

PRODUCTOS REESTRUCTURADOS Y ENVASADOS AL VACÍO

*Magdalena Ramos**, Ramón Santos, Tatiana Beldarrain, Urselia Hernández, Margarita Nuñez de Villavicencio, Roger de Hombre y Frank Rodríguez

Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Carretera al Guatao km 3 ½, C.P. 19200, La Habana. Cuba.

E-mail: marlen@iiaa.edu.cu

Recibido: 23-03-2021 / Revisado: 02-04-2021 / Aceptado: 19-04-2021 / Publicado: 30-04-2021

RESUMEN

El objetivo fue determinar el tiempo de durabilidad de dos productos reestructurados envasados en bolsas al vacío. Se escogieron rollo de cerdo y rollo de res. Los rollos de carne son productos reestructurados de 60 mm de diámetro y 750 g de peso aproximadamente. La formulación y tecnología empleada para ambos productos fue la misma desarrollada con anterioridad por los autores. Las piezas se almacenaron en refrigeración de 2 a 4 °C hasta su caracterización físico-química, microbiológica y sensorial. Este experimento se realizó en 4 ocasiones. Los dos productos se envasaron al vacío en dos formas de presentación diferentes: enteros y rebanados. Como resultado del estudio, la durabilidad de los rollos de cerdo envasados enteros en bolsas al vacío fue de 52 días a temperaturas de refrigeración de 2 a 4 °C y HR 93 ± 5 %, mientras que los de res duraron 61 días. Los rollos de cerdo rebanados y envasados en bolsas al vacío duraron 14 días a temperaturas de refrigeración de 2 a 4 °C y HR 93 ± 5 % y los de res durante 21 días.

Palabras clave: reestructurado, textura, mermas, sensorial, higiene.

ABSTRACT

Restructured products vacuum packaged

The objective was to determine the shelf life of two restructured products packed in vacuum bags. Pork roll and beef roll were chosen. The meat rolls are restructured products of 60 mm in diameter and 750 g in weight approximately. The formulation and technology used for both products was the same as previously developed by the authors. The pieces were stored in refrigeration at 2 to 4 °C until their physical-chemical, microbiological and sensory characterization. This experiment was carried out 4 times. The two products were vacuum packed in two different presentation forms: whole and sliced. As a result of the study, the whole shelf life of pork rolls packed in vacuum bags was 52 days at refrigeration temperatures of 2 to 4 °C and RH 93 ± 5%, while those of beef lasted 61 days. The pork rolls sliced and packed in vacuum bags lasted 14 days at refrigeration temperatures of 2 to 4 °C and RH 93 ± 5% and the beef rolls for 21 days.

Keywords: restructured, texture, waste, losses, sensory.

INTRODUCCIÓN

El envasado al vacío es una de las tecnologías más difundidas para la comercialización a pequeña y gran escala de productos cárnicos. Su éxito radica en extender la durabilidad de los alimentos perecederos al combinarse con la refrigeración y el empleo de correctas prácticas de higiene, en estos productos, el potencial redox disminuye y por tanto predomina la flora microaerofílica (1).

***Magdalena Ramos-Sánchez:** Doctora en Medicina Veterinaria (U.H. 1976). Investigador Auxiliar, Master en Ciencia y Tecnología de los Alimentos (IFAL, 1998). Sus principales líneas de trabajo son tecnología de productos curados tradicionales y de alto rendimiento, obtención y aprovechamiento de carne y subproductos del sacrificio animal de diferentes especies, tecnología de productos conformados, embutidos, marinados y reestructurados, y en el desarrollo de productos cárnicos, de pescado de agua dulce, a base de vegetales y cereales, conformados o no.

La tecnología de elaboración de productos cárnicos reestructurados se basa en conformar productos valiosos con características estándar a partir de carnes de menor valor comercial, conservándose en estos los atributos fundamentales de los productos obtenidos a partir del músculo intacto (2, 3). Los productos cárnicos reestructurados pueden comercializarse en restaurantes, instalaciones hoteleras y hospitales prácticamente como desee el cliente, desde el punto de vista de contenido de grasa, forma y dimensiones de la porción. Esto representa una gran ventaja pues hace innecesaria la adquisición de equipamiento especializado en estas instituciones (4).

El deterioro que sufren estos productos es esencialmente microbiológico y la forma en que se expresa es mediante el cambio en su calidad sensorial. Los símbolos más frecuentes de deterioro son la aparición de untuosidad, decoloración, formación de gas, acidificación y enverdecimiento. En estos productos se pueden desarrollar los géneros *Lactobacillus spp.*, *Acinetobacter spp.*, *Achromobacter spp.*, *Corynebacterium spp.*, *Micrococcus* y *Leuconostoc spp.* así como Enterobacterias, coliformes y levaduras (5). Algunos autores informan la presencia de *Bronchothrix thermophacta* que altera el producto con menos población y más rápidamente que los lactobacilos. También se han encontrado patógenos como *Listeria monocytogenes* y *Clostridium botulinum* que son causantes de ETAs y por lo tanto tienen incidencia sobre la salud humana (6, 7).

