

EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA, DE RANCIDEZ Y VIDA DE ANAQUEL DE SEIS ENVOLTURAS COMERCIALES UTILIZADAS PARA EMPACADO AL VACÍO DE PIERNA DE CERDO.

Ballesteros- Torres Juan Manuel; García- Reyes Luis Felipe; Fuentes- Tamez Aldo Gesel; Vara- Rangel César Alberto; Cabello- Treviño Luis Alberto

Productora de Bocados Cárnicos (PROBOCA), Departamento de desarrollo de nuevos productos, Carretera Santa Rosa km 3, CP 66600, Apodaca Centro, Apodaca, Nuevo León, México *investigacion@proboca.net

RESUMEN

Es de vital importancia para una empresa seleccionar los insumos que ofrezcan los mejores rendimientos enfocados a la calidad e inocuidad de los productos alimenticios, siendo el método científico una alternativa eficaz para la toma de decisiones. El correcto empaque de los productos cárnicos proporciona cierta vida de anaquel e inocuidad que preserva la calidad y propiedades organolépticas de los alimentos con la intención de ser entregada al cliente en su mejor presentación. En el presente estudio se evaluaron seis empaques comerciales usados para el envasado al vacío, midiendo parámetros microbiológicos, de oxidación de grasas y período de vida de anaquel del alimento con el fin de seleccionar aquel empaque que proporcione los mejores rendimientos. Se observó que los empaques #1 y #2 presentaron cantidades menores de UFC en ambas etapas ($1= 3.89 \times 10^4 \pm 1.07 \times 10^3$ y $1=2.12 \times 10^4 \pm 1.3 \times 10^3$; $2= 1.92 \times 10^4 \pm 1.07 \times 10^3$ y $4.14 \times 10^4 \pm 1.2 \times 10^3$; respectivamente) manteniendo los índices de peróxido ($1= 0.2$ y 8.8 mEq/kg; $2= 0.4$ y 9.6 mEq/kg) por debajo de los límites indicadores de rancidez (20 mEq/kg) y una vida de anaquel de 23 días, no mostrando diferencias significativas entre ellos. El empaque denominado como #4 presentó mayor cantidad de UFC en ambas etapas ($9.04 \times 10^4 \pm 1.69 \times 10^3$ y $7.92 \times 10^5 \pm 4.6 \times 10^3$) y menor vida de anaquel (18 días). Los índices de peróxido estuvieron por debajo de los límites indicadores de rancidez (0.3 y 10 mEq/kg). Se sugiere el uso de los empaques 1 y 2 para el empaque al vacío de pierna de cerdo. La combinación de este proceso de envasado con metodologías alternas y novedosas para la preservación de alimentos incrementando sus atributos, es un objetivo futuro a implementar en la empresa.

ABSTRACT

For a company, there is a vital importance the selection of the inputs which offer better returns focused on the quality and safety of the food products. The scientific method is a good and effective choice while taking decisions. The right packing of meat products provides to the product safety that preserves the quality of the products so the product can be delivered to the customer in the best possible way. In the present study were evaluated 6 commercial packings used for vacuum packed, measuring microbiological parameters, fat oxidation and shelf life period of food with the purpose to choose the best packing which provides the better results. The observations gave the results that the packaging number 1 and 2 presented lower amounts of UFC in both stages ($1= 3.89 \times 10^4 \pm 1.07 \times 10^3$ and $1=2.12 \times 10^4 \pm 1.3 \times 10^3$; $2= 1.92 \times 10^4 \pm 1.07 \times 10^3$ and $4.14 \times 10^4 \pm 1.2 \times 10^3$; respectively) keeping the peroxide levels ($1= 0.2$ and 8.8 mEq/kg; $2= 0.4$ and 9.6 mEq/kg) lower than the limits which show the rancidity (20 mEq/kg) and a life in a shelf of 23 days, not showing the significant differences among them. The packaging number 4 showed a higher amount of UFC in both stages ($9.04 \times 10^4 \pm 1.69 \times 10^3$ and $7.92 \times 10^5 \pm 4.6 \times 10^3$) and a lower life in the shelf (18 days). The peroxide levels were below the limits indicators of their rancidity (0.3 and 10 mEq/kg). It's suggested the usage of the packages number 1 and 2 for the pork leg vacuum packaging. The mix of this process with the alternative and innovate packaging options for food it's a future goal to be implemented in the company.

