

# Nacameh

Publicación electrónica arbitrada en Ciencia y Tecnología de la Carne  
cbs.izt.uam.mx/nacameh  
ISSN 2007-0373

NACAMEH Vol. 7, No. 2, pp. 65-74, 2013

## Desarrollo industrial de cecina de bovino y cerdo con diferentes sabores

### Industrial development of beef and pork cecina with different flavors

Paulina Maribel Abraján Velasco<sup>1✉</sup>, Francisco Alfredo Núñez González<sup>1</sup>, José Arturo García Macías<sup>1</sup>, Juan Ángel Ortega Gutiérrez<sup>1</sup>, Armando Quintero Ramos<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Zootecnia y Ecología, Periférico Francisco R. Almada, Km 1. Chihuahua, Chih., México, 31453. <sup>2</sup> Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Ciencias Químicas Chihuahua, Chih., México. Nuevo Campus Universitario. Circuito Universitario, Chihuahua, Chih. CP. 31125. ✉ Autora de correspondencia: p253977@uach.

#### Resumen

La cecina emplea la técnica tradicional de salazón para preservar la carne así como para conferirle sabor; no obstante, la adición de especias es una alternativa viable para diversificar los sabores del producto. El objetivo fue desarrollar cecina de bovino y cerdo de sabores y evaluar la oxidación de lípidos a los 30 días de almacenamiento. Las cecinas de bovino y cerdo se distribuyeron de forma independiente en cuatro tratamientos: formulación 1 o base (sal 10.7%, azúcar 1.3%, nitritos 0.5% y sazón 0.1%); formulación 2, base más 10 g de mezcla de cilantro, apio, perejil deshidratados/kg de carne; formulación 3, base más 10 g chile mirasol seco/kg de carne y humo líquido (2 mL/L) y formulación 4, base más 0.80 mL de aceite esencial de orégano/L. La cecina de bovino se secó a 80 °C durante 150 minutos y la de cerdo durante 180 minutos hasta que alcanzaron una actividad de agua (aw) de 0.75. La cecina de bovino fue envasada en bolsa de celofán mientras que la cecina de cerdo en bolsas al vacío. La oxidación de lípidos se determinó utilizando la prueba del ácido tiobarbitúrico (TBA). Los resultados revelaron que únicamente la cecina de bovino presentó enranciamiento.

**Palabras Clave:** oxidación de lípidos, cecina, TBA, carne de humedad intermedia, aceite esencial de orégano.

## Abstract

Cecina used traditional technique for salting and preserving meat as well as to impart flavor; however, addition of spices is a viable alternative to diversify the flavors of the product. The objective of this research was to develop beef and pork cecina of flavors and evaluate lipid oxidation after 30 days of storage. Beef and pork cecina were distributed independently in four treatments: Formulation 1 or base (10.7% salt, 1.3% sugar, 0.5% nitrite and seasoning 0.1%); formulation 2, base plus 10 g of mixture of coriander, celery, parsley dehydrated/kg meat; formulation 3, base plus 10 g dry mirasol chilli/kg of meat and liquid smoke (2 mL/L) and formulation 4, base plus 0.80 mL of essential oregano oil/L. Beef cecina was dried at 80 °C for 150 minutes and pork cecina for 180 minutes until these achieved a water activity (aw) of 0.75. Beef cecina was packaged in cellophane bag, while for pork cecina in vacuum bags. Lipid oxidation was determined using thiobarbituric acid test (TBA). The results revealed that only beef cecina presented fat rancidity.

**Key words:** lipid oxidation, cecina, TBA, intermediate moisture meat, oregano essential oil.

## INTRODUCCION

La demanda de alimentos procesados solo con ingredientes naturales exige a la industria cárnica ser más competitiva y plantear nuevas estrategias, que permitan mejorar su posición en el mercado. La cecina es un producto cárnico elaborado a base de salado y secado que gracias a su fácil transportación y su composición nutritiva, rica en proteínas, baja en grasa y mínimo poder calórico (Thiagarajan, 2008), se ha convertido en un alimento muy cotizado. Por otro lado, la aplicación de especias en el proceso de elaboración de cecina antes del secado tiene la finalidad de mejorar el sabor, la apariencia y la textura del producto manteniendo sus características típicas sensoriales y nutricionales (Chabbouh, Sahli y Ballagha, 2013).

