



FACULTAD DE POSGRADOS

ESTUDIO DE LA INCIDENCIA DE DOS TIPOS DE EMPAQUES PRIMARIOS
EN EL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE UN SNACK CÁRNICO TIPO BEEF JERKY

Autora

Liz Estefany Jarrín Moreira

Año
2018



FACULTAD DE POSGRADOS

ESTUDIO DE LA INCIDENCIA DE DOS TIPOS DE EMPAQUES PRIMARIOS
EN EL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE UN SNACK CÁRNICO TIPO *BEEF JERKY*

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de: Magister en Agroindustria con Mención
en Calidad y Seguridad Alimentaria

Profesor Guía

MSc. Ricardo Javier Aguirre Jaramillo

Autora

Liz Estefany Jarrín Moreira

Año

2018

Declaración Profesor Guía

"Declaro haber dirigido el trabajo, ESTUDIO DE LA INCIDENCIA DE DOS TIPOS DE EMPAQUES PRIMARIOS EN EL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE UN SNACK CÁRNICO TIPO *BEEF JERKY*, a través de reuniones periódicas con la estudiante Liz Estefany Jarrín Moreira, en el último semestre, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

Ricardo Javier Aguirre Jaramillo

Master en Desarrollo e Innovación de Alimentos

C.C. 1712729829

Declaración Profesor Corrector

"Declaro haber revisado este trabajo, ESTUDIO DE LA INCIDENCIA DE DOS TIPOS DE EMPAQUES PRIMARIOS EN EL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE UN SNACK CÁRNICO TIPO *BEEF JERKY*, en el último semestre, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

Milene Fernanda Díaz Basantes

Máster En Ingeniería De Los Procesos Biotecnológicos

C.C. 1711274066

Declaración autoría del estudiante

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

Liz Estefany Jarrín Moreira

C.C 1710688787

Resumen

Muchos factores contribuyen al aumento de pérdidas y desperdicio de alimentos, incluyendo la incorrecta interpretación del etiquetado por parte de los consumidores, la falta de estudios sobre el verdadero tiempo de vida útil de los productos y el inapropiado uso de empaques. El presente estudio tiene como objetivo evaluar la incidencia de dos materiales de empaques primarios BOPP MATE/BOPP METAL/PEBD TRANSPARENTE y PAPEL KRAFT/BOPP METAL/PEBD TRANSPARENTE en la vida útil del snack cárnico tipo *Beef Jerky*.

Las variables de respuesta utilizadas fueron fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales, para valorar las propiedades de permeabilidad de los empaques. Para evaluar la variación de la calidad del snack se empleó un modelo de análisis de diseño experimental de bloques completamente al azar con arreglo factorial 3^2 . Para el estudio de vida útil se almacenó el producto en cada empaque a temperaturas de 4°C, 18°C y 40°C y los cortes de tiempo fueron a partir del día 0, 15, 35. Los análisis microbiológicos presentaron ausencia tanto para *E. coli* y *Salmonella spp.* Con respecto a la proliferación de mohos y levaduras existió una diferencia estadísticamente significativa entre los tiempos y temperaturas bajo los cuales se condujo el estudio de vida útil, más no entre los tipos de empaques evaluados.

En cuanto a la determinación de proteína no se evidenció variación entre los diferentes materiales de empaque primario; sin embargo la humedad fue la única variable de respuesta que presentó diferencia estadística con respecto al tipo de empaque, siendo el BOPP MATE/BOPP METAL/PEBD TRANSPARENTE el material que proporcionó la mejor barrera a la humedad y permitió conservar por mayor tiempo la textura del snack, obteniendo una vida útil de 90 días, mientras que el material de empaque primario PET que se usó como testigo solo protegía al producto por 30 días.

Palabras claves: *Beef Jerky*, vida útil, empaque flexible, PET, BOPP, Kraft.

Abstract

Some factors contribute to increase the losses and waste of food, including the incorrect interpretation of the package label by the consumers, the lack of studies about the shelf life of the products and the inappropriate use of the package. The aim of this study is evaluate the incidence of two primary packages materials, BOPP MATE/ BOPP METAL/TRANSPARENT PEBD and PAPER KRAFT/BOPP METAL/TRANSPARENT PEBD in the shelf life of a *Beef Jerky* snack.

The response variables to rate the permeability properties of the packages were physicochemical, microbiological and sensorial. To evaluate the variation of the snack's quality, a completely randomized block experimental design analysis model with factorial arrangement 3^2 was used. For the shelf life study, the product was stored in each kind of package at 4°C, 18°C and 40°C and the period of time were at day 0, 15, 35. Microbiological analyzes showed absence for *E. coli* and *Salmonella spp.* About the proliferation of molds and yeasts, there was a statistically significant difference between the time and the temperature during the study, but not between the types of packages that were evaluated.

As for the protein determination, no variation was observed between the primary package materials; however the humidity was the only response variable that presented statistical difference with respect of the type of package, the BOPP MATE/BOPP METAL/PEBD TRANSPARENT material provided the best moisture barrier and preserved the texture of the snack for a longer period of time, obtaining a shelf life of 90 days, while the PET primary package material that was used as a witness only protected the product for 30 days.

Key Words: *Beef Jerky*, shelf life, flexible packaging, PET, BOPP, Kraft.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos	3
1.1.1 Objetivo General	3
1.1.2 Objetivos Específicos.....	3
1.2 Hipótesis.....	3
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Consumo y producción de Carne	4
2.1.1 Componentes nutricionales de la carne	4
2.2 Pérdida y desperdicio de alimentos	5
2.3 Vida útil	5
2.3.1 Vida útil en función del empaque y condiciones de almacenamiento	6
2.4 Snack cárnico - Beef Jerky	8
2.4.1 Procesamiento y control de calidad del <i>Beef Jerky</i>	9
2.5 Actividad de agua (<i>Aw</i>)	10
2.6 Empaque.....	11
2.6.1 Empaques Flexibles.....	13
2.6.2 Material PET (adhesivo – Flexible – Nylon con PEBD).....	15
2.6.3 Material PET adhesivo BOPP metal/PEBD transparente	16
2.6.4 Papel Kraft/BOPPMetal/PEBDtransparente.....	17
3. MATERIALES Y MÉTODOS	18
3.1 Localización y Duración Experimental	18
3.2 Elaboración del <i>Beef Jerky</i>	18
3.2.1 Materiales y Equipos.....	18
3.2.2 Diagrama de flujo <i>Beef Jerky</i>	18
3.2.3 Análisis general de las características del producto	20
3.2.4 Definición de vías de deterioro del producto	20
3.2.5 Técnicas de análisis.....	20
3.3 Diseño Experimental y Análisis Funcional	25
3.3.1 Bloques.....	25
3.3.2 Tratamientos	26
3.3.3 Variables de respuesta	26
3.4 Análisis sensorial del <i>Beef Jerky</i>	26
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35

5.1 Conclusiones.....	35
5.2 Recomendaciones	37
REFERENCIAS	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla. 1 Cambios indeseables en los alimentos.....	7
Tabla. 2 Principales causas y efectos del deterioro de los alimentos.....	7
Tabla. 3 Composición Proximal de <i>Beef Jerky</i> en una porción de 28g.....	8
Tabla. 4 Actividad de agua mínima para crecimiento microbiológico.....	11
Tabla. 5 Especificaciones Técnicas Funda PET.....	15
Tabla. 6 Especificaciones Técnicas Funda PET / BOPP metalizado / PEBD.....	16
Tabla. 7 Especificaciones Técnicas Funda Papel Kraft / BOPP metalizado / PEBD transparente.....	17
Tabla. 8 Tratamientos Vida Útil <i>Beef Jerky</i>	26
Tabla. 9 Variables de respuesta Vida Útil <i>Beef Jerky</i>	26
Tabla. 10 Presentación de los diferentes tratamientos.....	28
Tabla. 11 Rango de evaluación de la dureza para el snack cárnico.....	28
Tabla. 12 Datos Prueba sensorial <i>Beef jerky</i>	28
Tabla. 13 Datos Prueba instrumental <i>Beef jerky</i>	29
Tabla. 14 Resultados de los análisis bromatológicos de proteína.....	29
Tabla. 15 ANOVA de la variable proteína.....	30
Tabla.16 Resultados de los análisis microbiológicos: Recuento de Mohos y Levaduras.....	30
Tabla. 17 ANOVA para la variable de Mohos y Levaduras.....	31
Tabla. 18 Resultados análisis bromatológicos de humedad del snack cárnico.....	31
Tabla.19 ANOVA de la variable humedad.....	32
Tabla. 20 Rangos de medias de tratamientos (tiempo por temperatura).....	32
Tabla. 21 Rangos de medias de bloques (empaques).....	32
Tabla. 22 Resultados de la prueba descriptiva del <i>Beef Jerky</i>	33
Tabla. 23 Análisis de significancia de la prueba descriptiva para los empaques.....	33
Tabla. 24 Análisis de significancia prueba descriptiva para rangos de dureza..	34

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la USDA aproximadamente un 40% de los alimentos que se producen se desperdician, lo cual representa 36 millones de toneladas de alimentos anualmente que equivalen a \$162 billones (FPA, 2017). La falta de conocimiento de los consumidores sobre cuánto tiempo un alimento es apto para el consumo y cómo el uso de los empaques flexibles contribuyen al alargamiento de la vida útil de los alimentos, son varias de las razones para esta problemática. Un estudio sobre el “Desperdicio de comida: preocupaciones, actitudes y comportamientos de los consumidores” de la Universidad de Ohio, demuestra que el 60% de las personas botan los alimentos porque los prefieren frescos, el 65% de las personas descartan los alimentos porque se preocupan de contraer una enfermedad por alimentos contaminados o en mal estado (Neff R, Spiker M, Truant P, 2015).

Elegir una película para envasar alimentos es un proceso complicado, incluso para los profesionales a la hora de considerar la estructura del envase, es decir su diseño y laminación final. La extensión de la vida útil mediante la implementación de empaques adecuados resulta ideal especialmente para alimentos naturales los cuales no contienen aditivos que faciliten su conservación (Bayens, 2005). Hoy en día los consumidores buscan alimentos menos procesados y naturales, razón por la cual el empaque que protege el sabor, la textura, vitaminas y demás componentes, es la solución para las marcas enfocadas en el bienestar y la alimentación saludable.