Palabras clave:

Unidades formadoras de colonia, vida de anaquel, empaque al vacío

Key words

Colony forming units, shelf life, vacuum packaging

INTRODUCCIÓN

La carne es un alimento que por su composición química (proteínas, su pH y su disponibilidad de agua), además de su interacción con distintos factores ambientales, se ve expuesta a la oxidación lipídica, autocatálisis enzimática y, a su vez, se vuelve un medio de cultivo muy rico y propicio para el desarrollo microbiano que termina por afectar al alimento. Los fenómenos anteriores influyen considerablemente y de forma negativa sobre las características químicas, nutricionales, organolépticas; incrementando el riesgo de perder su inocuidad así como provocar pérdidas económicas relacionadas a la producción y consumo de los productos cárnicos dañados (Gould *et al.*, 1995).

El crecimiento microbiano y la producción de metabolitos secundarios afectan la calidad de los alimentos. Se ha visto que bacterias pertenecientes a la familia *Enterobacteriaceae* producen sulfuro de hidrógeno, sulfuro de metilo y sulfuro de dimetilo; bacterias del género *Clostridium* producen oxígeno y dióxido de carbono; *Brochothrix* sp produce acetoína y ácido acético, y los contaminantes aerobios producen amonio, ácido acético, butírico y propiónico influyendo de manera negativa en las propiedades de los alimentos (Gill y Greer, 1993; McMullen y Stiles, 1993).

La conservación y aumento de vida de anaquel se ha vuelto un reto para la industria alimenticia, ya que el potenciamiento de este atributo conlleva al aumento en la calidad de los alimentos así como en la seguridad del mismo desde el punto de la elaboración del producto terminado hasta su llegada al consumidor (in't Veld, 1996). Por lo anterior, el área de investigación se ha encaminado a la búsqueda de distintas alternativas para contrarrestar estos riesgos, aplicando métodos de investigación e implementando procedimientos muy deseados en la industria alimenticia para el cumplimiento de esos fines.

Una de las alternativas principales y más usadas en la industria cárnica es el empaçado al vacío, un procedimiento utilizado para prolongar la vida de anaquel de productos cárnicos (López, M. L. G. 2008). Dicho método consiste en quitar la totalidad del aire del interior del empaque con el fin de detener los microorganismos aerobios. Este tipo de envasado confiere las siguientes características (López- Hernández *et al.*, 2013):

- Menores pérdidas por evaporación
- Incremento en la vida de anaquel
- Eliminación por goteo y olores desagradables
- Reducción de espacio (empaque)
- Mayor posibilidad de inspección del producto.

La correcta selección de insumos es de vital importancia para las industrias. La inversión enfocada a los mismos, debe tener como prioridad obtener productos que generen los mayores rendimientos a un precio costeable, de manera que el costo final sea accesible para los consumidores. Por lo anterior, el presente estudio se enfoca en la evaluación del rendimiento de seis bolsas comerciales usadas para el empaçado al vacío de pierna de cerdo, midiendo la influencia de ellos sobre tiempo de vida de anaquel, población de flora microbiana y rancidez del producto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Empaque al vacío de pierna de puerco