Este trabajo tiene como objetivo determinar el tiempo de durabilidad de dos productos reestructurados envasados en bolsas al vacío.

MATERIALES Y METODOS

Preparación de las variantes

Para el trabajo se escogieron dos productos reestructurados: rollo de cerdo y rollo de res. Los rollos de carne son productos reestructurados de 60 mm de diámetro y 750 g de peso aproximadamente. La formulación y tecnología empleada para ambos productos fue la misma desarrollada con anterioridad por los autores (4, 8-9). Las formulaciones se realizaron una con base carne de cerdo de primera y la otra con base carne de res de primera. Los ingredientes de los productos se adicionaron en los porcentajes recomendados por la literatura consultada para este tipo de producto.

Se prepararon lotes de 20 kg cada uno. Las carnes se molieron por un disco precortador de 3 orificios en forma de riñón de 6 x 4 x 2,5 cm y cuchilla de dos brazos. Luego se pesaron, se envasaron en bandejas plásticas y se cubrieron con una película de cloruro de polivinilo estirable (vitafilm). Se mantuvieron en refrigeración entre 0 y 2 °C, de manera que en el momento de su utilización todas tuvieran la misma temperatura inicial.

Los ingredientes para cada producto se adicionaron de la siguiente manera: el tripolifosfato de sodio diluido en parte del agua, se mezcló durante 1 min con la carne, luego la sal común, el eritorbato de sodio y las especias. El mezclado se realizó en una mezcladora marca Emperor 20 tipo PKB (EE.UU.) de 20 kg de capacidad a 100 ciclos/min, tratando de que todos los ingredientes quedaran correctamente distribuidos.

Los productos se embutieron en tripas de celulosa de 60 mm de diámetro en una embutidora al vacío de la firma KS (Alemania), adecuadamente identificadas. Las piezas se almacenaron en refrigeración de 2 a 4 °C hasta su caracterización físico-química, microbiológica y sensorial. Este experimento se realizó en cuatro ocasiones. Los dos productos se envasaron al vacío en dos formas de presentación diferentes: enteros y rebanados.

Caracterización del material de envase

Para el envasado de los productos se emplearon bolsas de 30 x 40 cm. La película que conforma las bolsas empleadas en este trabajo se identificaron para determinar el número de capas y el polímero plástico que las compone a través de la prueba de disolución en solvente orgánico e inorgánico. Se les determinó el peso base y el espesor a cada una de las capas (10), al igual que la permeabilidad al vapor de agua y al oxígeno al material compuesto (11) y la resistencia al sellado térmico de los tres cierres que conforman la bolsa, así como del cierre en el momento de envasarse al vacío el producto.

Estudio de durabilidad de los productos

Para el estudio de durabilidad se tomó como criterio de rechazo la evaluación sensorial. Se tomaron 20 muestras de cada uno de los rollos: rollo de cerdo y rollo de res, que se envasaron al vacío en las bolsas a razón de 3 unidades por bolsa, se almacenaron entre 2 y 4 °C y

humedad relativa del 93 ± 5 %. Esta operación se realizó a cuatro lotes diferentes de cada tipo. Durante el estudio de durabilidad se realizaron determinaciones microbiológicas, sensoriales y de pH cada 15 días.

Con el objetivo de definir cómo se comporta el producto luego de dividirlo en porciones, las piezas se congelaron durante 72 horas (para conservar la forma de la porción y facilitar la operación de rebanado). Al cabo de este tiempo, los productos se rebanaron en porciones de 15 mm de espesor que se envasaron al vacío a razón de 10 rebanadas por bolsa. Se almacenaron entre 2 y 4 °C y HR 93 ± 5 %. Esta operación se realizó a cuatro lotes diferentes de cada variante. Durante el estudio se hicieron determinaciones microbiológicas, sensoriales y de pH semanalmente.

Evaluaciones realizadas durante el estudio de durabilidad

Inmediatamente después de elaboradas las variantes, se llevaron a cabo los análisis microbiológicos para determinar el conteo total de aerobios mesófilos (CTAM) (12), conteo de coliformes fecales (CCF) y totales (CC) (13), conteo de Enterobacterias totales (CE) (AVRB, 37 °C, 18 a 24 h), conteo de hongos (CH) y levaduras totales (CL) (14). Todos los valores se informaron como log 10 de las UFC/g.