No obstante, el almacenamiento de cecina y otros productos de humedad intermedia pueden verse afectados por la oxidación de lípidos, que es responsable de la pérdida de calidad en los alimentos (Gray, Goma y Buckley, 1996). La mayoría de especias entre ellas el cilantro (Wangensteen, Salmuelsen y Malterud, 2004), el perejil (Zhang y col., 2006), el apio (Chanwitheesuk, Teerawutgulrag y Rakariyatham, 2005), el orégano (Kulicic y col., 2004) y el chile (Collera-Zúñiga, García Jiménez y Meléndez Gordillo, 2005) poseen actividad antioxidante y son valoradas por sus atributos de sabor y olor. Por consiguiente, podrían ser consideradas en la formulación y desarrollo tecnológico de cecina con la finalidad de diversificar sabores y al mismo tiempo constituir una alternativa de consumo para potenciales clientes de carne o bien para pequeñas y grandes empresas procesadoras de carne de humedad intermedia o carne seca que requieran innovar su línea de producción. El objetivo de esta investigación fue desarrollar cecina de bovino y cerdo con

variedades de sabor en base a cuatro formulaciones de salmuera y evaluar el grado de rancidez oxidativa al día 0 y al día 30.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### *Descripción de la muestra*

Se utilizaron el músculo *Semimembranosus* proveniente de cuatro canales de bovino y la pierna completa deshuesada de cuatro cerdos, que incluyeron los músculos *Semimembranosus*, *Semitendinosus*, *Gracilis*, *Gluteus medius*, *Gluteus profundus*, *Biceps femoris*, *Gastrocnemius*, *Soleus*, *Obturator internus*, *Obturator externus*, *Pectineus*, *Vastus lateralis*, *Vastus intermedius*, *Vastus medialis*, *Rectus femoris*, *Abductor*, *Sartorius*, *Popliteus*, *Flexor digitorum superficiales*, *Peroneus longus*, *Tibialis cranialis*, *Deep digital flexor* y *Lateral digital flexor*. El material cárnico fue almacenado a -14 °C hasta su procesamiento.

### *Ingredientes utilizados*

Se emplearon hierbas, especias y extractos tales como hojas deshidratadas de perejil (*Petroselinum sativum*), hojas deshidratadas de cilantro (*Coriandrum sativum*), apio deshidratado (*Apium graveolens*), aceite esencial de orégano (*Lippia berlandieri Schuer*), y chile Mirasol seco (*Capsicum Annuum*). Los ingredientes de curado utilizados fueron: cloruro de sodio, nitrito de sodio, humo líquido y azúcar estándar.

### *Elaboración de cecina de bovino ó cerdo*

Considerando que entre la carne de bovino y cerdo existen diferencias bioquímicas y estructurales, se han establecido diferentes condiciones de proceso para la elaboración para las dos especies. De esta forma para optimizar el proceso de rebanado la carne de bovino fue descongelada durante 36 horas, mientras que la de cerdo por 24 horas, esto para atemperarlas y mantuvieran una consistencia adecuada para el rebanado. Se retiró el tejido graso y conectivo superficial de los músculos de bovino ó cerdo. La carne fue rebanada a un espesor inicial de  $6.5 \pm 0.5$  mm. Los filetes obtenidos se distribuyeron equitativamente para cuatro formulaciones de salmuera (Tabla 1). Las salmueras fueron preparadas por separado tanto para la cecina de bovino como para la de cerdo. Las rebanadas de carne de bovino se sumergieron en salmuera durante 60 segundos y 15 segundos para los de cerdo. Estas cecinas fueron escurridas durante 10 minutos y secadas en un secador de bandejas ajustado a 80 °C de temperatura y velocidad de aire de secado de 6 m/s, el que fue programado a 150 minutos para la cecina bovino y 180 minutos para la de cerdo. Para el almacenamiento la cecina de bovino se empaquetó en bolsas de polipropileno (celofán) y considerando que la de cerdo pudiera enranciarse más fácilmente, se empaquetó en bolsas al vacío. Estos productos se mantuvieron almacenados a una temperatura de 20 °C durante 30 días.