Se evaluaron seis empaques comerciales termo-encogibles (enumerados del 1 al 6) utilizados en el envasado al vacío de carne de puerco. Para la obtención del empaque al vacío se colocaron 3kg de carne procedente de la pierna de puerco dentro del empaque para posteriormente ser llevado a la máquina de sellado al vacío. Se colocó la bolsa en la selladora acomodando e introduciendo las pestañas superiores en el canal de sellado cuidando que no quedaran expuestas. Las condiciones de sellado fueron fijadas en relación a las especificaciones de cada empaque, teniendo como factor común una temperatura de 5.5 °C. Las muestras fueron etiquetadas para su identificación en relación a las características del estudio. Se verificó el correcto empaque al vacío bajo los parámetros de calidad del procedimiento interno de la empresa. Posteriormente, las muestras fueron llevadas al laboratorio cuidando de ser transportadas a una temperatura no mayor a 4°C; ya en el laboratorio se realizaron las pruebas de durabilidad (análisis microbiológicos, químicos y sensoriales).

La totalidad de los ensayos se hicieron en un tiempo inicial y un tiempo final, por lo que se proporcionaron las muestras necesarias y con características similares de cada empaque para su realización.

Vida de anaquel

Para la determinación de la vida de anaquel se utilizó como referencia el método de prueba acelerada Q_{10} , descrito por Labuza y Fu (1993). Q_{10} es un factor de aceleración o proporcionalidad por el que se multiplica la constante de velocidad de una reacción (k ; $\Delta T/10$), cuando se incrementa en 10 °C la temperatura a la que se realiza la prueba. La ecuación utilizada para la prueba acelerada de vida de anaquel es la siguiente:

$$Q_{10}^{\Delta T/10} = F_1/F_2$$

- F_1 = Frecuencia de la temperatura alta
- F_2 = Frecuencia de la temperatura baja
- $\Delta T/10 = T_1 - T_2$

El resultado se dará en días de vida de anaquel, tomando en cuenta el tiempo al que el alimento presente cambios en relación al tiempo inicial.

Análisis microbiológico

Los análisis microbiológicos se realizaron en base a la metodología descrita en las normas oficiales mexicanas. Se realizó el análisis de mesófilos aerobios (NOM-092-SSA1-1994), coliformes totales (NOM-113-SSA1-1994), coliformes fecales (NOM-112-SSA1-1994), hongos y levaduras (NOM-111-SSA1-1994), *Staphylococcus aureus* (NOM-115-SSA1-1994) y la determinación de *Salmonella* spp (NOM-114-SSA1-1994).

Análisis de peróxido

Para la determinación de la oxidación de las grasas del alimento se realizó la determinación del índice de peróxido, el cual se fundamenta en la determinación de miliequivalentes de peróxido por kilogramo de muestra. El objetivo de esta prueba es determinar la rancidez de los alimentos midiendo el grado de oxidación de las grasas. Se considera rancio un alimento en el cual se determinan ≥ 20 mEq/kg de peróxido. La metodología se realizó tomando como referencia la norma NMX-F-154-1987.

Análisis sensoriales

El análisis sensorial de las muestras se basó en las características de los alimentos que pueden ser percibidas a través de los sentidos (gusto, tacto, vista, olfato, etc). En el presente estudio se analizó el olor, color, sabor y aspecto de las muestras. (Reséndiz- Cruz *et al.*, 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron los resultados de los análisis microbiológicos donde no se detectaron cuentas viables en los análisis para coliformes totales y fecales, hongos y levaduras, *S. aureus* y *Salmonella* sp; en cambio, si se presentaron unidades formadoras de colonia (UFC) en las cuentas de bacterias mesofílicas aerobias (Figura 1). Dicho fenómeno se presentó para ambos tiempos.

Al analizarse los tiempos iniciales se observó una mayor cantidad de mesofílicos desarrollados en las muestras del empaque 4 ($9.04 \times 10^4 \pm 1.69 \times 10^3$), además de ser significativamente diferente al resto de las cuentas de los demás empaques. Las cuentas iniciales registradas en los demás empaques fueron menores (1= $2.12 \times 10^4 \pm 1.3 \times 10^3$; 2= $1.92 \times 10^4 \pm 1.07 \times 10^3$; 3= $1.3 \times 10^4 \pm 1.17 \times 10^3$; 5= $1.8 \times 10^4 \pm 1 \times 10^3$; 6= $1.9 \times 10^4 \pm 1.2 \times 10^3$), además de no presentar diferencias significativas entre ellas.