El uso de empaques que ayudan a alargar la vida útil de los alimentos contribuye a reducir las pérdidas y desperdicios de alimentos, incluso favorecen a los productores, procesadores y distribuidores de alimentos a controlar de mejor manera la calidad de los alimentos y/o productos, la disponibilidad y sobretodo sobre los costos. Ampliar el tiempo de la vida de anaquel de los alimentos y/o productos permite a las tiendas y supermercados reducir los

ciclos de rotación, remoción y reposición de los productos lo cual contribuye a la disminución del desperdicio de comida (FPA, 2017).

En cuestión de snacks, el 50% de los consumidores buscan aumentar su consumo de proteínas, de acuerdo con Adam Beane, gerente de la marca *Slim Jim*, para los consumidores la salud es un factor importante al momento de elegir un snack. Los snacks cárnicos han crecido rápidamente en el mundo de la industria alimentaria (Covino, 2017). Para el 2020 *Packaged Facts* predice que las ventas de snacks cárnicos continuará creciendo y alcanzará los \$25.4 billones.

La carne deshidratada tipo *Beef Jerky* se considera una comida rápida, nutritiva y lista para ser consumida en cualquier lugar a cualquier hora del día. Este tipo de snack cárnico ha incrementado su demanda en el mercado por ser un producto de valor añadido (energía, aminoácidos esenciales, vitaminas, hierro) y elevada vida útil. La carne seca se elabora a partir de la masa muscular magra, que después del corte es salada y/o marinada, posteriormente deshidratada, enfriada y envasada en bolsas que ofrecen cierta barrera al oxígeno y vapor de agua (Sloan, 2013), este producto presenta generalmente un contenido de humedad de hasta 35% con una actividad de agua entre 0.78 a 0.85 (Carr, Konieczny, Yang et al, 2009, pp. 419-425).

El empaque primario es un aspecto fundamental en la cadena de producción de los alimentos, asegura su calidad e inocuidad y paralelamente considera otros aspectos como las características fisicoquímicas y sensoriales que hacen aceptables los productos al consumidor, puesto que evitan la contaminación química y microbiana durante el manejo o almacenamiento (Fernández, 2002).

El presente estudio busca comprobar la incidencia de dos tipos de empaques primarios en la vida útil de un snack cárnico sometido a diferentes temperaturas y tiempos de almacenamiento analizados a nivel físico-químico, microbiológico y sensorial. La relación de la materia prima, el procesamiento, las condiciones ambientales y las temperaturas de almacenamiento (4°C, 18°C y 40°C), se consideraron por razón de la cadena de comercialización; al salir el producto

de la planta, la temperatura en la etapa de distribución y de transporte podrían variar, el rango de temperatura considera a la temperatura de refrigeración como mínimo y un día soleado en la costa como máxima. Cabe mencionar que durante el desarrollo del snack, se utilizó como material de empaque bolsas PET flexibles con una vida útil estimada de 30 días, en base a la revisión bibliográfica y a la oferta de proveedores locales se propone experimentar con empaques primarios de material BOPP Mate/ BOPP metal/PEBD transparente y Papel Kraft/BOPP metal/PEBD transparente.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General

Evaluar la incidencia de dos tipos de empaques primarios en la vida útil de un snack cárnico tipo *Beef Jerky*.

1.1.2 Objetivos Específicos

Realizar la evaluación sensorial del snack cárnico tipo *Beef Jerky* envasado en dos tipos de empaques primarios.

Realizar pruebas bromatológicas y microbiológicas para el estudio de estabilidad del snack cárnico tipo *Beef Jerky*.

1.2 Hipótesis

Ho: El tipo de empaque primario no incide en el tiempo de vida útil del snack cárnico.

Ha: El tipo de empaque primario incide en el tiempo de vida útil del snack cárnico.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Consumo y producción de Carne

La carne y los productos cárnicos forman parte de una dieta equilibrada, aporta proteínas, vitaminas, minerales y micronutrientes considerados esenciales durante la etapa de crecimiento y desarrollo. En países industrializados el consumo de carne per cápita es alto, mientras que en países en desarrollo el consumo de carne per cápita es inferior a 10 Kg, calificado como insuficiente y una de las causas para la mal nutrición. Para combatir la malnutrición, el consumo per cápita al día debería ser de 20 g de proteína animal o 7,3 Kg al año (FAO, 2014).

El Ecuador es un país con la mayor parte de su territorio fértil, apto para la ganadería, su geografía y clima permiten la cría de ganado vacuno. Según datos reportados por el INEC, 5.3 millones de cabezas de ganado son criadas en el país cada año, el promedio anual de consumo de carne por persona es de 13.8 Kg. Los productos cárnicos mayormente disponibles en el mercado ecuatoriano generalmente son fríos, curados, enlatados, no se encuentra la misma variedad de snacks cárnicos conservados por el método de deshidratación.

2.1.1 Componentes nutricionales de la carne

La tendencia actual de preferencia de productos listos para consumir sin previa preparación, sanos, bajos en carbohidratos y la consideración de la proteína como fuente de nutrientes esenciales, hace que esté en aumento el consumo de los snacks proteicos en base cárnica (Woollard, 2014). Las proteínas son uno de los macronutrientes esenciales que permiten el correcto desempeño fisiológico al cuerpo humano, constituyen la base estructural de los músculos (Burd, Moore, 2009, pp. 692-701). La composición de la carne de res se destaca por la calidad de la proteína 20 – 25% (valor biológico¹ y la utilización

¹ Valor biológico: es el porcentaje de nitrógeno absorbido y retenido en el cuerpo.

de la proteína² 40% de aminoácidos esenciales), hierro de elevada biodisponibilidad, contenido de micronutrientes como zinc, magnesio, fósforo, selenio, vitaminas hidrosolubles B¹², niacina y ácido fólico. Estudios afirman que aumentar el consumo proteico favorece al rendimiento físico (Blomstrand, 2006, pp. 269-73).

2.2 Pérdida y desperdicio de alimentos

Alrededor de 1300 toneladas anuales de los alimentos producidos en el mundo, se tiran o se desperdician. Los impactos sociales, económicos, medioambientales de las pérdidas y desperdicios de alimentos deben ser abordados debido al impacto en la seguridad alimentaria y nutricional, los recursos naturales y el cambio climático (FAO, 2015).

Las definiciones “consumir preferentemente antes de”, “caduca en” y “usar antes de” habitualmente son hipótesis de los fabricantes sobre cuánto tiempo durarán los alimentos y/o productos, estas fechas generalmente son malentendidas por el consumidor. El artículo “*Food loss and waste in the food supply chain*” publicado por la FAO en 2015, sugiere que se debe explicar la diferencia entre pérdida y desperdicio de alimentos:

La *pérdida de alimentos* se produce por fallas durante los diferentes procesamientos y en la cadena de abastecimiento, también por técnicas limitadas en el almacenamiento, la cadena de frío, infraestructuras y empaques inapropiados, por otro lado el *desperdicio de alimentos* se refiere a los alimentos que han sido retirados de la cadena y que aún son aptos para el consumo humano, resultado de elección o porque el alimento se echó a perder por negligencia o expiro durante el almacenamiento.

2.3 Vida útil

El desarrollo de nuevos productos alimenticios, las condiciones de operación en las industrias procesadoras de alimentos, la competitividad de los mercados y sobre todo las exigencias del consumidor ante la calidad de los productos, son

² Utilización de la proteína: producto del valor biológico y el grado de digestibilidad de la proteína del alimento.

algunas de las razones por la que se adaptan técnicas de conservación y medición del tiempo durante el cual los alimentos son aptos para el consumo desde el punto de vista inocuo y sanitario en el cual se conservan las características sensoriales y funcionales por encima del grado límite de calidad establecido y aceptable (Cantillo, 1994)(Bolumen, 2005, pp. 20-25).

Los cambios varían según la naturaleza del producto, el proceso, el tiempo de almacenamiento, su importancia de estudio surge porque son causantes del rechazo de los consumidores. Un procedimiento general para establecer la durabilidad de un alimento y/o producto comprende: análisis general del sistema alimento/producto – envase, ensayos de almacenamiento y caracterización del alimento y/o producto y la definición de la técnica de estudio. Existen varios métodos para evaluar la vida de anaquel de un alimento: estudios en tiempo real, estudios de vida útil acelerados, *challenge tests*, microbiología predictiva, entre otros (Casp, 1999).

El estudio de vida útil acelerada sobreexpone al alimento a determinadas condiciones; temperaturas altas, mayor contenido de humedad, etc., con la finalidad de predecir la vida comercial en un período corto de tiempo (Hough, 2003, pp. 359-362).

2.3.1 Vida útil en función del empaque y condiciones de almacenamiento

Además del factor temperatura para la determinación de la vida de anaquel, factores como la actividad de agua, la humedad del producto, la humedad relativa del ambiente y las propiedades del empaque intervienen e interactúan afectando la durabilidad de los alimentos (Man, 1994). Dentro de las características del empaque la permeabilidad juega un papel muy importante. La permeabilidad es el intercambio de un gas o vapor a través de una membrana. La propiedad de barrera, es la resistencia física que un material presenta al paso de una molécula o compuesto (olores, gases, aromas y componentes) y que se propaga a través del material (Kennet, et al 1997). El diseño óptimo de un empaque es el resultado del equilibrio de las propiedades

del material, los requerimientos de protección del producto, las condiciones ambientales y de transporte (Kennet, et al 1997).

Las Tablas 1 y 2 presentan los principales cambios indeseables y las causas y efectos que se pueden producir en los alimentos, en referencia al *Beef Jerky*, la pérdida de textura es un factor importante seguido por el sabor rancio producto de la oxidación de los lípidos (si la carne utilizada no fue magra), color indeseable efecto de un sobre secado el cual tendría impacto en el valor nutritivo.

Tabla 1.