**Tabla 1. Formulaciones de las variedades de sabores de la cecina de bovino y cerdo.**

Ingrediente	Fórmula 1 (Testigo)	Fórmula 2	Fórmula 3	Fórmula 4
Agua (mL)	1000	1000	1000	1000
Sal (g)	107	107	107	107
Azúcar (g)	13	13	13	13
Nitrito de sodio (g)	5	5	5	5
Sazonador <sup>1</sup>	1	1	1	1
Aceite esencial de orégano (mL)	-	-	-	0.80
Hierbas finas <sup>2</sup> (g)	-	-	Si	-
Humo líquido (mL)	-	2.00	-	-
Chile Mirasol triturado <sup>3</sup> (g)	-	Si	-	-

<sup>1</sup>Sazonador contiene mezcla de especias troceadas (ajo, cebolla, albahaca, romero, orégano), cáscara de naranja, mezcla de especias molidas, propilenglicol, aceite vegetal, deshumectante, chile molido y color natural. <sup>2</sup>Hierbas Finas: Mezcla de hojas deshidratadas de cilantro (*Coriandrum sativum*) (40%), hojas deshidratadas de perejil (*Petroselinum sativum*) (40%) y apio deshidratado en polvo (*Apium graveolens*) (20%). Se utilizó 10g de hierbas finas por cada Kg de carne. <sup>3</sup>Se utilizó 10 g de chile Mirasol triturado por cada Kg de carne

#### *Determinación de Oxidación de lípidos*

Fue analizada con la técnica descrita por Tarladgis y col. (1960), para lo cual se pesó 10 g de muestra de cecina de bovino o cerdo y se licuó con 50 mL de agua destilada. Esta mezcla se transfirió a un tubo de destilación; posteriormente se añadieron 47.5 mL más de agua destilada al vaso de la licuadora y se homogenizó manualmente con la finalidad de retirar los restos de carne que quedaron impregnados, este contenido también se agregó al tubo de destilación conjuntamente con 2.5 mL de HCl 4 M y se destiló usando un destilador Kjeldahl modelo VAP 10 (Gerhardt, Germany) hasta obtener 50 mL de destilado. En un tubo cónico de 50 mL, se colocó una alícuota de 2.5 mL y se añadieron 2.5 mL de una solución de TBA (ácido tiobarbiturico). Se homogenizó a una velocidad media durante 15 segundos en un Vortex-Genie 2 Modelo G-560 (Scientific Industries Inc., USA). Las muestras se mantuvieron en baño María a temperatura de ebullición (96-97 °C) por 35 minutos y se dejaron enfriar a temperatura ambiente. La lectura se realizó en un espectrofotómetro modelo 40001/4 (Thermo Spectronic Genesys 20, USA) a 538 nm. El dato obtenido se multiplicó por el factor 7.8 para convertirlo en mg de malonaldehído (MA) por kg de carne.

#### *Análisis Estadístico*

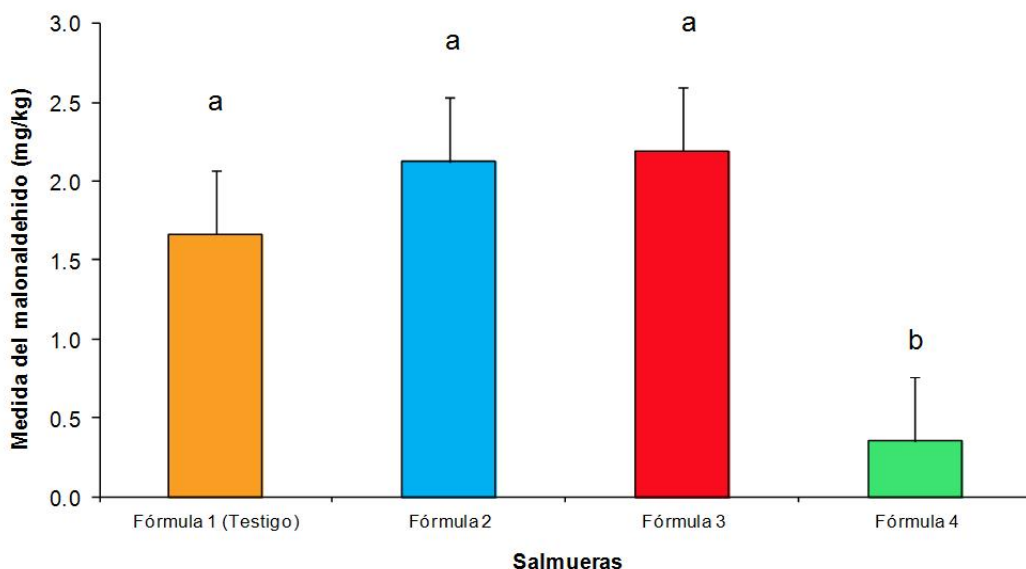
Para analizar el grado de rancidez oxidativa se ajustó un modelo mediante el PROC GLM (SAS, 2002) que incluyó como efecto fijo las cuatro diferentes formulaciones de salmuera