Al analizar las cuentas en el período final se observó una mayor cantidad de UFC en el empaque 4 ($7.92 \times 10^5 \pm 4.6 \times 10^3$). Los empaques 3 ($2.84 \times 10^5 \pm 4 \times 10^3$), 5 ($4.56 \times 10^5 \pm 5.48 \times 10^3$) y 6 ($3.44 \times 10^5 \pm 3.6 \times 10^3$) presentaron cuentas bacterianas en el orden de magnitud de 10^5 , presentándose diferencia significativa entre dichas cuentas

Los empaques 1 ($3.89 \times 10^4 \pm 1.07 \times 10^3$) y 2 ($4.14 \times 10^4 \pm 1.2 \times 10^3$) fueron los que presentaron cantidades menores de UFC en la etapa final, significativamente menores a los empaques antes mencionados, sin presentar diferencias entre ellas.

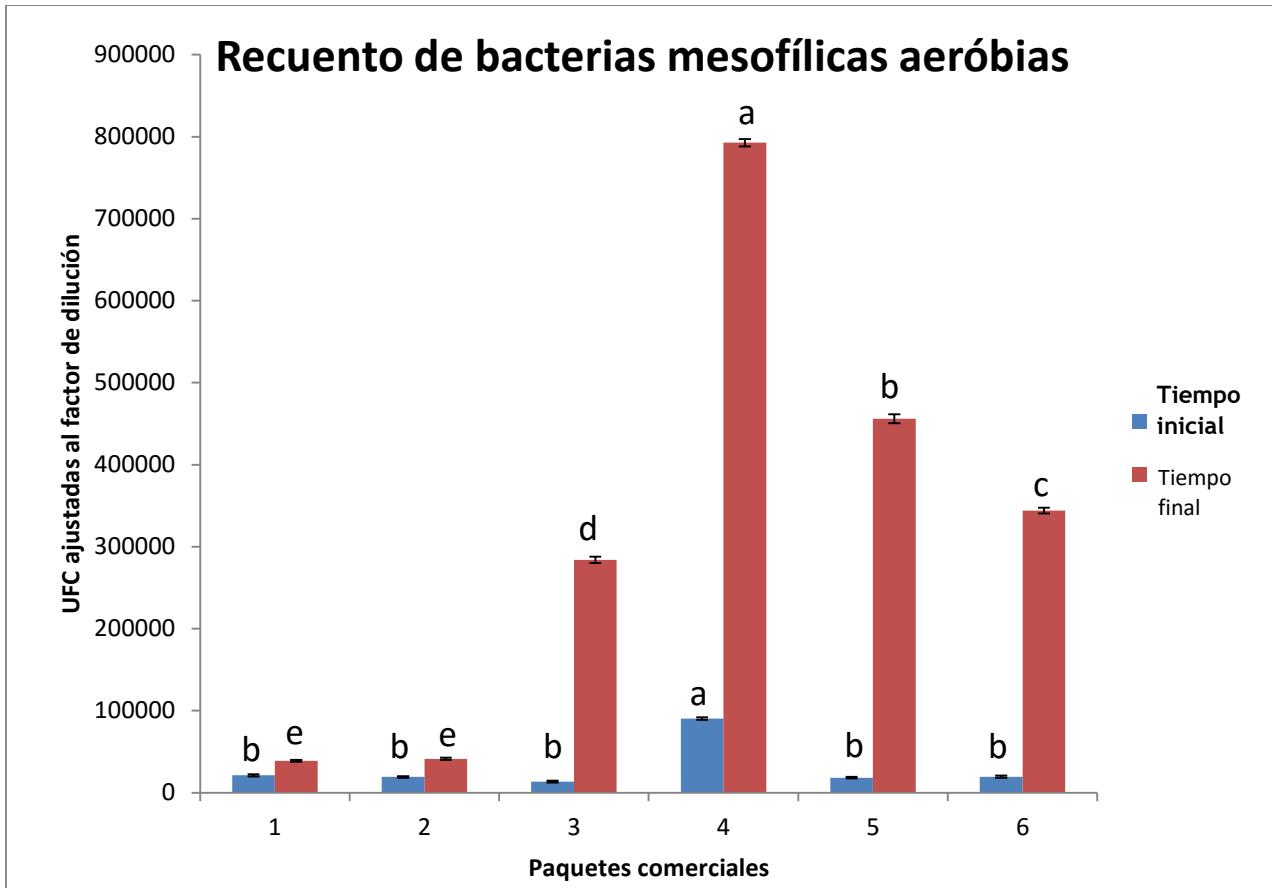


Figura 1. Cuentas microbianas de bacterias mesofílicas aerobias. En el gráfico se representan los promedios y desviación estándar de las UFC de bacterias mesofílicas aerobias. Las letras encima de cada barra representan los grupos que exponen las diferencias significativas entre los datos analizados.

El empaqueo al vacío es una alternativa de gran importancia para la preservación de los alimentos reduciendo al máximo la interacción del alimento con el oxígeno del aire evitando la oxidación del alimento y el desarrollo de microorganismos aerobios. En el presente estudio se evaluó la vida de anaquel de seis empaques obteniendo rendimientos máximos de 23 días (empaques 1 y 2) y 24 días (empaque 3). En un estudio realizado por Taylor y colaboradores (1990) se observó una mayor conservación de carne de res y puerco en muestras empaçadas al vacío, esto en comparación con muestras envasadas bajo atmósferas modificadas. Sin embargo, Existen distintos estudios donde la combinación de procedimientos de empaque y formulación de alimentos puede incrementar la vida de anaquel e incluso mejorar sus características fisicoquímicas. Hay estudios que se encaminan la combinación de técnicas y procedimientos; donde se ha visto incremento en la vida de anaquel de carne fresca de puerco hasta por siete semanas, después de una combinación de empaque al vacío y el uso de atmósferas modificadas (McMullen y Stiles, 1991; Nadon *et al.*, 2001). En un futuro se plantea direccionar la conjunción de estas tecnologías con el propósito de incrementar la vida de anaquel. Entre las alternativas disponibles se encuentran la combinación de empaques al vacío con luz pulsada, alta presión, campos eléctricos, irradiación y el uso de antimicrobianos