Para evaluar la calidad físico-química del producto recién obtenido, se realizaron determinaciones de cenizas (15), humedad (16), proteína (17), grasa (18), cloruro de sodio (19) y valor de pH (20).

La evaluación sensorial de los productos recién obtenidos se realizó empleando una escala de calidad por atributos analizando la textura, el aspecto y el sabor mediante una escala de siete puntos (1 pésimo- 7 excelente). Las muestras se codificaron con números aleatorios de tres cifras. Para su presentación el producto entero se cocinaba al vapor hasta alcanzar 70 °C en su interior, temperatura suficiente para garantizar la calidad higiénica del producto.

Durante el estudio de durabilidad las determinaciones se realizaron al inicio y con una periodicidad de quince días para las variantes enteras y semanalmente para las variantes rebanadas. A las mismas se les determinó el pH (20) así como la calidad microbiológica a través del conteo total de aerobios mesófilos (CTAM) (12),

conteo de coliformes fecales (CCF) y totales (CC) (13), conteo de enterobacterias totales (CE) (AVRB, 37 °C, 18 a 24 h), conteo de hongos (CH) y levaduras totales (CL) (14).

Las evaluaciones sensoriales durante el estudio de durabilidad se realizaron mediante una prueba de aceptación-rechazo por una comisión de catadores adiestrados de 10 a 15 miembros, todos ellos trabajadores e investigadores relacionados con la producción, investigación y evaluación de la carne y productos cárnicos, para analizar y evaluar la calidad general del producto. Las muestras se codificaron con números aleatorios de tres cifras. Para su presentación, el producto entero se cocinaba al vapor hasta alcanzar 70 °C en su interior, temperatura suficiente para garantizar la calidad higiénica del producto. En el caso de los productos rebanados, las lonchas se frieron (método más aceptado por los consumidores cubanos para la cocción de los bistecs) en grupos de siete unidades entre 120 y 130 °C, durante 4 min por cada lado, tiempo necesario para que alcancen 70 °C en su interior (4)

Para calificar la muestra como aceptable o rechazable los catadores tuvieron en cuenta cambios en el color, el olor, el sabor y la textura del producto almacenado, así como el enmohecimiento superficial y cualquier otro cambio de deterioro ostensible en las muestras. Si marcaban la muestra como rechazable debían indicar en que consistía el deterioro apreciado, para poder tener conocimiento de la vía de deterioro que se manifestaba.

A los valores obtenidos en la caracterización tanto de los productos como del material de envase, se les calculó la media y la desviación estándar. Para la evaluación de la durabilidad se tomó como criterio de fracaso la coincidencia en este dictamen del número mínimo significativo de jueces dado por una distribución binomial con $p = 0,01$. Los resultados obtenidos se procesaron como datos incompletos de fracaso por el método de ploteo de riesgos, admitiendo 5 % de unidades deterioradas (21, 22).

RESULTADOS Y DISCUSION

La caracterización de los productos recién obtenidos aportó resultados favorables. La Tabla 1 muestra las medias de las evaluaciones físico y químicas de los productos, así como datos aportados para otros productos reestructurados. Como se puede observar la humedad

del producto de cerdo es de 75,4 y el de res 76,8 %, semejantes a los valores reportados para filete reestructurado elaborado con músculos sometidos a una limpieza extrema. Los valores de proteína son elevados, mayores del 20 % para ambos productos (23).

Las variantes se caracterizaron por su bajo porcentaje en grasa (1,6 % para el cerdo y 0,5 % para la res). Los valores de grasa más elevados en el rollo de cerdo podrían deberse a que a pesar de someter la carne a una limpieza intensiva, el músculo de este animal tiene mayor cantidad de grasa entreverada. Sin embargo, estos datos no concuerdan con lo reportado por otros investigadores para los músculos *Semitendinosus* y *Longissimus dorsi* de la res (25). Esta característica es importante ya que las variantes pueden ser consumidas por sectores más amplios de la población (recordemos que la tendencia a escala mundial es hacia el consumo de menos grasas).

Los valores medios del pH del producto fueron de 6,1 para el producto de cerdo y de 5,7 para el de res. En todos los casos dentro del rango establecido en la literatura como óptimo para desarrollar las propiedades

funcionales en la proteína cárnica. Se ha observado que la gelificación es óptima a valores de pH entre 5,5 y 6,2. Si esta propiedad es menor que 5,5 o mayor que 6,2 disminuye notablemente la capacidad funcional de las proteínas (2, 3). Este parámetro en unión con la fuerza iónica del medio son elementos de fuerte repercusión en el desarrollo de la capacidad ligante entre las porciones cárnicas. Las carnes reestructuradas son productos cuya elaboración requiere de una gran manipulación, y es por esta razón que las posibilidades de contaminación son elevadas (2, 3).

