V.J.R. 2008. La atmósfera modificada: una alternativa para la conservación de los alimentos. *Redalyc Sistema de Información Científica*. 5 (2): 112-123.
- Pettersen M.K., Mielnik M.B., Eie T., Skrede G., Nilsson A. 2004. Lipid oxidation in frozen, mechanically deboned turkey meat as affected by packaging parameters and storage conditions. *Poultry Science* 83: 1240-1248.
- Sánchez E.A., Torrescano U.G.R., Camou A.J.P., González M.N.F., Hernández W.G. 2008. Sistemas combinados de conservación para prolongar la vida útil de la carne y los productos cárnicos. *Nacameh*. 2 (2): 124-159.
- Seydim A.C., Acton J.C., Hall M.A., Dawson P.L. 2006. Effects of packaging atmospheres on shelf-life quality of ground ostrich meat. *Meat Science*. 73: 503-510.
- Sorheim O., Nissen H. 2008. Tecnología actual para el empackado de carne con atmósferas modificadas. *Mundo Lácteo y Cárnico*. 10-14 pp.
- Taik L.K. 2010. Quality and safety aspects of meat products as affected by various physical manipulations of packaging materials. *Meat Science*. 86: 138-150.
- Villada S.H., Acosta H.A., Velasco R.J. 2006. Biopolímeros naturales usados en empaques biodegradables. *Temas Agrarios*. 12 (2): 5-13.