naturales (Holley y Patel, 2005). En el presente estudio se observaron cuentas microbianas en todas las muestras empaquetadas al vacío, sin embargo no hubo presencia de patógenos ni indicadores de contaminación fecal. Lo anterior sugiere que la utilización de empaques al vacío es un método útil y eficaz para la conservación de los alimentos protegiéndolos de la contaminación microbiana externa y retrasando la acción de la flora que pudiera estar presente, sin embargo, existe la posibilidad que el uso de ingredientes adicionales, o combinaciones de ellos, puedan potenciar el efecto de vida de anaquel así como sus propiedades organolépticas.

Por otra parte, la medición del índice de peróxido también se evaluó con fines de analizar la influencia del empaque sobre la oxidación lipídica y, por ende, sobre la rancidez del producto. Se considera la presencia de rancidez en un alimento cuando los valores registrados superan los 20mEq/ kg. Se observó la cantidad de peróxido en las muestras en su etapa inicial y final (Tabla I). El análisis realizado arrojó una cantidad de mEq de peróxido menor a 20 mEq/kg, considerando que todas las muestras presentaban un incremento en la oxidación de las grasas, sin embargo no excedieron los límites que determinan la rancidez. Se han realizado estudios donde se observa el efecto del empaçado al vacío sobre el índice de oxidación de lípidos. Hay metodologías que describen la acción sinérgica de agentes antioxidantes y este tipo de empaques. Gómez- Estaca y colaboradores (2007) realizaron un estudio donde combinaron la acción de un empaçado al vacío con quitosán, aceite esencial de orégano y aceite esencial de romero. Se encontró un efecto antioxidante producto de una combinación entre el uso de esas sustancias y el empaque al vacío, además de presentar actividad antimicrobiana. El empaçado al vacío protege al alimento de la oxidación al momento de reducir al máximo la interacción de aire con este, sin embargo, la combinación con otros ingredientes puede potenciar los efectos antioxidantes sobre el producto reduciendo aún más el riesgo de rancidez.