Como se puede observar en la Tabla 2, la carne fresca posee conteos superiores a los del producto. Se debe destacar que la carne fresca picada es susceptible al crecimiento microbiano debido a que durante la operación de molinado se destruye su estructura y los microorganismos pueden usar el plasma muscular (rico en nutrientes), aumenta la cantidad de agua disponible mejorando la actividad enzimática de la microbiota por lo que la acción sobre las sustancias aumenta, descomponiéndose con celeridad. Debido a esto, en la calidad del producto final influye la de la materia prima cárnica a moler (26).

Tabla 1. Resultados medios de las evaluaciones físico-químicas de los productos crudos (n = 4)

Producto	Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	NaCl (%)	Cenizas (%)	pH
Rollo de cerdo	75,4 (1,8)	21,2 (1,4)	1,6 (0,2)	1,3 (0,1)	1,7 (0,3)	6,1 (0,1)
Rollo de res	76,8 (1,2)	22,0 (2,5)	0,5 (0,0)	0,8 (0,0)	1,9 (0,3)	5,7 (0,1)
Filete ¹	67,8	27,5	1,5	1,3	3,2	6,2
Bistec reestructurado ²	75,9	21,0	0,5	0,7	1,2	6,1
<i>Semitendinosus</i> ³	75,1	22,1	3,0	-	-	-
<i>Longissimus dorsi</i> (rib end) ³	73,4	22,3	5,0	-	-	-
<i>Longissimus dorsi</i> (loin end) ³	72,5	21,4	5,6	-	-	-

(): desviación estándar, ¹según ref. 23, ²según ref. 24, ³según ref. 25.

Tabla 2. Resultados medios de las evaluaciones microbiológicas realizadas a las materias primas cárnicas así como a los productos (log₁₀ UFC/g)

Análisis	Carne de cerdo	Carne de res	Rollo de cerdo	Rollo de res
CTAM	5,8	5,5	5,0	4,7
CE	2,7	2,5	2,5	2,5
CC	2,5	2,2	2,2	3,0
CL	4,3	3,6	3,6	3,9

Algunos investigadores informaron valores entre $4,9 \times 10^4$ y $6,5 \times 10^4$ UFC/g para el conteo total de aerobios mesófilos (CTAM) de la carne molida (27). En nuestro caso el CTAM de la carne molida fue superior a 10^4 UFC/g. Este conteo, aunque pudiera parecer elevado, se considera bueno para la carne fresca (28). Luego de la preparación del producto, los conteos disminuyeron. Esto podría deberse al efecto de la sal común sobre la microbiota (29, 30). La carne fresca molida y las variantes crudas tuvieron conteos de enterobacterias (CE), coliformes (CC) y levaduras dentro de los límites normales (28). Además, estuvieron exentas de hongos y coliformes fecales lo cual avala su calidad sanitaria.

La Tabla 3 muestra los resultados de las evaluaciones sensoriales realizadas a los cuatro lotes estudiados. La cocción en este caso se realizó a lonchas de 15 mm de espesor, que fueron obtenidas de cada producto en su estado crudo (semicongelado a -4°C).

Las calificaciones de los atributos aspecto, color y sabor estuvieron entre 6 (muy bueno) y 7 (excelente). Mientras que los atributos de jugosidad y cohesividad estuvieron en el valor óptimo (4 y 3 respectivamente), es de destacar que los catadores notaron más jugoso al rollo de cerdo y esto podría deberse a la cantidad de grasa entreverada que tiene esta especie de carne. En el caso del atributo textura, estuvieron entre 4 (ligera-mente tierno) y 5 (óptimo).

Resultados de la caracterización del material de envase

El envase de la carne reestructurada debe preservar el color rojo brillante de la carne fresca, debe prevenir la pérdida de humedad así como la contaminación

bacteriana y la captación de olores y sabores extraños. La Tabla 4 presenta el peso base y el espesor de cada una de las capas. Estas características de las bolsas es importante si tomamos en consideración que las películas empleadas tienen que combinar una resistencia alta al vapor de agua y los gases, los cierres deben ser perfectos y con buena resistencia mecánica para poder obtener productos deseados e inocuos. La película compleja por la que está conformada la bolsa, está compuesta por tres capas: una externa de poliamida, la interna y externa de polietileno de baja densidad.