y como covariables se declararon la humedad inicial y la cantidad observada de MA inicial al día 0; y la comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido de humedad inicial en la cecina de bovino no influyó ( $P>0.39$ ) como covariable, ni tampoco la cantidad de MA inicial ( $P>0.40$ ) sobre el contenido de MA final, por lo que se retiraron estas covariables del modelo. Ang (1988) mencionó que el contenido de agua inicial tiene una influencia positiva sobre la oxidación de lípidos en la carne; sin embargo, los valores obtenidos en el presente trabajo sugieren que el valor de humedad inicial de cecina de bovino no afectó el grado de rancidez oxidativa en ningún tratamiento. Esta información es consistente, pues el rango comprendido entre 15 y 50% de agua en carnes de humedad intermedia, podría retardar o prevenir la oxidación de lípidos (Chang et al., 1996; Tzou-Chi y Wai-Kit, 2001).

En cuanto a la oxidación de grasa de cecina de bovino al día 0, se reportaron valores de 0.49, 0.42 y 0.42 mg de MA/kg de cecina para las formulaciones 1, 2 y 3 respectivamente, por el contrario la formulación 4, cuyo ingrediente principal fue el aceite esencial de orégano, alcanzó un valor menor 0.29 mg de MA/kg de cecina de bovino. Aunque los productos cárnicos de humedad intermedia tengan diferentes procedimientos de elaboración, el comportamiento de la rancidez podría ser similar, posiblemente debido a que se encuentran en el mismo rango de humedad. Por ejemplo, Sindelar y col. (2010) observaron un valor de 0.51 mg de MA/kg de beef jerky. Otros autores mencionaron que la oxidación no fue un problema serio cuando obtuvieron 0.44 mg de MA/kg de humedad intermedia originaria de Nigeria, la misma que contenía glicerol y cuatro horas de ahumado (Okonkwo, Obanu y Ledward, 1992). En este estudio, a los 30 días de almacenamiento a 20° C, se observaron diferencias significativas ( $P<0.026$ ) entre los valores de MA final con las diversas formulaciones de salmuera empleadas en la elaboración de cecina de bovino (Figura 1). En efecto, el contenido de MA se incrementó en todos los tratamientos, excepto en el que utilizó la formulación 4 (aceite esencial de orégano), el cual presentó el promedio mínimo de MA final. Torres y col. (1994) encontraron a los 40 días de proceso un valor de 2.58 mg de MA/kilogramo de charqui salado, secado al sol y almacenado a temperatura ambiente. Este valor fue superior a los valores encontrados en todos los tratamientos de esta investigación, lo que se atribuye a que la técnica tradicional de elaboración, está sujeta a los cambios climáticos, asimismo el secado al sol es más lento y la carne está expuesta por más tiempo al oxígeno del aire, lo que ocasiona una mayor oxidación de la grasa.



**Figura1. Medias de mínimos cuadrados ( $\pm$  error estándar) para el contenido de malonaldehído de las diferentes formulaciones de salmuera en la elaboración de cecina de bovino a los 30 días de almacenamiento. (Fórmula 1: salmuera base que contiene agua, sal, nitrito de sodio, azúcar y sazónador. Fórmula 2: salmuera base más chile Mirasol triturado. Fórmula 3: salmuera base más hierbas finas. Fórmula 4: salmuera base más aceite esencial de orégano).**