Cambios indeseables en los alimentos

Atributo	Cambio
Textura	Pérdida de solubilidad Pérdida de la capacidad de retención de agua Endurecimiento Reblandamiento Viscosidad
Sabor	Rancidez (oxidativa o hidrolítica) Sabor acaramelado o quemado
Color	Pardeamiento / Oscurecimiento Blanqueamiento
Valor nutritivo	Pérdida o degradación de: vitaminas, minerales, proteínas, lípidos
Microbiológicos	Crecimiento de mohos, levaduras, carga microbiana

NOTA: Identificar el tipo de reacción que deteriora el alimento, es el primer factor para la selección de empaque, el cual contribuirá para minimizarlos cambios que deterioran el producto.

Tabla 2.

Principales causas y efectos del deterioro de los alimentos

Causas principales	Consecuencias	Afectación de
Hidrólisis de lípidos	Los ácidos grasos libres reaccionan con las proteínas	Textura, valor nutritivo, sabor
Hidrólisis de polisacáridos	Los azúcares reaccionan con las proteínas	Color, sabor, textura
Oxidación de lípidos	Los productos de oxidación reaccionan con otros compuestos	Valor nutritivo, sabor, textura, color
Calentamiento de tejido muscular	Agregación y desnaturalización de proteínas, inactivación de enzimas.	Valor nutritivo, sabor, color, textura

NOTA: Cada tipo de compuesto experimenta un tipo de degradación característica, un factor común es el desarrollo de sabores extraños, pérdida de colores naturales y disminución o destrucción del valor alimenticio.

2.4 Snack cárnico - *Beef Jerky*

La carne deshidratada o *Beef Jerky* es uno de los productos más antiguos que se conserva por saladura y deshidratación, presenta un sabor característico y no requiere refrigeración durante la distribución comercial debido a la baja actividad de agua, el *Beef Jerky* es un alimento nutritivo (rico en proteína y bajo en grasa), es magro, fácil de masticar, estable a temperatura ambiente y de alta demanda en el mercado (Konieczny, 2017, pp. 253-257).

A continuación se presenta un resumen de la composición de los macronutrientes de un snack tipo *Beef Jerky*.

Tabla3.

Composición Proximal de Beef Jerky en una porción de 28 g.

Característica	Bovino
Carbohidratos	8g
Grasa	1g
Proteína	11g
Energía	90kcal
Colesterol	10mg

Adaptado de: USDA 2017.

Los snacks cárnicos no solo intentan cubrir la demanda del mercado, son también una forma de diferenciarse de la competencia, diversificar y abrir nuevas posibilidades de mercado, el artículo de "*Packaged Facts, Sweet and baked goods: U.S. Market trends*" publicado en el año 2015, menciona que las ventas globales de snacks superaron los 374.000 millones de dólares anuales, además se refieren a las nuevas tendencias con relación a alimentos más sanos y naturales especialmente por los jóvenes quienes reemplazan algunas comidas habituales del día por snacks.

Norte América lidera el mercado global de snack tipo *jerky*, según datos de mercado de "*Innova Market Insights, 2015*", la tendencia de consumo actual permite el aumento del consumo de snacks proteicos en base cárnica. La participación en el mercado de este tipo de snacks se ha incrementado producto del valor agregado (energía, vitaminas, hierro y sin calorías vacías),

pues considera al snack proteico de alto valor biológico y lo concibe dentro de los productos saludables “*healthy choice*” (NPD Group, 2014).

Como lo describe la publicación realizada en el 2015 de “*The Washington Post, Beef Jerky Boom*”, la demanda de carne deshidratada ha aumentado en comparación a otros tipos de snacks, el artículo expone el nivel de aumento de las ventas de la marca *Jack Links*, la más grande marca de *Beef Jerky* en los Estados Unidos.

2.4.1 Procesamiento y control de calidad del *Beef Jerky*

La elaboración del *Beef Jerky*, se basa en el marinado de la carne cortada en finas capas o tiras y un posterior tratamiento de deshidratación hasta niveles de actividad de agua que permiten su conservación a temperatura ambiente (Sloan 2013). El adecuado procesamiento de *Beef Jerky* reduce la probabilidad de contaminación del producto y la destrucción de microorganismos patógenos, de tal manera se garantiza la estabilidad y vida útil del producto.

Los principales riesgos biológicos patógenos en este tipo de snacks cárnicos son: la *Salmonella spp*, *E. Coli*, *Staphylococcus aureus* y *Listeria monocytogenes* (USDA FSIS, 2005). Al procesar *Beef Jerky* lograr la destrucción de patógenos se debe considerar las siguientes factores: el calor, que permite deshidratar a temperaturas específicas y destruye eficazmente la mayor cantidad de microorganismos, este proceso dará como resultado una disminución en la actividad de agua (A_w 0.85) inhibiendo algunos patógenos; el uso de conservantes como nitritos (inhibición del *Clostridium botulinum*), sorbatos (prevención para el crecimiento de hongos), lactatos y acetatos (inhibición de *Listeria monocytogenes*) y jugos ácidos para eliminar patógenos en la superficie de la carne, por otro lado la eliminación de oxígeno previene el crecimiento de hongos, por lo tanto el control microbiológico para estos agentes puede llevarse a cabo con empaques al vacío o con atmosferas modificadas (FSIS, 2005).

El control de calidad en la elaboración de *Beef Jerky* se efectúa a tres niveles: un inicial (control de material primas), un intermedio (variables de elaboración) y uno final (control de producto terminado); la calidad de la carne se establece en función de factores sensoriales, nutricionales, higiénicos y tecnológicos (Lonnecker et al, 2010).

La finalidad del control analítico de los productos cárnicos elaborados es asegurar el cumplimiento de las especificaciones de la norma incluyendo requisitos higiénicos-sanitarios, para proteger la salud del consumidor y requisitos composicionales para evitar fraudes (Flores, 1994, pp. 49-58). La mayoría de los parámetros de calidad se evalúan por métodos analíticos en función de:

- a. Control de materia prima (carne): debe cumplir la norma de calidad para carnes (Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1338:2012).
- b. Cantidad y calidad de la grasa: influye en el proceso de deshidratación, las carnes magras experimentan una rápida difusión de sal y pérdida de agua, lo que acelera proceso de deshidratación.
- c. Controles en el proceso de fabricación: el descenso de pH, influye en la velocidad de deshidratación entendiéndose al proceso como pérdida de humedad, si el pH se mantiene elevado, la velocidad del descenso de pH depende de la concentración de cloruro de sodio en la carne, (mayor cantidad de NaCl³ en la carne menor es la velocidad de acidificación, debido a la acción inhibitoria del NaCl sobre los microorganismos).
- d. Control analítico del producto: incluye controles sensoriales y controles en el producto final (Lonnecker,2010).

2.5 Actividad de agua (Aw)

El contenido de humedad es la cantidad de agua en un alimento, la actividad de agua (Aw) es el “agua libre disponible para el uso de los microorganismos” (Quinton et al, 1997, pp. 1250-1254) (Arcsa, 2015, pp. 1-78).

³NaCl: Cloruro de Sodio (sal)

Como lo indica la FDA la actividad de agua es la principal limitante del *Beef Jerky*, razón por la cual se debe controlar el proceso de deshidratación para obtener un producto con una $A_w < 0.85$, este valor de actividad de agua impide el crecimiento de microorganismos patógenos y asegura la estabilidad del producto conjuntamente con el uso de un empaque que cumpla con las condiciones ideales durante la vida útil a temperatura ambiente (FSIS, 2005).

De la misma manera el parámetro de humedad evalúa el grado de deshidratación, es así que el contenido de humedad de un producto cárnico tipo *Beef Jerky* varía entre 24.2 a 35%, dicho contenido no solo depende del grado de deshidratación sino también de la materia prima utilizada (Carr, 1997, Konieczny, Yang, 2009, pp. 419-425).

La tabla No.4, indica los valores de actividad de agua necesarios para que los microorganismos puedan crecer en el snack cárnico.

Tabla 4.

Actividad de agua mínima para crecimiento microbiológico.

(Aw) mínima para crecimiento microbiológico.	
<i>Escherichia coli</i>	0.95 aw
<i>Salmonella spp</i>	0.95 aw
<i>Listeria monocytogenes</i>	0.92 aw
<i>Clostridiumbotulinum</i>	0.91 aw
<i>Staphylococcus aureus</i>	0.86 aw

Adaptado de: FSIS, 2005.

La actividad de agua máxima del *Beef Jerky* es de 0.85 o menor para que el crecimiento de microorganismos patógenos se inhiba (Carr, Konieczny, Yang et al, 2009, pp. 419-425) (Ramirez, 2015 pp. 31-38).

2.6 Empaque

Los envases han evolucionado en respuesta al crecimiento poblacional, la necesidad de disminuir la pérdida y desperdicio de alimentos, el rol de la mujer en el campo laboral, la preocupación por la inocuidad y el consumo de alimentos orgánicos, el cambio climático, el comercio internacional entre otros (FPA, 2017).

El empaque tiene la responsabilidad, conservar y proteger al producto, facilitar los estilos de vida, informar al consumidor, contribuir con la trazabilidad, monitorear las condiciones del producto e interactuar con su contenido para extender la vida útil y mantener la calidad. Productos como la carne y perecederos son los principales beneficiarios de empaques de altos desempeño. La incorporación de nuevos materiales industriales como papel, vidrio, plástico, los avances tecnológicos, la metodología y la maquinaria para empacar productos cárnicos, han significado una ventaja en términos de conservación, calidad, inocuidad y frescura de los productos (Belcher, 2006).

Cada alimentos y/o producto requiere un tipo de empaque en particular, el cual necesite condiciones especiales para su protección durante el almacenamiento; el empaque además de proteger al producto colabora para mantener las características sensoriales, actúa como barrera al oxígeno, humedad y los aromas. El empaque es un factor determinante en la vida útil del alimento (Man, 1994). La elección del envase depende de las propiedades intrínsecas del producto y su sensibilidad a los factores como el oxígeno y la humedad relativa; su composición, su durabilidad y los costos en general (Belcher, 2006). Dentro de la planeación comercial, el empaque ha adquirido mayor importancia, el poder que posee un correcto empaque crea reconocimiento inmediato del consumidor, es por eso que se lo conoce como el vendedor silencioso, pues comunica las cualidades y los beneficios del producto (Woollard, 2014). La correlación entre materia prima, tipo de proceso y condiciones de almacenamiento establecen las características adecuadas que debe presentar el empaque para maximizar la vida útil (Selke, 2004).