La Tabla 5 informa los valores de permeabilidad de la película compleja y de resistencia al sellado térmico de las bolsas. El valor de permeabilidad al oxígeno determinado a la película compleja se considera aceptable para materiales empleados en el envasado al vacío, lo que se debe fundamentalmente a la presencia de la capa de poliamida, cuyo polímero presenta entrecruzamiento en sus cadenas carbonílicas, lo que dificulta la transferencia a los gases y, por ende, su permeabilidad, esto está en función del espesor de la película. La baja permeabilidad al vapor de agua está dada por la doble capa de polietileno de baja densidad. Esta película también presenta excelentes características al sellado térmico, que unido al espesor empleado garantizan una buena hermeticidad, esto se corrobora con los resultados de resistencia al sellado obtenidos en ambos cierres, los cuales concuerdan con la literatura consultada (1).

Resultados del estudio de durabilidad de las variantes enteras

Durante el estudio de durabilidad se produjo una reducción del pH en ambos productos, esto es totalmente lógico si tomamos en cuenta que la muerte de estos productos en el momento del rechazo, fue por acidificación de

Tabla 3. Resultados medios de la evaluación sensorial de los productos en estudio (n = 4)

Producto	Aspecto	Textura	Sabor	Jugosidad	Cohesividad	Color
Rollo de cerdo	6,2	4,5	6,5	4,8	3,2	6,0
Rollo de res	6,5	4,3	6,3	4,4	3,2	6,2

Tabla 4. Peso base y espesor de las capas que componen la película compleja (n = 10)

Índice	Capa externa	Capa intermedia	Capa interna
Peso base (g/m^2)	19,2 (1,3)	3,9 (0,5)	46,2 (2,8)
Espesor (μ)	22,4 (0,9)	11,0 (2,2)	77,3 (2,1)

(): desviación estándar.

Tabla 5. Permeabilidad al vapor de agua y al oxígeno y resistencia al sellado térmico de las bolsas

Índice	Valor medio	Desv. estándar
Permeabilidad al vapor de agua (g/m ² d) a 23 °C y 85 % HR	2,9	0,6
Permeabilidad a los gases (cm ³ / m ² d) a 25 °C	42,2	3,2
Resistencia al sellado térmico (N/15 mm)		
Sellado térmico de tres lados de la bolsa (selladora de fábrica)	22,1	1,1
Sellado térmico cierre de la bolsa (envasado al vacío manual)	17,9	1,0

las muestras evaluadas (Fig. 1). A lo largo del estudio de vida de anaquel de los productos, los conteos microbianos aumentaron (Fig. 2 y 3). Al final del estudio, los valores del CTAM estaban en siete unidades logarítmicas. Si tomamos en cuenta que sobre las siete unidades log del CTAM se hacen evidentes los signos de descomposición de estos productos, este resultado es totalmente lógico y esperado (31).

En el caso de los conteos de enterobacterias y coliformes, los valores aumentaron y al final del estudio estuvieron en el orden de tres unidades log, encontrándose dentro de los límites permitidos. Esto corrobora la importancia de aplicar las buenas prácticas a la hora de elaborar productos cárnicos, sobre todo si tomamos en consideración que estos productos no tienen ningún tratamiento térmico. Las variantes desarrolladas tuvieron conteos de 4 unidades logarítmicas de levaduras y aunque los jueces rechazaron los productos, los conteos de coliformes fecales así como de hongos fueron de una unidad logarítmica. Es importan-

te señalar que la combinación del empleo del envasado al vacío a una buena higiene durante el envasado contribuye a elevar la durabilidad del producto en refrigeración.

En cuanto a los resultados obtenidos en las pruebas de aceptación-rechazo (Tabla 6), entre los 70 y los 80 días, los catadores comenzaron a rechazar los productos y hacían referencia a la aparición de un sabor ácido atípico producido, al parecer, por bacterias ácido lácticas que se desarrollan en este tipo de producto. La prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov indicó en todos los casos que la distribución probabilística de los tiempos de fallos pudo ser descrita por la «Ley de Weibull», tomando el límite inferior para un percentil del 5 % el rollo de cerdo tuvo una durabilidad de 52 días mientras que la del rollo de res fue de 61 días.

Resultados del estudio de durabilidad de las variantes rebanadas

El rebanado de los productos siempre reduce la durabilidad de los mismos con respecto al producto entero. Muchos investigadores recomiendan el empleo

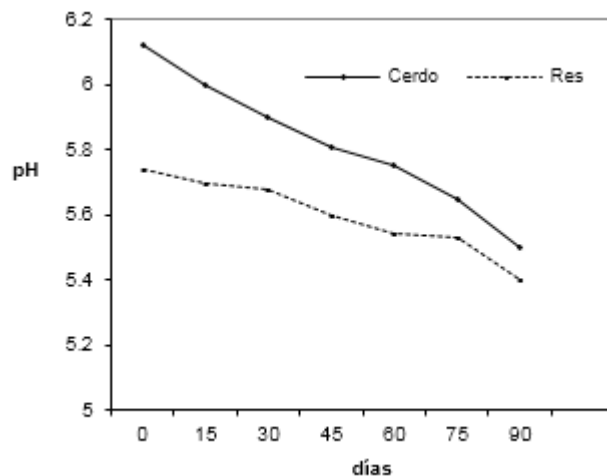


Fig. 1. Variación del pH de los productos durante el almacenamiento.