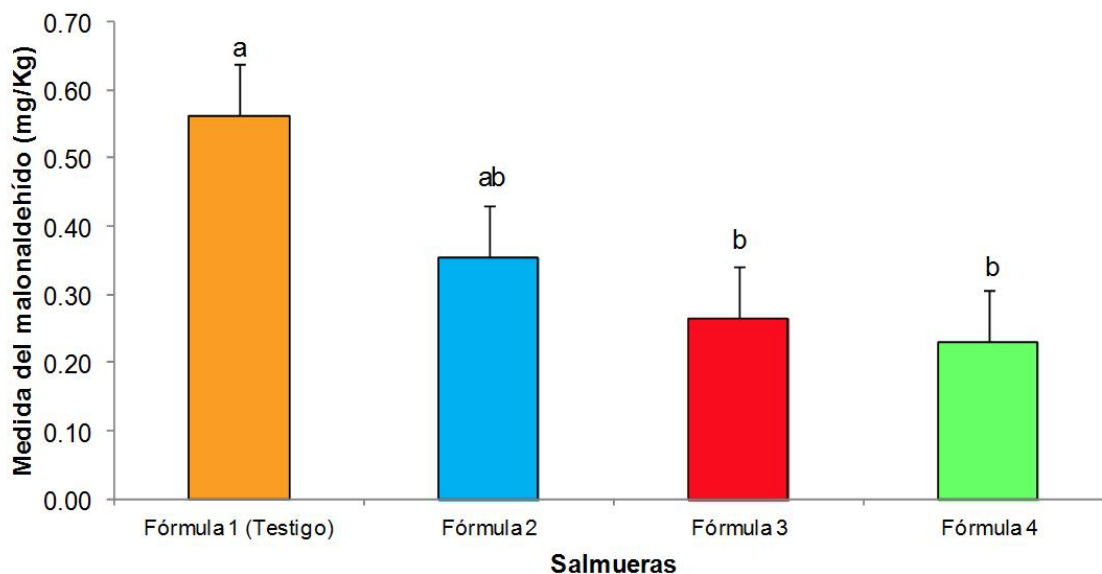
**a, b: Literales diferentes significa diferencia entre tratamientos.**

La oxidación de lípidos durante el procesamiento de la carne se ve influenciada por el tratamiento térmico, así como por el uso de aditivos como sal, especias, nitritos, fosfatos y antioxidantes (Kanner, 1994). El aceite esencial de orégano tiene propiedades antioxidantes y antimicrobianas que retardan la oxidación de lípidos y preservan la calidad de la carne (Fasseas y col., 2008; Camo y col. 2011), ya que contienen compuestos fenólicos, como el carvacrol, timol,  $\gamma$ -terpineno (Rasooli, 2007) y el ácido rosmarínico (Zheng y Wang, 2001). Investigadores han sugerido un umbral para el olor oxidado que corresponde al rango de 0.5 a 1 mg MA/kilogramo de muestra y para sabor oxidado consideraron 1 a 2 mg de MA por kilogramo de muestra (Tarladgis y col., 1960). Entonces se puede deducir que la formulación 4 a los 30 días de almacenamiento no tuvo sabor ni olor rancio; y por el contrario el testigo y los tratamientos 2 y 3 (hierbas finas y chile) de cecina de bovino presentan un ligero incremento en el valor de MA superando los umbrales establecidos por Tarladgis y col. (1960) y mostraron olor y sabor rancio. Esto puede significar que las cantidades añadidas de hierbas finas y chile a los filetes de carne de bovino no fueron suficientes para retardar la oxidación de lípidos; además, el empaquetado en bolsa de celofán permitió que el producto estuviera en contacto con el oxígeno atmosférico ocasionando la oxidación de los lípidos.

Por otra parte, Fernández, Pérez-Álvarez y Fernández-López (1997) mencionaron que estos rangos de umbrales no deben ser contemplados como referencias generales, dado que la cantidad de MA se ve afectada por la metodología de TBA empleada para el análisis de oxidación de lípidos. En el presente trabajo la limitación observada empleando la prueba de TBA fue que la técnica no solo midió aldehídos derivados del proceso de oxidación de grasas, sino otras sustancias reactivas al TBA como son alcoholes, ácidos inorgánicos y otros aldehídos, lo que de acuerdo con Ulu (2004), puede explicar los valores de MA obtenidos. Asimismo, debe señalarse que, la carne de bovino, presenta más tendencia a oxidarse que la de cerdo, pollo o pavo, esto es debido al contenido de pigmentos hemo y particularmente a la mioglobina que se relaciona con los cambios oxidativos en los tejidos animales (Ang, 1988; Zacatula, 2009).