Para la fabricación de envases, los principales materiales deben cumplir las normativas establecidas 1. GMC/RES. N° 32/10 en MERCOSUR, 2. UE 10/2011 en la Unión Europea, 3. el título 21 de la FDA de los Estados Unidos con la finalidad de prevenir y evitar la migración sustancias del empaque al alimento con el cual están en contacto (FDA, 2017).

2.6.1 Empaques Flexibles

El mercado de los empaques flexibles es significativo y seguirá desarrollándose en los próximos 5 años, este tipo de empaque ha ganado popularidad y de a poco ha reemplazado a los empaques rígidos. El 56% de los envases flexibles y laminados que se destinan a la categoría alimentos se usan para empaquetar productos cárnicos (15%), productos horneados (13%), snacks y cereales (11%). Los empaques flexibles son los más económicos, prácticos y funcionales; mantienen la inocuidad y las características sensoriales del producto (Pira, 2017).

Estimaciones de Smithers Pira, anticipan que para el 2020 el mercado global de los empaques plásticos llegará a \$370 millones de dólares, la mayoría de estos empaques serán destinados al sector alimenticio brindando conveniencia al consumidor con soluciones de fácil apertura, porciones adecuadas para el consumo, productos listos para usarse, empaques diseñados para sectores poblacionales específicos, enfocados a asegurar la integridad de los productos, reducir y evitar pérdidas a través del menor impacto ambiental posible mediante el uso de menos materiales y recursos. Para la industria alimenticia la propiedad de barrera es importante su beneficio apuntan a la disminución en el intercambio de humedad entre el ambiente y el producto y su impacto sobre la vida de anaquel del producto empaquetado (Raikar, 2017).

Las películas de embalaje flexible utilizan polímeros (polietileno, polipropileno, poliéster o poliamida), multicapas flexibles que pueden ser recubiertas, laminadas o coextruidas para mejorar sus propiedades de barrera (Selke, 2004). Los principales plásticos utilizados para la elaboración y producción de envases y empaques son las poliolefinas, las de mayor uso son el polietileno y polipropileno.

El polietileno presenta la estructura más simple de los polímeros comerciales, el polietileno de baja densidad (PEBD) es un material químicamente inerte, tiene escasas propiedades de barrera, puede ser laminado por extrusión o coextruido con otros materiales como papel y aluminio, es de bajo costo,

resistente y flexible; por otro lado el polipropileno es el principal material usado para la fabricación de empaques flexibles, es duro y presenta buena resistencia, tiene alta cristalinidad, el principal uso de este polímero es para películas de polipropileno biorientado (Raikar, 2017).

La laminación BOPP puede incluir metalizados, este polímero ha demostrado tener las mejores características mecánicas y de barrera. Los empaques multicapas presentan propiedades similares a las membranas coextruidas con menor micraje pero con costos superiores (Raikar, 2017). El polietileno tereftalato PET⁴ es un material con buenas propiedades mecánicas, excelente transparencia y relativamente baja permeabilidad a los gases (Raikar, 2017).

La laminación multicapa como barrera a los aromas y gases, es el empaque más utilizado para productos como carnes frías, chorizo, pescado, pulpas, snacks y productos sensibles a la humedad. De sus atributos se destaca, su costo, su fácil trasportación y sellabilidad, la conservación del olor y del sabor del alimento empacado (Raikar, 2017).

Barriga y colaboradores en el 2008 en su estudio en el que evaluaron la incidencia de diferentes materiales de empaque sobre la vida útil de hojuelas de pescado determinaron que el material que ofrece mayor barrera contra la humedad es el BOPP metalizado, de igual forma Lazic. Et. Al, en su estudio en el que evaluaron las propiedades de barrera de 8 diferentes polímeros PEBD, BOPP y BOPP's con diferentes laminaciones incluyendo metalizado, obtuvieron resultados similares reportando al BOPP metalizado como el material con mejores propiedades de barrera frente a los otros materiales del estudio, asimismo en el año 2007 Quintana y Cornejo en su estudio "Análisis y Diseño de empaques Flexibles para Alimentos" dentro de los que se estudiaron el PET y BOPP reportaron una menor velocidad de intercambio de agua con el ambiente usando polipropileno biorientado.

⁴PET: tereftalato de polietileno

A continuación se presentan las especificaciones técnicas de cada material de empaque utilizado en este estudio, cabe mencionar que el empaque PET se uso como testigo.

2.6.2 Material PET (adhesivo – Flexible – Nylon con PEBD)

Tabla 5.

Especificaciones Técnicas Funda PET

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	VALORES	TOLERANCIA	UNIDADES
Calibre	120	7%	μ
Fuerza de laminación	> = 280	-	grf/pulgada
Coefficiente de fricción	n/a	-	-
Transmisión de vapor de agua atm e – 95 36°C	< 4.5	-	grf/m2/24hr/atm
92% hr			
Transmisión de oxígeno atm f - 1307 23°C 50% hr	20-40	-	cc/m2/24hr/atm
Apariencia	transparente		
Temperatura de sellado	150	+/- 19	°C
Tiempo de sellado	1	-	segundos
Presión de sellado	18	-	psi
Fuerza de sellado	> = 1.5	-	kg/25.4 mm

Tomado de: Alitecno, 2017.

La funda de laminación multicapa presenta baja permeabilidad intercambio con el ambiente, excelente brillo y buenas propiedades mecánicas, que permite empacar utilizando atmósferas modificadas. Es un envase versátil, cómodo, ligero y adaptable a multitud de productos, fácil de transportar y almacenar con una reducción de hasta el 90% en peso y volumen.

2.6.3 Material PET adhesivo BOPP metal/PEBD transparente

La funda tiene una estructura laminada de tres capas con adhesivo “solventless”⁵, apta para productos alimenticios, libre de contaminantes contiene polipropileno biaxialmente orientado con un calibre de 30 micras con acabado mate en un lado e impreso en la cara interna, polipropileno biaxialmente cortado con un calibre de 20 micras con recubrimiento metalizado, tratado en una de sus caras, el cual genera una impermeabilidad al vapor de agua, al oxígeno y una barrera a la luz, polietileno coextruido de baja densidad transparente con un calibre de 60 micras para laminación, con resinas metalocénicas en la capa interna que proporciona una alta sellabilidad y en la cara externa resinas de laminación. Este material es una estructura que presenta excelentes propiedades de barrera contra la humedad, la grasa, la adherencia a los aromas externos, al oxígeno y la oxidación del producto por luz solar.

Tabla 6.

Especificaciones Técnicas Funda PET/BOPP metalizado/PEBD

PROPIEDADES DIMENSIONALES	UNIDADES	ESTANDAR	RANGO ACEPTACIÓN	DE
Ancho	mm	120	+/- 5 mm	
Largo	mm	195	+/- 5 mm	
Doypack ⁶	mm	40	+/- 5 mm	
Calibre	μ	30/20/60	+/- 8%	
Gramaje	g/m ²	100.82	+/- 8%	
Peso por unidad	gr	5.93	+/- 8%	
Propiedades físicas	UNIDADES	ESTANDAR	RANGO ACEPTACIÓN	DE
Cof	-	0.23	0.23 – 0.29	
Temperatura mínima de sellado	°C	160	150 – 180 °C	

Tomado de: Alitecno, 2017.

⁵Solventless: sin solventes

⁶Doypack: bolsa impresa termosellable con fuelles laterales planos y fuelle de fondo curvado que permite exhibir o sujetar el producto de forma vertical sobre sí mismo una vez está lleno.

2.6.4 Papel Kraft/BOPPMetal/PEBDtransparente

Tabla7.

Especificaciones Técnicas Funda Papel Kraft/BOPP metalizado/PEBD transparente

PROPIEDADES DIMENSIONALES	UNIDADES	ESTANDAR	RANGO ACEPTACIÓN	DE
Ancho	mm	120	+/- 5 mm	
Largo	mm	195	+/- 5 mm	
Doypack	mm	40	+/- 5 mm	
Calibre	M	35/20/60	+/- 8%	
Gramaje	g/m ²	132.52	+/- 8%	
Peso por unidad	Gr	7.26	+/- 8%	
Propiedades físicas	UNIDADES	ESTANDAR	RANGO ACEPTACIÓN	DE
Cof	-	0.23	0.23 – 0.29	
Temperatura mínima de sellado	° C	160	160 – 180 ° C	

Tomado de: Alitecno, 2017.

La funda contiene una estructura laminada de tres capas de adhesivo *solventless*, apto para alimentos, libre de contaminantes, contiene papel *kraft* estucado con un gramaje de 50 gramos, presenta buena barrera a la humedad y un bloqueo a las grasas, polipropileno biaxialmente orientado, con un calibre de 20 micras con recubrimiento metalizado el cual genera una impermeabilidad al vapor de agua, al oxígeno y una barrera a la luz, polietileno coextruido de baja densidad transparente, con un calibre de 60 micras para laminación, con resinas metalocénicas en la capa interna que proporciona una alta sellabilidad y en la cara externa resinas de laminación. Este material es una estructura que presenta excelentes propiedades de barrera contra la adherencia a los aromas externos, al oxígeno y a la oxidación del producto por la luz solar, posee alta resistencia, flexibilidad y termosellabilidad a la aplicación de presión y calor.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización y Duración Experimental

El proceso de elaboración del snack cárnico tipo *Beef Jerky* se llevó a cabo en la planta de procesamiento de *Yachik Snacks* (Quito-Ecuador) y el estudio de las diferentes variables y análisis se realizaron en un laboratorio certificado por el SAE⁷ (Multianalityca Cía. Ltda) y en el laboratorio de Desarrollo de Alimentos de Análisis de la Facultad de agroindustrias y Alimentos de la Universidad de las Américas en la ciudad de Quito.