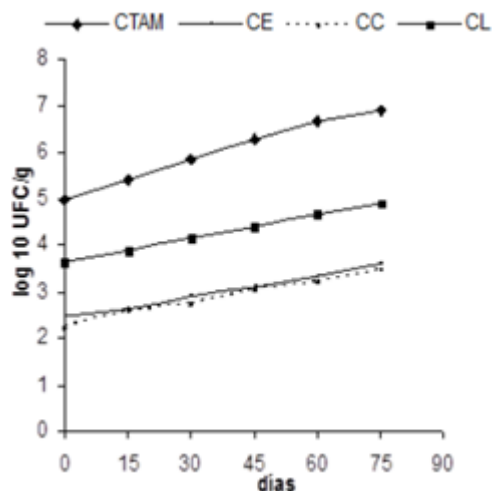


Fig. 2. Variaciones de los conteos microbianos durante el estudio de durabilidad de las variantes enteras de cerdo ($T = 2$ a 4 °C y $HR = 93 \pm 5$ %).

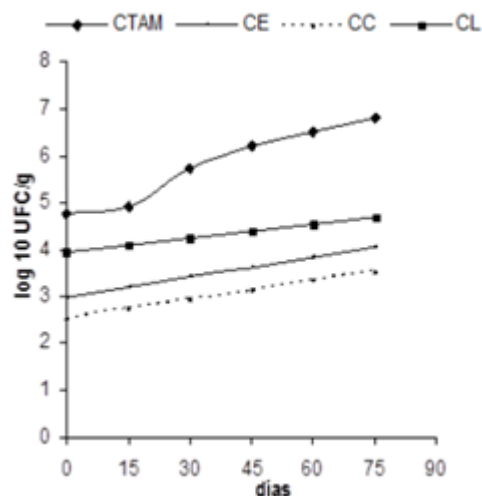


Fig. 3. Variaciones de los conteos microbianos durante el estudio de durabilidad de las variantes enteras de res ($T = 2$ a 4 °C y $HR = 93 \pm 5$ %).

Tabla 6. Tiempo de durabilidad (d). Valores del percentil 5 % para las piezas enteras ($n = 4$)

Producto	Valor medio	Límite inferior	Límite superior
Rollo de cerdo	56,1	52,3	60,0
Rollo de res	66,5	61,0	70,3

de salas blancas para esta etapa del proceso productivo. Es muy conocida la bondad que ofrecen las condiciones de vacío para el aumento de la durabilidad de estos productos, sin embargo, esta efectividad no es universal ya que se desarrollan microorganismos que si bien no constituyen un problema para la salud, sí afectan sensorialmente el producto. La Tabla 7 muestra los resultados obtenidos en la prueba de aceptación-rechazo de los productos empacados al vacío. Como puede observarse, en estas condiciones, para un percentil del 5 % y tomando, para mayor seguridad, el límite inferior, la vida de anaquel del producto de cerdo fue de 14 días mientras que para el producto de res fue de 21 días. Los catadores rechazaron ambos productos debido a la aparición de un sabor ácido atípico en ellos.

En el caso del producto de cerdo, los catadores observaron, además, la aparición de una coloración verdosa atípica. Esto podría deberse al pH al inicio del estudio (6,1) ya que se ha observado que cuando se parte de carnes con un pH superior a 5,9 se produce SH_2 debido a la presencia de las bacterias presentes en la carne. Este comportamiento, fue observado por otros investigadores a las tres semanas aproximadamente bajo otras condiciones, pero similares a las nuestras (1). Los resultados obtenidos concuerdan con los reportados en otros estudios, informando que bajo condiciones de vacío, la carne de cerdo presentó una vida de anaquel o durabilidad de dos semanas a 1 °C, mientras para la res fue de 2,5 a 3 semanas (1).

Tabla 7. Tiempo de durabilidad (d). Valores del percentil 5 % para rollos almacenados al vacío ($n = 4$)

Producto	Valor medio	Límite inferior	Límite superior
Rollo de cerdo	17,8	14,7	21,5
Rollo de res	24,8	21,7	28,5

Las Fig. 4 y 5 muestran los resultados microbiológicos obtenidos para los rollos de cerdo y res respectivamente, envasados en bolsas al vacío. Como puede observarse ya a los 30 días los conteos son elevados (mayores de siete unidades logarítmicas).