Igual para el caso de cecina de cerdo, el valor de humedad inicial no influyó ( $P > 0.49$ ) como covariable sobre el contenido de MA final por lo que se retiró esta variable del modelo; este comportamiento se justifica dado que los productos de humedad intermedia, poseen una cantidad de agua reducida lo que ayuda a retardar o prevenir el mecanismo de oxidación de lípidos en carne (Chang et al., 1996). Por el contrario, la covariable MA inicial si tuvo efecto ( $P < 0.001$ ) sobre el contenido de MA final.

Los valores iniciales de TBA al día 0 fueron 0.40, 0.24, 0.25 y 0.24 mg de MA/kilogramo de cecina de cerdo, para las formulaciones testigo, 2, 3 y 4, respectivamente. Todos los tratamientos mostraron valores bajos de rancidez, aunque el testigo fue ligeramente más alto. Los valores de MA observados en cecina de cerdo concuerdan con los reportados por Han y col. (2007) quienes evaluaron el efecto de las condiciones de secado sobre las cualidades de la cecina de cerdo y encontraron una oxidación de grasa entre 0.23 y 0.33 mg de MA/kilogramo de muestra; esto puede atribuirse a que varias etapas del proceso de elaboración de cecina de estos investigadores coinciden con las utilizadas en este estudio, como la técnica y grosor del rebanado, las condiciones y tiempo de secado, así como el mismo material cárnico (pierna de cerdo). Con relación a los 30 días de almacenamiento en empaque al vacío de la cecina de cerdo, se identificó que hay efecto de tratamientos ( $P < 0.036$ ). Transcurrido dicho tiempo, se observó que el contenido de MA se incrementó ligeramente en todos los tratamientos, a excepción del que corresponde a la formulación 4, cuyo valor de MA se redujo con referencia al día 0, posible explicación de esto es el efecto de la combinación entre el aceite de orégano y la técnica de empaque al vacío; sin embargo, la Figura 2, muestra que todos los tratamientos presentaron valores más bajos de MA que el testigo. Tanabe, Yoshida y Tomita (2002) concluyeron que en la carne de cerdo la adición de hierbas y especias proporciona una marcada reducción de las sustancias reactivas al TBA y de acuerdo con Fasseas y col. (2008), la actividad del aceite esencial de orégano retarda la oxidación de los lípidos de la carne.



**Figura2. Medias de mínimos cuadrados ( $\pm$  error estándar) para el contenido de malonaldehído de las diferentes formulaciones de salmuera en la elaboración de cecina de cerdo a los 30 días de almacenamiento. (Fórmula 1: salmuera base que contiene agua, sal, nitrito de sodio, azúcar y sazónador. Fórmula 2: salmuera base más chile Mirasol triturado. Fórmula 3: salmuera base más hierbas finas. Fórmula 4: salmuera base más aceite esencial de orégano).  
a, b: Literales diferentes significa diferencia entre tratamientos.**

## CONCLUSIONES

La producción industrial de cecina con mínimo proceso es posible realizarla con la temperatura y velocidad de aire establecidas garantizando una aw de 0.75. La cecina de bovino empaquetada en condiciones atmosféricas se enrancia a los 30 días de almacenamiento, si no se utiliza aceite esencial de orégano. La cecina de cerdo empaquetada al vacío no se enranció a los 30 días de almacén. El aceite esencial de orégano resultó ser el mejor antioxidante, al adicionarlo en la salmuera para la elaboración de cecina de bovino y cerdo permitió que los productos mostraran menor grado de rancidez. La combinación entre aceite esencial de orégano y el empaquetado al vacío extiende la vida útil del producto por más de 30 días de almacén.

## AGRADECIMIENTOS

Este estudio recibió el apoyo financiero de la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT) de la República del Ecuador.