3.2 Elaboración del *Beef Jerky*

3.2.1 Materiales y Equipos

Materiales

Carne magra

Sal

Pimienta

Humo líquido

Equipos

Mesa de acero inoxidable

Recipiente de acero inoxidable

Cuchillo

Balanza digital

Termómetro

Horno deshidratador

3.2.2 Diagrama de flujo *Beef Jerky*

Para la elaboración del snack se utilizó un corte de carne magra, el cual se lamino (tipo cecina), se marinó y luego se procedió a colocar sobre las bandejas para escurrir el líquido sobrante del marinado para, en una etapa posterior comenzar a deshidratar la carne, una vez que se enfrió el *beef jerky*

⁷SAE: Servicio de Acreditación Ecuatoriano

se procedió a empacar en las bolsas de cada tipo de material de empaque que se utilizó en este estudio.

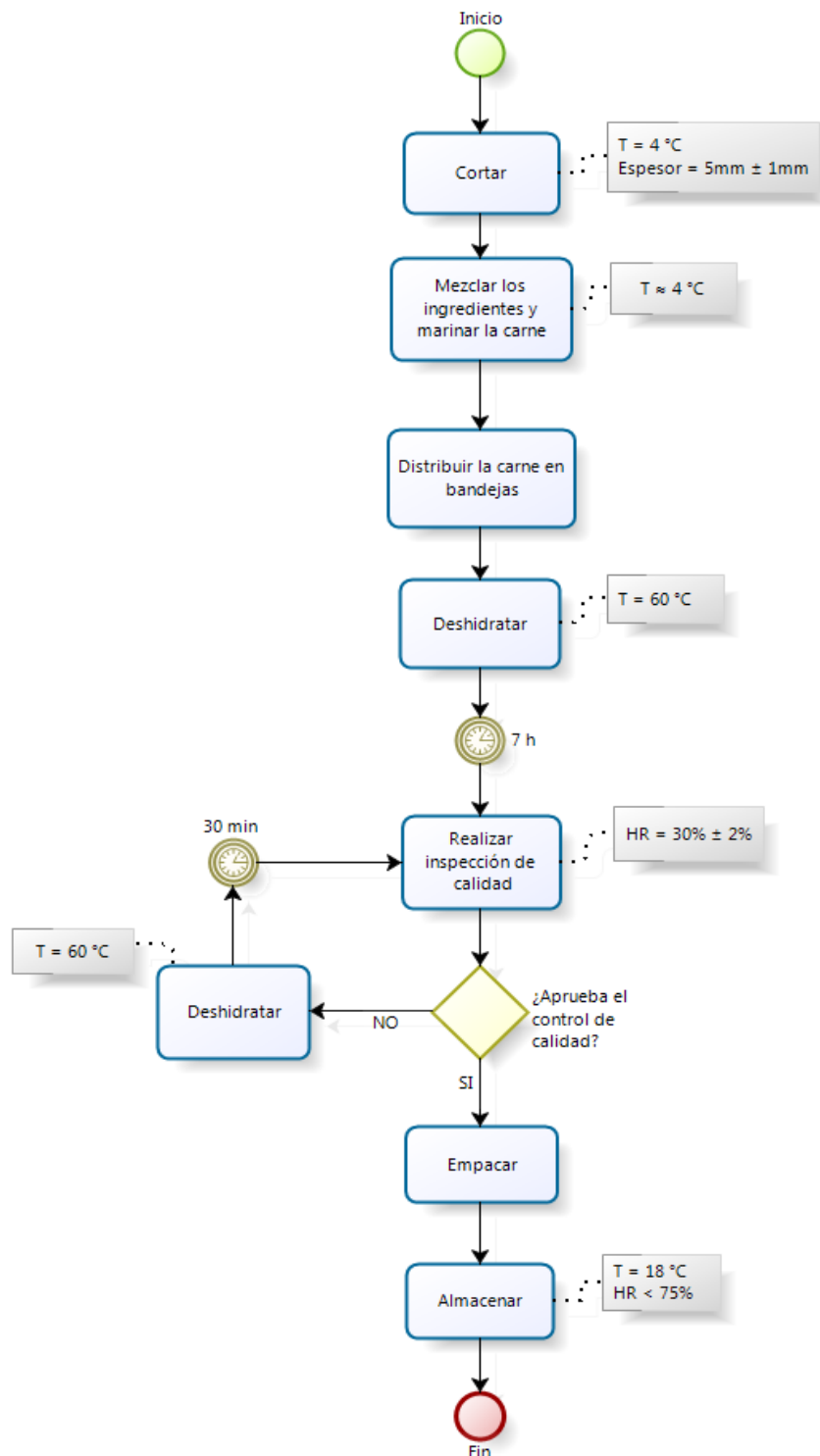


Figura 1. Diagrama de Flujo de la elaboración de Beef Jerky

3.2.3 Análisis general de las características del producto

Los análisis microbiológicos para la determinación de la vida útil del snack fueron tomados de acuerdo a lo descrito en la Tabla 10. en la normativa NTE INEN 1318:2012 (Carne y Productos Cárnicos, Productos Cárnicos Curados, Productos Cárnicos Curados – Madurados y Productos Cárnicos Pre-cocidos Cocidos. Requisitos). Mientras que como referencia para los parámetros fisicoquímicos se utilizó los datos de la Tabla 2. para el porcentaje de proteína y para la humedad del producto se uso lo descrito por Lewis y colaboradores en la patente No.4,384,009 *Method of manufacturing Dehydrated Meat Product*.

3.2.4 Definición de vías de deterioro del producto

Las vías de deterioro que influyen en las reacciones que alteran la calidad del snack son:

- Factores ambientales: tiempo, temperatura, humedad
- Factores relativos al producto: proteína, carga microbiana
- Factores relativos al envase: permeabilidad del material de envase

3.2.5 Técnicas de análisis

Para los análisis fisicoquímicos y microbiológicos se utilizaron los métodos descritos por el Sistema Oficial para Métodos y Análisis Internacional AOAC.

3.2.5.1 Bromatológicos

Método para determinación de Proteína según la AOAC 2001.11

Para la digestión: Pesar entre 0.1-0.2 g de la muestra e introducir en un matraz Kjeldahl, pesar 0.15 g de sulfato de cobre pentahidratado, 2.5 g de sulfato de potasio y 10 mL de ácido sulfúrico concentrado. Encender el equipo y precalentar a la temperatura de 360°C. Colocar en el portatubos los matraces Kjeldahl y colocar en el bloque de calentamiento. Ajustar la unidad de evacuación de gases con las juntas colocadas sobre los tubos de digestión. Accionar la trampa de succión de gases. Calentar hasta total destrucción de la materia orgánica (hasta que el líquido quede transparente). Una vez finalizada

la digestión sin retirar la unidad de evacuación de gases colgar el portatubos para enfriar. Después de enfriar desconectar la trampa. Para la destilación colocar en un matraz Erlenmeyer de 250 mL, 50 mL de ácido clorhídrico 0.1 normal y unas gotas de indicador rojo de metilo 0.1%. Conectar el equipo de destilación y esperar que se genere vapor. Colocar el tubo de digestión con la muestra diluida y las sales disueltas en un volumen no mayor de 10 mL de agua destilada, en el equipo de destilación cuidando de introducir la alargadera hasta el fondo de la solución. Adicionar sosa al 36% (hasta 40 mL). Encender el equipo de destilación hasta alcanzar el volumen de destilado en el matraz Erlenmeyer de 100-150 mL. Titular el exceso de ácido con una solución de NaOH 0.1 N. Calcular el % de proteína.

Método determinación de Humedad según la AOAC 925.10

Homogeneizar la muestra. Prepararla cápsula. Desecar junto con su tapa durante al menos 1 hora a 100-105°C, trasladar la cápsula tapada al desecador y dejar enfriar. Pesar y registrar el peso de la cápsula con la tapa. Colocar en la cápsula la muestra y tapar. Registrar el peso. Colocar la cápsula destapada y la tapa en la estufa a la temperatura, presión y tiempo recomendado. Retirar la cápsula de la estufa, tapar, enfriar en desecador. Colocar la cápsula en la estufa y repetir el procedimiento. Registrar peso de la muestra.

3.2.5.2 Microbiológicos

Método para determinación de *Escherichia coli* (Recuento) según la AOAC991.14

Preparar una dilución de la muestra del alimento. Pesaro pipetear la muestra en un recipiente adecuado. Adicionar la cantidad apropiada de uno de los siguientes diluyentes estériles: tampón Butterfield (tampón IDF fosfato, 0.0425 g/Lde KH₂PO₄ y con pH ajustado a 7.2); aguade peptona al 0.1%; diluyente de sal peptonada (método ISO 6887); buffer deagua peptonada (método ISO 6579); solución salina (0.85 a 0.90%); caldo letheen libre de bisulfato o agua destilada. Homogeneizar la muestra. Colocar la Placa Petrifilm sobre una superficie plana y nivelada. Levantar la película superior, con una pipeta

coloque 1 mL de la muestra en el centro de la película inferior. Bajar con cuidado la película superior para evitar burbujas de aire. Con el lado liso hacia abajo, colocar el dispersor en la película superior sobre el inóculo. Presionar firmemente el dispersor para distribuir el inóculo sobre el área circular. Levantar el dispersor. Esperar por lo menos un minuto que solidifique el gel. Incubar las placas cara arriba y realizar el recuento.