Con respecto a la seguridad de este producto envasado al vacío y referente al desarrollo de microorganismos patógenos, hay que tener en cuenta que los productos cárnicos reestructurados no tienen que poseer un tratamiento térmico previo, por lo que es de vital importancia extremar las medidas higiénico-sanitarias así como trabajar en condiciones óptimas, incluyendo el control de la temperatura de la sala de empaque a fin de que la acción sinérgica de todas las barreras minimicen la aparición de microorganismos indeseables.

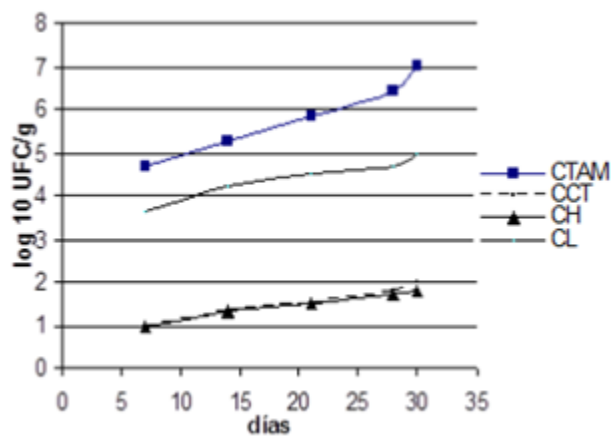


Fig. 4. Variaciones de los conteos microbianos para los rollos de cerdo durante almacenamiento refrigerado para condiciones de vacío.

La seguridad y calidad de este producto almacenado en estas condiciones dependerá de las características iniciales del producto, tales como su composición, sus propiedades organolépticas y sobre todo la calidad microbiológica de las materias primas. Estas dependen, además, de las operaciones de envasado, cuyo éxito está vinculado a las propiedades del material de envase, la eficiencia en conseguir el vacío deseado y la integridad del envase, así como de las condiciones y del control de la temperatura de almacenamiento-distribución de los productos y particularmente la higiene en todas las etapas del proceso productivo.

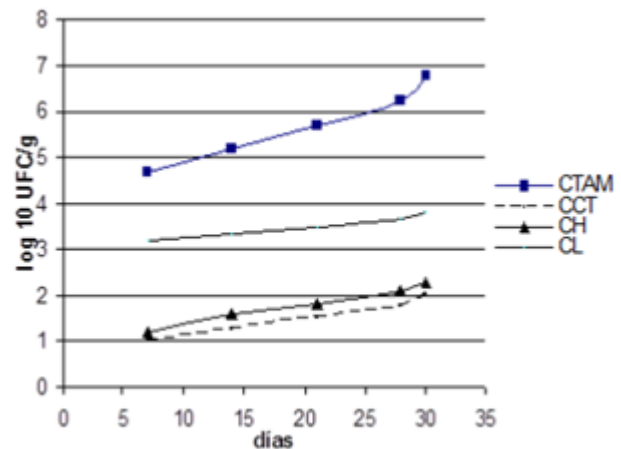


Fig. 5. Variaciones de los conteos microbianos para los rollos de res durante almacenamiento refrigerado para condiciones de vacío.

CONCLUSIONES

Los rollos de cerdo envasados enteros en bolsas al vacío tuvieron una durabilidad de 52 días a temperaturas de refrigeración de 2 a 4 °C y HR 93 ± 5 % y de 61 días los rollos de res enteros en igualdad de condiciones. La durabilidad de los rollos de cerdo rebanados y envasados en bolsas al vacío fue de 14 días a temperaturas de refrigeración de 2 a 4 °C y HR 93 ± 5 % y de 21 días los rollos de res rebanados en igualdad de condiciones.