**REFERENCIAS**

- ANG, C.Y.W. (1988). Comparison of broiler tissues for oxidative changes after cooking and refrigerated storage. *Journal of Food Science* 53(4): 1072-1075.
- CAMO, J., A. LORÉS, D. DJENANE, J. A. BELTRÁN y P. RONCALÉS (2011). Display life of beef packaged with an antioxidant active film as a function of the concentration of oregano extract. *Meat Science* 88(1): 174-178.
- CHABBOUH, M., A. SAHLI y S. BELLAGHA (2013). Does spicing step affect the quality and drying behavior of Traditional kaddid: a Tunisian cured meat?. *Journal of the Science of Food and Agriculture* DOI: 10.1002/jsfa.6319.
- CHANWITHEENSUK, A., A. TEERAWUTGULRAG y N. RAKARIYATHAM (2005). Screening of antioxidant activity and antioxidant compounds of some edible plants of Thailand. *Food Chemistry* 92(3): 491-497.
- COLLERA-ZUÑIGA O., F. JIMÉNEZ GARCÍA y R. MELÉNDEZ GORDILLO (2005). Comparative study of carotenoid composition in three mexican varieties of *Capsicum annum* L. *Food Chemistry* 90(1): 109-114.
- FASSEAS, M. K., K. C. MOUNTZOURIS, P. A. TARANTILIS, M. POLISSIOU, y G. ZERVAS (2008). Antioxidant activity in meat treated with oregano and sage essential oils. *Food Chemistry* 106(3): 1188-1194.
- FERNÁNDEZ, J., J. A. PÉREZ-ÁLVAREZ y J. A. FERNÁNDEZ-LÓPEZ (1997). Thiobarbituric acid test for monitoring lipid oxidation in meat. *Food Chemistry* 59(3): 345-353.
- GRAY, J. I., E. A. GOMAA y D. J. BUCKLEY (1996). Oxidative quality and shelf life of meats. *Meat Science* 43(1): 111-123.
- HAN, D. J., J.Y. JEONG, J.H. CHOI, Y. S. CHOI, H. Y. KIM, M. A. LEE, E. S. LEE, H. D. PAIK y C. J. KIM (2007). Effects of drying conditions on quality properties of pork jerky. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources* 27(1): 29-34.
- KANNER, J. (1994). Oxidative process in meat and meat products: Quality Implications. *Meat Science* 36(1): 169-189.
- KULISIC, T., A. RADONIC, V. KATALINIC y M. MILOS (2004). Use of different methods for testing antioxidative activity of oregano essential oil. *Food Chemistry* 85(4): 633-640.
- OKONKWO, T. M., Z. A. OBANU y D. A. LEDWARD (1992). Characteristics of some intermediate moisture smoked meats. *Meat Science* 31(2): 135-145.
- RASOOLI, I. (2007). Food presevation – A Biopreservative approach. *Food Global Science Book* 1(2): 111-136.

- SINDELAR, J. J., M. J. TERNS, E. MEYN, y J. A. BOLES (2010). Development of a method to manufacture uncured, no-nitrate/nitrite-added whole muscle jerky. *Meat Science* 86(2): 298-303.
- TANABE, H., M. YOSHIDA y N. TOMITA (2002). Comparison of the antioxidant activities of 22 commonly used culinary herbs and spices on the lipid oxidation of pork meat. *Animal Science Journal* 73(5): 389-393.
- TARLADGIS, B. G., B. M. WATTS, M. T. YOUNATHAN y Jr. L. DUGAN (1960). A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *Journal of the American Oil Chemist Society* 37(1): 44-48.
- THIAGARAJAN, I. V. (2008). Combined microwave-convection drying and textural characteristics of beef jerky. Master of Science in Agricultural and Bioresource Engineering Thesis. University of Saskatchewan. Saskatoon, Canada.
- TORRES, E.A.F.S., M. SHIMOKOMAKI, B.D.G.M. FRANCO, M. LANDGRAF, B.C. CARVALHO Jr y J.C. SANTOS (1994). Parameters determining the quality of charqui, an intermediate moisture meat product. *Meat Science* 38(2): 229-234.
- ULU, H. (2004). Evaluation of three 2-thiobarbituric acid methods for the measurement of lipid oxidation in various meats and meat products. *Meat Science* 67(4): 683-687.
- WANGENSTEEN, H., A. B. SAMUELSEN y K. E. MALTERUD (2004). Antioxidant activity in extracts from coriander. *J. Food Chem.* 88: 293-297.
- ZACATULA M. H. (2009). Aceite de orégano (*Lippia graveolens*) como antioxidante en la peroxidación lipídica de la carne de pollos de engorda. Tesis de Maestría en Recursos Genéticos y Productividad. Ganadería. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México.
- ZHANG, H., F. CHEN, X. WANG y H. YAO (2006). Evaluation of antioxidant activity of parsley (*Petroselinum crispum*) essential oil and identification of its antioxidant constituents. *Food Research International* 39: 833-839.
- ZHENG, W. y S. Y. WANG (2001). Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *Journal of Agricultural and Food chemistry* 49(11): 5165-5170.