Método para el recuento de *Salmonella spp* según la AOAC 2013.09

Prepara el agua peptonada para productos de pH > 6 (carne y productos cárnicos), para el pre-enriquecimiento prepara la 25 g de la muestra homogenizada conjuntamente con 5 mL de diluyente, de ser necesario ajustar el pH a 6,8 con una solución estéril de hidróxido de sodio 1 N, ó de ácido clorhídrico 1 N, ó de fosfato tripotásico al 8% ($K_3PO_4 \cdot 7H_2O$), mezclar y ajustar el pH. Utilizar estos surfactantes para que se forme espuma. Con la tapa aflojada $\frac{1}{4}$ de vuelta, incubar a 37 °C entre 16 a 20 horas. Tarar 2 vasos vacíos estériles de 500 mL, en cada uno pesar 25 g de muestra, al uno añadir 225 mL de caldo selenito cistina y al otro 225 mL de caldo tetrionato sin verde brillante, homogenizar a alta velocidad por no mas de 2 minutos y comenzar con baja revoluciones (15000 a 20000 rpm), transferir el homogeneizado a los frascos estériles de boca ancha con tapa rosca de 500 mL y dejar por 1 hora a temperatura ambiente. Mezclar y ajustar el pH, adicionar 2.25 mL de verde brillante al 0.1 % al frasco con caldo tetrionato y mezclar. A la muestra que se sometió a pre-enriquecimiento ajustar la tapa y mezclar con cuidado el caldo de pre-enriquecimiento, pipetear 10 mL en 100 mL de caldo tetrionato verde brillante y otros 10 mL en 100 mL de selenito cistina. Incubar el caldo selenito cistina a 37 °C durante 48 horas y el caldo tetrionato entre 42 y 34 °C durante 48 horas. Pasadas entre 18 y 24 horas del período de incubación de los medios tetrionato y seleniato, ajustar las tapas y con un asa de cultivo sembrar en estría sobre la superficie seca de placa de agar verde brillante rojo fenol (BG), agar *Salmonella* – *Shigella* (SS) agar bismuto sulfito (BS) para aislar colonias, invertir las placas e incubarlas a 37 °C por un día. Pasadas 48 horas de incubación de los caldos de enriquecimiento selectivo realizar un segundo

subcultivo. Examinar las placas entre 20 y 24 horas si se presenta un crecimiento pobre y no aparecen colonias típicas de salmonelas, examinar después de 24 horas (las colonias típicas de salmonelas en medio verde brillante son opacas translúcidas de color rosa o rojo oscuro y el medio que los rodea va de rosáceo a rojo). Para seleccionar y purificar las colonias, seleccionar 5 colonias típicas de cada medio selectivo, aislar y sembrar en agar TSI y en LIA, si en alguna placa se sospecha de contaminación de otras enterobacterias, con un asa inocular en caldo tetracionato y el caldo selenito cistina. Para la confirmación bioquímica realizar una prueba exploratoria de los cultivos purificados evitando rozar el agar selectivo, tocar con la aguja solo el centro y la superficie de la colonia seleccionada, inocular el agar TSI y LIA, inocular sin flamear la aguja los dos medios. Sembrar por picadura la columna del agar y la superficie inclinada en estrías, tapar con un tapón flojo. Incubar los tubos a $36 \pm 1^\circ\text{C}$ por 24 (TSI) y 48 (LIA) horas. Si se presenta una coloración del medio rosa o cereza intenso la reacción es positiva, el medio inalterado es una reacción negativa (las salmonelas dan reacción negativa).

Prueba de la lisina-decarboxilasa, inocular en el fondo de la superficie líquida del caldo lisina- decarboxilasa, inhibir con vaselina líquida estéril, incubar por 24 horas a 37°C , la reacción es positiva si el medio se pinta púrpura, el cambio de color a amarillo es reacción negativa, si no presenta ningún color añadir una o dos gotas de una solución al 0.2% de púrpura bromo cresol y proceder a la lectura del resultado, (las salmonelas dan respuesta positiva).

Prueba galactosidasa, en un tubo estéril realizar una suspensión bacteriana densa con 0,5 mL de solución salina estéril, agregar una gota de tolueno y agitar, incubar en baño de agua a 37°C durante 10 minutos, añadir 0,25 mL de solución tamponada 0,0133 M de ONPG, agitar e incubar en baño de agua a 37°C por 24 horas, la reacción es positiva cuando se presenta color amarillo, generalmente la reacción se aprecia antes de tres horas (salmonelas la reacción es negativa).

Prueba Voges- Proskauer, sembrar en un tubo de caldo glucosa fosfato (caldo MR-VP) incubar el cultivo en análisis a 37°C entre 24 a 48 horas, después

añadir con cuidado y agitar el tubo después de cada solución añadida: Solución alcohólica de naftol al 6%: 3 gotas, Solución de KOH al 40% 2 gotas, Solución de creatina al 0,5% 2 gotas para acelerar la reacción, luego de 4 horas leer el resultado (las salmonelas dan reacción negativa).

Prueba Indol, sembrar en un tubo triptona el cultivo en análisis, incubar por 24 horas a 37 °C, adicionar 0.2 o 0.3 mL del reactivo Kovacs, el color rojo oscuro en la capa del reactivo indica reacción positiva, amarillo reacción negativa (las salmonelas presentan reacción negativa).

Prueba fenilalanina-desaminasa, sembrar en estría sobre la superficie inclinada de agar fenilalanina, incubar a 37 °C por un día, añadir unas gotas de solución de cloruro férrico 0.5 M, la reacción es positiva si se presenta un color verde azulado oscuro (las salmonelas dan reacción negativa).

Prueba del citrato, sembrar en estría sobre la superficie inclinada de agar citrato de Simmon, incubar durante 24 a 48 horas a 37 °C, si el color del medio es azul fuerte la reacción es positiva (la mayoría de salmonelas dan reacción positiva).

Método para el Recuento de mohos y levaduras según la AOAC997.02

Preparar una dilución de la muestra utilizando uno de los siguientes diluyentes estériles: agua de peptona la 0,1%, Buffer de agua peptona método ISO 6579), solución salina (0,85 - 0,90 %), tampón Butterfield, diluyente de sal peptonada (método ISO 6887), caldo Lethen libre de bisulfato o agua destilada. Colocar la placa Petrifilm en una superficie plana y nivelada. Levantar la lamina semitransparente superior, con la pipeta colocar 1 ml de la muestra. Liberar la película superior sosteniendo el sujetador y colocar el dispersor de mohos y levaduras sobre la placa. Presionar firmemente el dispersor para distribuir la muestra sobre el área circular. Levantar el dispersor, esperar un minuto a que se solidifique el gel y proceder a la incubación. Incubar las placas cara arriba por 5 días entre 21°C y 25°C, proceder al recuento de colonias.

3.2.5.3 Frecuencia de análisis

Los análisis se realizaron al día 0, 15 y 35 de la fecha de elaboración del snack cárnico.

3.2.5.4 Condiciones de almacenamiento

Las muestras se almacenaron bajo las siguientes condiciones de temperatura 4°C, 18°C y 40°C, humedad relativa 75%.

La humedad y temperatura se consiguen al colocar muestras en cámaras isotermas las cuales mantienen las condiciones estables a lo largo del estudio.

3.3 Diseño Experimental y Análisis Funcional

Al no ser homogéneas las unidades experimentales en este estudio la variación puede ocultar los verdaderos efectos de los tratamientos, por esta razón se consideró al Diseño de Bloques Completos al Azar como la herramienta estadística para el análisis de datos, acompañado de un experimento factorial que contribuye al ordenamiento o arreglo de los tratamientos para obtener información de la interacción que podría existir entre los tratamientos; dado el diseño del experimento se utilizó la rigurosa prueba de Tukey para compararla significancia de las medias de los tratamientos.

Para el estudio se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con arreglo factorial 3^2 con 9 tratamientos y 3 bloques (tipo de empaque) obteniéndose 27 unidades experimentales y para el análisis de datos se utilizó un “Análisis de Varianza” (ANOVA) y una prueba de diferenciación de medias con “T” Tukey con un alfa del 5%.

3.3.1 Bloques

- Tratamiento A: Empaque primario PET
- Tratamiento B: Empaque primario BOPP mate/BOPP Metal/PEBD transparente
- Tratamiento C: Empaque primario Papel Kraft/BOPP Metal/PEBD transparente

3.3.2 Tratamientos

Tabla 8.

Tratamientos Vida Útil Beef Jerky

TRATAMIENTO	TEMPERATURA	TIEMPO (días)
T1	4°C	0
T2	4°C	15
T3	4°C	35
T4	18°C	0
T5	18°C	15
T6	18°C	35
T7	40°C	0
T8	40°C	15
T9	40°C	35

3.3.3 Variables de respuesta

Tabla 9.

Variables de respuesta Vida Útil Beef Jerky

PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO
Proteína (factor 6.25)	%	AOAC 2001.10
Humedad	%	AOAC 925.10
<i>Escherichia coli</i> (Recuento)	ufc/g	AOAC 991.14
Recuento de mohos	ufc/g	AOAC 997.02
Recuento de levaduras	ufc/g	AOAC 997.02
<i>Salmonella spp</i>	P/A	AOAC 2013.09

Tomado de: INEN, 2012.

NOTA: Las variables de respuesta se determinaron en base a la norma "NTE INEN 1318:2012 Carne y Productos Cárnicos, Productos Cárnicos Curados, Productos Cárnicos Curados – Madurados y Productos Cárnicos Pre-cocidos Cocidos. Requisitos" Tabla No.10 Requisitos microbiológicos para productos cárnicos cocidos.

3.4 Análisis sensorial del Beef Jerky

La evaluación sensorial agrupa técnicas para medir las respuestas de los consumidores sobre alimentos y/o productos y así minimizar los efectos de sesgo de información que podrían afectar en la percepción del consumidor. El estudio sensorial sugiere el método de prueba apropiado para responder la pregunta que se busca sobre el producto en estudio (Carpenter, Lyon & Hasdell, 2002).

Las características sensoriales podrían afectar al momento de decidir comprar o no el snack tipo *Beef Jerky*, dentro de las características sensoriales y organolépticas, la textura es la característica más notable en este tipo de producto (Westen, 2002) (Lepetit, 2007, pp. 147-159.).

La composición de la textura de la carne es compleja, debido a la estructura del músculo y los tratamientos específicos *post-mortem*. Se han desarrollado métodos instrumentales con el fin de obtener información cuantitativa acerca de este atributo, sin embargo la acción de trituración por mordida del sistema de masticación no logra ser igualada; con relación a la textura existen dos enfoques, el primero de tipo intrínseco (aplicación sobre la muestra de una fuerza) y el segundo de tipo sensorial mediante un panel. El estudio de la textura del alimento depende de propiedades definidas, estructura, fibras, poros y la interacción con el proceso de masticación, por otro lado las evaluaciones instrumentales comprenden deformación, aplastamiento, movimiento y estados de esfuerzo, miden una propiedad definida y controlada (Rosenthal, 2001).