Tabla I. Índice de peróxido. La tabla describe los índices de peróxido para describir la rancidez de la muestra en el tiempo inicial y tiempo final de la prueba

Empaque	Inicial (mEq/kg)	Final (mEq/kg)
1	0.2	8.8
2	0.4	9.6
3	0.3	9.9
4	0.3	10
5	0.5	9.2
6	0.4	8.7

El análisis sensorial consistió en evaluar las características de las muestras, de manera que se pudiera establecer una descripción que nos permitiera identificar las diferencias existentes entre las muestras analizadas en su tiempo inicial y aquellas evaluadas en su tiempo final. Con el paso de los días, se presentaron distintos cambios en los alimentos sin embargo fueron muy parecidos los resultados de los distintos empaques. Características como olor, color, sabor y aspecto fueron analizadas encontrando diferencias puntuales entre las muestras (Tabla II).

Tabla II. Descripción de los aspectos evaluados en el ensayo sensorial. La tabla expone los resultados de la evaluación sensorial al momento inicial y final de la prueba. En la mayoría de los aspectos hay cambios puntuales y considerables entre las muestras iniciales y las finales.

Empaque	Vida de anaquel (días)	Olor		Sabor		Color		Aspecto	
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
1	23	Carac*	Des+	Carac*	Des+	Carac*	Carac*	Carac*	Des+
2	23	Carac*	Des+	Carac*	Des+	Carac*	Carac*	Carac*	Des+
3	24	Carac*	Des+	Carac*	Des+	Carac*	Carac*	Carac*	Des+
4	18	Carac*	Des+	Carac*	Des+	Carac*	Des+	Carac*	Des+; viscoso
5	21	Carac*	Des+	Carac*	Des+	Carac*	Pardo	Carac*	Des+; viscoso
6	21	Carac*	Des+	Carac*	Des+	Carac*	Pardo	Carac*	Des+

*= Característico

+ = Desagradable

El empaque al vacío consiste en introducir determinado alimento a un envase extrayendo el aire casi en su totalidad, reduciendo las cantidades de oxígeno disponible tanto para el metabolismo de los organismos aerobios como para la oxidación de las grasas. Sin embargo, la presencia residual de aire propicia el desarrollo de organismos y el efecto en la oxidación de los lípidos con el paso del tiempo. En el presente trabajo se observó un incremento del índice de peróxido entre la etapa inicial y la etapa final, sin embargo no sobre pasó los límites para determinar el alimento como rancio (NMX-F-154-1987). Si bien los resultados de rancidez no se presentaron, la acción lítica de los microorganismos sobre los componentes de la carne influyeron sobre las propiedades organolépticas de los alimentos (Ghaly *et al.*, 2010).

CONCLUSIONES

El empaque 4 presentó mayor crecimiento de bacterias mesofílicas, mayor índice de peróxido y menor tiempo de vida de anaquel resultando el empaque de menor rendimiento en relación a la preservación de la vida de anaquel del producto.

El empaque 3 fue el que obtuvo una mayor vida de anaquel, con 24 días. Por otra parte, los empaques 1 y 2 presentaron 23 días de vida de anaquel, pero al mismo tiempo presentaron un crecimiento de bacterias mesofílicas significativamente menor.

El índice de peróxido del empaque 6 fue el menor con 8.7 mEq/kg, se obtuvieron dos días más de vida de anaquel en comparación con el empaque 1. Este, además, presentó menor crecimiento de bacterias mesofílicas

Los empaques 1 y 2 se consideran los que presentan un mejor rendimiento tomando en cuenta el período de vida de anaquel, el índice de peróxido y más significativamente menor cantidad de UFC de bacterias mesofílicas aerobias.