REFERENCIAS

1. Beldarraín T. Desarrollo de rollos de carne reestructurada económico y duradero (tesis de maestría). La Habana: Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana; 2006.
2. Cambero MI, López MO, De la Hoz L, Ordoñez JA. Carnes reestructuradas I. Composición y fenómenos de ligazón. *Agroquím Tecnol Alim* 1991; 31(3):293-308.
3. Cambero MI, López MD, García de Fernando GD, De la Hoz L, Ordoñez JA. Carnes reestructuradas II. Proceso de elaboración y comercialización. *Agroquím Tecnol Alim* 1991; 31(4):447-58.
4. Ramos M, Beldarraín T, Santos R, Leyva A, Nuñez de Villavicencio M. Uso de ligantes en la elaboración de rollos de carne reestructurada. Caracterización física, química y sensorial. *La Industria Cárnica Latinoamericana* 2003; 130:28-32.
5. Herrera H. Durabilidad de productos cárnicos (tesis de maestría). La Habana: Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana; 1998.
6. Holy AV, Franz C, Dyles G. The microbiology of vacuum packaged processed meat spoilage. *Food Industries* 1995; 48:16-22.
7. Martínez N. *Listeria monocytogenes*. En *Agentes patógenos transmitidos por alimentos* Vol. 1. Ed por Torres Vitela, M. R. Universidad de Guadalajara, México; 1999.
8. Beldarraín T. Efecto de diferentes ligantes sobre la calidad de rollos de carne reestructurada (tesis de especialista en carne). La Habana: Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia; 1999.
9. Ramos M, Santos R, Beldarraín T. Pérdidas por cocción de rollos de carne de res reestructurada. *Cienc Tecnol Alim* 2017; 27(2):60-8.
10. NC 30 – 37. Método de ensayo. Determinación del peso base y espesor de películas plásticas. Cuba; 1984.
11. NC ISO 2825. Método de ensayo. Método gravimétrico para determinar la permeabilidad al vapor de agua y al oxígeno (VTVA). Cuba; 2010.
12. NC 4833. Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Guía general para la enumeración de microorganismos. Técnica de placa vertida a 30 °C. Cuba; 2011.
13. NC 4832. Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Guía general para la enumeración de coliformes. Técnica de placa vertida. Cuba; 2010.
14. NC 1004. Microbiología de alimentos de consumo humano y animal — guía general para la enumeración de levaduras y mohos — técnica a 25 °C. Cuba; 2016.
15. NC ISO 936. Carne y productos cárnicos. Determinación de ceniza total. Cuba; 2006.
16. NC ISO 1442. Carne y productos cárnicos. Determinación del contenido de humedad: Método de referencia. Cuba; 2002.
17. NC-ISO 937. Carne y productos cárnicos. Determinación del contenido de nitrógeno. Método de referencia. Cuba; 2006.
18. NC-ISO 1443. Carne y productos cárnicos-determinación del contenido de grasa total. Cuba; 2004.
19. NC-ISO 1841-1. Carne y productos cárnicos. Determinación del contenido de cloruro - parte 1: método de Volhard. Cuba; 2004.
20. NC-ISO 2917. Carne y productos cárnicos. Medición del pH. Método de referencia. Cuba; 2004.
21. Andújar G, Herrera H. The distribution of failure data for meat products. En: *Proceeding 33th European Meeting of Meat Research Workers*, Vol. II, 8:14. Finlandia, Helsinki; 1987 Agosto 12-16. pp. 396-8.
22. Cantillo J, Fernández C, Nuñez de Villavicencio M. Durabilidad de los Alimentos. *Métodos de Estimación*. La Habana; 1994.
23. Ramos M. Desarrollo de una tecnología para elaborar filete reestructurado (tesis de maestría). La Habana: Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de la Habana; 1998.
24. Cambet A. Empleo de la proteína aislada de soya en la elaboración de un bistec reestructurado. (tesis de especialidad). La Habana: Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia; 1999.
25. Browning MA, Huffman DL, Egbert WR, Junst SB. Physical and compositional characteristics of beef carcasses selected for leanness. *J Food Sci* 1990; 55 (1):9-13.
26. Ingram M, Simonsen B. Carne y productos cárnicos. En: *Ecología microbiana de los alimentos* Vol II. Ed ICMSF Zaragoza-España: Acribia; 1980. pp. 333-72.
27. Alarcón AD, Corrales J, Ortega J. Utilización de músculos de res de valor económico bajo en la elaboración de un bistec reestructurado. *La Industria Cárnica Latinoamericana* 1996; 104:43-46.
28. Roca M, Valladares C. Control microbiológico de la Industria Cárnica en Cuba. La Habana: Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia; 1986.
29. Means WJ, Clarke AD, Sofos JN, Schmidt GS. Binding, sensory and storage properties of algin/calcium structured beef steaks. *J Food Sci* 1987; 52: 252-8.
30. Means WJ, Clarke AD, Sofos JN, Schmidt GS. Binding, sensory and storage characteristics of restructured beef steaks with selected binders and not meat adjuncts. *J Muscle Foods* 1987; 3:301-9.
31. Von Specht M, Benassi F, Zubreski E, Leardini N. Microorganismos psicrófilos alterativos y *Pseudomonas* en canales evisceradas refrigeradas en una planta procesadora de pollos de Posadas-Misiones. *La Industria Cárnica Latinoamericana* 1997; 108:41-4.