Para este estudio participaron 33 jueces consumidores (la bibliografía en cuanto a estudios sensoriales menciona que a partir de 30 jueces torna a la prueba como confiable y robusta), como se indica en la Tabla 10. con este número de personas la distribución del producto envasado en los diferentes empaques se repite el mismo número de veces en la posición 1, posición 2, posición 3, cubriendo todas las posibles combinaciones y nivelando el experimento al 100%, de tal manera se disminuye la probabilidad de errores con respecto a la posición de la muestra así como de comparación entre las muestras (Rosenthal, 2001).

Se evaluó el atributo textura mediante el uso de una escala descriptiva de 5 puntos, donde a cada panelista se le presentó una muestra de *Beef Jerky* a diferentes tiempos de deshidratación (tabla 12), asimismo con el fin de objetivizar los rangos de textura de acuerdo a los distintos tiempos de deshidratación se procedió a medir la resistencia al corte mediante el uso de un penetrómetro, estos datos se presentan en tabla 13.

Tabla 10.

Presentación de los diferentes tratamientos

Posición de presentación al consumidor	BOPP	PET	KRAFT	Sumatoria
1	11	11	11	33
2	11	11	11	33
3	11	11	11	33
Sumatoria	33	33	33	

Tabla 11.

Rango de evaluación de la dureza para el snack cárnico

Rango	Textura
5	Muy duro
4	Duro
3	Poco duro
2	Blando
1	Muy blando

NOTA: Escala descriptiva de 5 puntos para la evaluación sensorial del snack.

Tabla 12.

Datos Prueba sensorial Beef jerky

RANGO	TIEMPO DESHIDRATACIÓN (HORAS)	DE TEXTURA
5	12	Muy duro
4	7	Duro
3	6	Poco duro
2	2	Blando
1	1	Muy blando

NOTA: Para el análisis de la textura el tiempo de deshidratación fue determinado en base a la experimentación a partir del tiempo establecido por el proceso de elaboración del snack que es de 7 horas de deshidratación.

Tabla 13.

Datos Prueba instrumental Beef jerky

HORAS DE DESHIDRATACIÓN (HORAS)	RESISTENCIA AL CORTE (N)
12	123,58
7	91,2
6	85,9
2	61,01
1	46,7

NOTA: Datos promedio obtenidos mediante el uso del penetrómetro de la resistencia al corte del snack cárnico a los distintos tiempos de deshidratación bajo los cuales se realizó el estudio sensorial.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con respecto a los parámetros microbiológicos de *Salmonella* y *E Coli*, los análisis mostraron ausencia para estas dos variables de respuesta durante todo el tiempo del estudio, estos resultados están en conformidad con la norma y además se demuestra la importancia de utilizar buenas practicas higiénicas durante el proceso de elaboración del snack.

En la Tabla 14. se exhiben los resultados de los análisis de proteína del producto *Beef Jerky*, donde se puede observar una mínima variación, lo que indica que el tiempo y la temperatura de los diferentes tratamientos no afecta a este macronutriente durante el estudio.

Tabla 14.

Resultados de los análisis bromatológicos de proteína

TRATAMIENTOS		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
BLOQUES	KRAFT/BOPP	55,89	56,32	56,31	56,29	56,30	56,31	56,32	56,27	56,32
	BOPP METAL	58,87	58,49	58,28	58,27	58,27	58,35	58,21	58,32	58,24
	PET	57,99	57,30	57,30	57,28	57,29	57,34	57,71	57,29	57,35

NOTA: Los valores están representados en % p/p.

Tabla 15.

ANOVA de la variable proteína

FV	G.L.	SC	CM	Fc	Ft	SIGNIFICANCIA
TOTAL	26	21,07				
TRATAMIENTOS	8	0,23	0,03	0,60	2,59	NS
BLOQUES	2	20,07	10,04	209,56	3,63	*
TEMPERATURA	2	0,06	0,03	0,67	3,63	NS
TIEMPO	2	0,07	0,04	0,78	3,63	NS
TEMPERATURA X TIEMPO	4	0,09	0,02	0,47	3,01	NS
ERROR EXPERIMENTAL	16	0,77	0,05			

La Tabla 15. hace referencia a la existencia de una diferencia significativa entre bloques (empaques); se puede decir que esto es resultado de las propias características de la carne (cantidad de grasa, carbohidratos y humedad), puesto que dentro del mismo corte de carne existe variación de estos macronutrientes.

Los resultados de los análisis microbiológicos de Mohos y levaduras obtenidos durante el tiempo del estudio se presentan en la tabla 16.

Tabla 16.

Resultados de los análisis microbiológicos: Recuento de Mohos y Levaduras

TRATAMIENTOS		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
BLOQUES	KRAFT/BOPP	-	3	10	1	5	18	8	68	166
	BOPP METAL	1	2	5	-	3	8	1	9	59
	PET	-	4	8	1	3	15	6	57	138

NOTA: Valores expresados en ufc/g.

Tabla17.

ANOVA para la variable de Mohos y Levaduras

FV	G.L.	SC	CM	Fc	Ft	SIGNIFICANCIA
TOTAL	26	45724,07				
TRATAMIENTOS	8	37500,07	4687,51	12,45	2,59	*
BLOQUES	2	2200,96	1100,48	2,92	3,63	NS
TEMPERATURA	2	16283,19	8141,59	21,63	3,63	*
TIEMPO	2	9640,96	4820,48	12,81	3,63	*
TEMPERATURA X TIEMPO	4	11575,93	2893,98	7,69	3,01	*
ERROR EXPERIMENTAL	16	6023,04	376,44			

Los datos de la Tabla 17. indican que existe diferencia significativa entre los tratamientos, el tiempo, la temperatura y entre la temperatura por el tiempo, lo que significa que al someter al producto a las diferentes temperaturas (4°C, 18°C y 40°C) a los diferentes tiempos (0,15,35 días) existe un cambio en la carga microbiológica, el cual no se evidencia cuando se comparan los bloques (empaques), es decir que la proliferación de mohos y levaduras es independiente del tipo de empaque primario usado.

De acuerdo a la prueba de diferenciación de medias Tukey, la temperatura de 40°C es la que presenta mayor incidencia en el crecimiento de mohos y levaduras, esto se debe a que la curva de crecimiento de los microorganismos es mayor a temperaturas entre 25°C a 40°C, alcanzando su pico de crecimiento entre los 35°C y 38°C. Adicionalmente a 4°C los mohos y levaduras se encuentran en fase de latencia. (Mossel, Moreno y Struijk, 2006).

Tablac 18.

Resultados de los análisis bromatológicos de humedad del snack cárnico

TRATAMIENTOS		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
BLOQUES	KRAFT/BOPP	30,40	30,49	31,36	30,40	30,54	32,42	30,40	31,50	35,50
	BOPP METAL	29,89	29,87	30,00	29,89	29,90	30,02	29,89	30,02	30,42
	PET	32,02	32,47	32,66	32,02	32,50	33,71	32,02	33,10	41,00

NOTA: Valores expresados en % p/p

Tabla 19.

ANOVA de la variable humedad

FV	G.L.	SC	CM	Fc	Ft	SIGNIFICANCIA
TOTAL	26	144,45				
TRATAMIENTOS	8	58,38	7,30	3,88	2,59	*
BLOQUES	2	56,01	28,01	14,90	3,63	*
TEMPERATURA	2	13,92	6,96	3,70	3,63	*
TIEMPO	2	25,83	12,91	6,87	3,63	*
TEMPERATURA X TIEMPO	4	18,63	4,66	2,48	3,01	NS
ERROR EXPERIMENTAL	16	30,06	1,88			

Mediante la Tabla 18. se expone la existencia de una diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, bloques, temperaturas y tiempos durante el estudio con respecto a la humedad, mientras que en las Tablas 18 y 19 se indica que la única temperatura y tiempo que presentan una diferencia significativa es 40°C y 35 días del estudio, por lo que la principal variabilidad radica en la permeabilidad de los empaques utilizados.

Tabla 20.

Rangos de medias de tratamientos (tiempo por temperatura)

TRATAMIENTO	T9	T6	T8	T3	T5	T2	T1	T4	T7
MEDIA	35,64	32,05	31,34	31,34	30,98	30,94	30,77	30,77	30,77
	A	B	B	B	B	B	B	B	B

Tabla 21.

Rangos de medias de bloques (empaques)

TRATAMIENTO	PET	KRAFT/BOPP	BOPP METAL
MEDIA	33,36	31,31	29,96
	A	B	C

Como se evidencia en la prueba de diferenciación de medias de la Tabla 21, el mejor material de empaque como barrera en este estudio es el BOPP metalizado.

Tabla 22.

Resultados de la prueba descriptiva del Beef Jerky

TRATAMIENT O	CÓDIGO DE MUESTR A	SUMATORI A	MOD A	DUREZA 1	DUREZA 2	DUREZA 3	DUREZA 4	DUREZA 5
PET	541	109	3	0	3	18	11	1
BOPP/MET	815	124	4	0	1	8	22	2
KRAFT	675	120	4	0	0	13	19	1

La tabla 22. indica el resultado de la prueba descriptiva para la evaluación de la dureza del snack realizada a 33 jueces, como se puede observar el rango de dureza principalmente está distribuido entre la dureza 3 y 4 correspondiendo a poco duro y duro respectivamente.

Tabla 23.

Análisis de significancia prueba descriptiva para los empaques

MUESTRA	PET	BOPP/MET	KRAFT
Código	541	815	675
Sumatoria	109	124	120
PET-BOPP METAL	15		NS
PET-KRAFT	11		NS
BOPP METAL-KRAFT	4		NS
Estadístico Crítico		20,00	

La Tabla 23. indica los resultados del análisis de significancia de la prueba descriptiva de dureza, para determinar este resultado se uso la Tabla 7. “Diferencia de sumatoria ordinal absoluta crítica de todos los tratamientos (comparación al nivel de significancia 5%)” del libro Métodos de Evaluación Sensorial, se puede observar las diferencias de los rangos de dureza entre los empaques (PET- BOPP metalizado =15) (PET - Kraft = 11) (BOPP metalizado – Kraft = 4) son menores a 20 (valor estadístico crítico), lo que expresa que no existe diferencia estadísticamente significativa en cuanto al nivel de dureza del producto en ninguno de los tres empaques del estudio.