Tendencias futuras

Se plantea enfocar los resultados de esta investigación a la búsqueda de la combinación ideal de procedimientos e ingredientes que permitan incrementar de manera considerable la vida de anaquel de nuestro producto. El enfoque a tendencias de nanotecnología, utilización de extractos de plantas como antioxidantes, antimicrobianos y potenciadores de sabor es un objetivo planteado a futuro.

REFERENCIAS

- Ghaly, A.E., D. Dave, S. Budge and M.S. Brooks. 2010. *Fish spoilage mechanisms and preservation techniques: Review*. Am. J. Applied Sci., 7: 846- 864, ISSN 1546-9239.
- Gill, C.O., Greer, G.G., 1993. *Enumeration and identification of meat spoilage bacteria*. Research Branch, Agriculture and Agri-Food Canada, Technical Bulletin 1993-8E. 24 pp.
- Gould, G. W., Abee, T., & Granum, P. E. 1995. *Physiology of food poisoning microorganisms and the major problems in food poisoning control*. International journal of food microbiology, 28(2), 121-128.
- Gómez-Estaca, J., Montero, P., Giménez, B., & Gómez-Guillén, M. C. 2007. *Effect of functional edible films and high pressure processing on microbial and oxidative spoilage in cold-smoked sardine (Sardina pilchardus)*. Food chemistry, 105(2), 511-520.
- Holley, R. A., & Patel, D. 2005. *Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials*. Food Microbiology, 22(4), 273-292.
- in't Veld, J. H. H. 1996. *Microbial and biochemical spoilage of foods: an overview*. International Journal of Food Microbiology, 33(1), 1-18.
- Labuza, TP, and Fu, B. 1993. *Growth kinetics for shelf-life prediction theory and practice*. J. Ind. Microbiol., 12, 309-323.
- López Hernández, L. H., Braña Varela, D., & Hernández Hernández, I. 2013. *Estimación de la vida de anaquel de la carne*.
- López, M. L. G. 2008. *Envasado a vacío y en atmósfera modificada y utilización potencial de los envases activos e inteligentes en la carne de aves*. In acc (p. 10).
- McMullen, L.M., Stiles, M.E., 1991. *Changes in microbial parameters and gas composition during modified atmosphere storage of fresh pork loin cuts*. Journal of Food Protection 54, 778–783.
- MEXICANA, N. O. NOM-092-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa. Diario Oficial de la Federación, 12, 6.
- MEXICANA, N. O. NOM-112-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable. Diario Oficial de la Federación. DV, 14, 19.
- Mexicana, N. O. NOM–114–SSA1–1994, bienes y servicios. Método para la determinación de Salmonella en alimentos.[Links].
- Mexicana, N. O. NOM-115-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Método para la determinación de Staphylococcus aureus en alimentos. Diario Oficial de la Federación, 504, 17-25.
- Nadon, C., Ismond, M.A.H., Holley, R.A., 2001. *Biogenic amines in vacuum packaged CO2-controlled atmosphere-packaged fresh pork stored at -1.5 °C*. Journal of Food Protection 64, 220– 227.
- Norma Oficial Mexicana, alimentos. 1987.NMX-F-154
- Reséndiz-Cruz, V., Ramírez-Bribiesca, E., & Guerrero-Legarreta, I. 2013. *Empaque para la conservación de carne y productos cárnicos*. AGRO.

Secretaría de Salud. Norma Oficial Mexicana NOM-113- SSA1-1994. Determinación de la cuenta de coliformes totales en placa. México (DF): SSA, 1994.

Taylor, A. A., Down, N. F., & Shaw, B. G. 1990. *A comparison of modified atmosphere and vacuum skin packing for the storage of red meats*. International journal of food science & technology, 25(1), 98