Tabla 24.

Análisis de significancia prueba descriptiva para rangos de dureza

RANGO	DUREZA 1	DUREZA 2	DUREZA 3	DUREZA 4	DUREZA 5
Sumatoria	0	4	39	52	4
Dureza 1-Dureza 2		4		NS	
Dureza 1-Dureza 3		39		*	
Dureza 1-Dureza 4		52		*	
Dureza 1-Dureza 5		4		NS	
Dureza 2-Dureza 3		35		*	
Dureza 2-Dureza 4		48		*	
Dureza 2-Dureza 5		0		NS	
Dureza 3-Dureza 4		13		NS	
Dureza 3-Dureza 5		35		*	
Dureza 4-Dureza 5		48		*	
Estadístico Crítico			35		

Como se observa en la Tabla 24. el rango de dureza entre 3 (poco duro) - 4 (duro) no presenta diferencia estadísticamente significativa entre si, sin embargo como indica la Tabla 23. existe diferencia cuando se los comparan con los otros rangos (Dureza 1-2-5), lo que es consecuente con lo esperado en el snack dentro del período de vida útil, puesto que si los jueces elegían el rango de dureza 1 – 2 (blando y muy blando) el producto podría incurrir en problemas de inocuidad (ver Tabla 11), de la misma manera si los consumidores caracterizaban al producto en el rango 5 (muy duro) el producto presentaría problemas de calidad.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Al utilizar los dos tipos de empaques primarios (BOPP mate/BOPP metal/PEBD transparente y Papel Kraft/BOPP Metal/PEBD transparente) se obtiene un aumento en la vida útil del snack cárnico tipo *Beef Jerky* de 30 días (testigo) a 90 días; por lo tanto se comprueba que los empaques en estudio tienen incidencia en el tiempo de vida útil fisicoquímica y microbiológica del snack cárnico.

Mediante el análisis sensorial descriptivo para la textura del snack cárnico se concluye, que los tres tipos de empaques presentan una aceptable barrera frente al medio ya que a pesar de existir una diferencia en el intercambio de humedad con el ambiente, los consumidores no detectaron un cambio en la dureza del producto y lo perciben como duro y poco duro, asignando principalmente un rango de dureza entre 3 y 4 (85.9 y 91.2 N).

Con respecto al contenido proteico(media general 57,35%), la diferencia que se presenta entre los diferentes empaques, se debe a las características propias de la carne, por el contrario, el cambio de humedad que presenta el snack durante el estudio de vida útil realizado, es consecuencia de la diferencia en la permeabilidad de los materiales (BOPP metalizado, PET y empaque de papel Kraft). Considerando el contenido de proteína, el cambio de humedad del producto y la carga microbiana, se concluye que el mejor empaque para este tipo de producto es el BOPP metalizado por sus propiedades de barrera frente a la luz, oxígeno y humedad; adicionalmente este material contribuye a conservar la textura, atributo de importancia según los consumidores.

La inocuidad del snack cárnico no solo está determinada por el empaque primario más idoneo en cuanto a la permeabilidad de vapor de agua, intercambio de gases con el ambiente y protección contra la luz, sino también por uso de materias primas que cumplan los estándares microbiológicos y de calidad determinados en la normativa y al buen manejo de buenas prácticas de

manufactura, esto se evidencia en los resultados obtenidos en los análisis microbiológicos de *Salmonella spp* y *E. Coli* presentando ausencia en este estudio para ambos casos.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda realizar un estudio sensorial comparativo de preferencia y nivel de agrado del snack cárnico tipo *Beef Jerky* frente a otras marcas competidoras en el mercado. Asimismo profundizar el estudio en cuanto a la textura utilizando un mayor número de consumidores, con el fin de minimizar el error experimental o bien entrenar a consumidores habituales para formar un panel de jueces expertos para este tipo de productos.

Con referencia al estudio de la incidencia del empaque sobre la vida útil del snack, se recomienda para futuros estudios, aumentar el número de registros de las diferentes temperaturas con la finalidad de determinar las cinéticas de reacción tanto microbiológicas como fisicoquímicas y así determinar el tiempo de vida útil mediante un estudio de estabilidad acelerado. Asimismo se recomienda el uso de una mayor variedad de empaques (incluir empaques biodegradables) de referencia, además de aumentar el número de variables de respuesta entre las que se puede incluir, resistencia mecánica al corte, oxidación lipídica y digestibilidad proteica.

De la misma manera, se podría conducir otro estudio en el cual no solo se evalúe la incidencia del empaque, sino también se realice una comparación entre diferentes tipos de cortes de carne (magros y no magros), tomando en cuenta que la materia prima para la elaboración del *Beef Jerky* no siempre es un corte *premium*.

Por último se recomienda realizar un estudio financiero costo-beneficio para determinar la viabilidad del uso de los diferentes empaques en estudio.

Referencias

- Arcsa. (2015). *Resolución Arcsa DE-067-2015-GGG*. Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria. Ministerio de Salud Pública del Ecuador. Recuperado el 7 de Octubre de 2017 de http://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/12/Resolucion_ARCSA-DE-067-2015-GGG.pdf
- Arcsa. (2016). *Guía de referencia para elaboración de estudios de estabilidad en alimentos procesados*. Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria. Recuperado el 7 de Octubre de 2017 de http://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/12/IE-D.1.4-ALI-02_Instructivo_Externo_Estudio_de_Estabilidad.pdf
- Barriga M, Chimpén L, Salas A, Gallo M. (2008). *Evaluación de la vida de anaquel de hojuelas de pescado*, Instituto Tecnológico Pesquero del Perú, Perú.
- Bolumen, S. (2005). *Vida útil de los alimentos envasados*. Instituto de investigaciones para la industria alimenticia. Colombia.
- Burd NA, Tang JE, Moore DR, Phillips SM. (2009). *Exercise training and protein metabolism: influences of contraction, protein intake, and sex-based differences*. J Appl Physiol.
- Blomstrand E, Eliasson J, Karlsson HK, Kohnke R.(2006). *Branched chain amino acid activate key enzymes in protein synthesis after physical exercise*. J Nutr.
- Brody, A. (2003). *Predicting package food Shelf Life*. Food Technology. Recuperado el 7 de Octubre de 2017 de <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201300959413>
- Cantillo, Juan A Fernandez, Carlos M y otros. (1994). *Durabilidad de los Alimentos. Métodos de Estimación*. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. La Habana. Cuba.

- Carpenter, R. P., Lyon, D. H. & Hasdell, T. A. (2002). *Análisis sensorial en el desarrollo y control de la calidad de alimentos*. Zaragoza, España: Ed. Acribia.
- Carr MA, Miller MF, Daniel DR, Yarbrough CE, Petrosky JD, Thompson LD. (1997). *Evaluation of the physical and sensory properties of jerky processed from emu, beef and turkey*. J Food Quality.
- Casp, A. & April, J. (1999). *Procesos de conservación de alimentos*: Ediciones Mundi Prensa. Madrid
- Codex Alimentarius. (2017). *Etiquetado de los Alimentos*. Quinta Edición. Organización Mundial de la Salud. Roma. Recuperado el 7 de Octubre de 2017 de <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/es/>
- Covino, R. (2017). *Not your Father's Jerky, Candy & Snacks, Convenience Store News*, September. Recuperado el 7 de Octubre de 2017 de <https://csnews.com/todays-meat-snacks-are-not-your-fathers-jerky>
- Della Rocca, Patricia. (2010). *Secado de alimentos por métodos combinados: Deshidratación Osmótica y secado por microondas y aire caliente*. Buenos Aires.
- FPA Flexible Packaging Association. (2017) . *Fighting Food Waste Thinking outside the box*. Recuperado el 7 de Octubre de 2017 de <https://www.flexpackmag.com>
- Flores, J. (1994). *Evaluación de la calidad de los productos cárnicos. Problemática de la normativa de embutidos crudos-curados*. Eurocarne.
- FSIS.(1999). *Appendix A: Compliance Guidelines For Meeting Lethality Performance Standards For Certain Meat and Poultry Products*. Recuperado el 7 de Octubre de 2017 de <https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/212e40b3-b59d-43aa-882e-e5431ea7035f/95033F-a.pdf?MOD=AJPERES>
- FAO. (2015). *Global Initiative on Food loss and waste Reduction*. Rome. Recuperado el 7 de Octubre de 2017 de <http://www.fao.org/3/a-i4068e.pdf>
- Hough, G. Et al. (2003). *Survival analysis applied to sensory shelf life in foods*. In Journal of Science. Vol 68.

- INEN. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1338:2012. *Carne y Productos Cárnicos, Producto Cárnicos Crudos, Productos Cárnicos Curados-Madurados y Productos Cárnicos Pre-cocidos – Cocidos requisitos*. Tercera revisión. Quito Ecuador. Recuperado el 7 de Octubre de 2017 http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/NORMAS_2014/ACO/17122014/nte-inen-1338-3r.pdf
- Kennet, J. Valentas, Rotstein, Enrique, Sing, Paul R. (1997). *Handbook of Food Engineering Practice*. CRC Press, New York.
- Konieczny P, Stangierski J, Kijowski J. (2007). *Physical and chemical characteristics and acceptability of home style beef jerky*. Meat Sci.
- Labuza, T. (2000). *The search for shelf life*. Food testing analysis. Determination of shelf life of foods. Recuperado el 7 de Octubre de 2017 de <https://es.scribd.com/doc/234072180/Shelf-Life-LABUZA-1-lectura-1>
- Lazic, V. Budinsky S, Gvozdenovic J, Simendic B. (2009). *Barrier properties of coated and laminated polyolefin films for food packaging*. University of Novi Sad, Faculty of Technology, Bulevar Cara Lazara. Serbia.
- Lepetit, J. (2007). *A theoretical approach of the relationships between collagen content, collagen cross links and meat tenderness*. Meat Science.
- Lonnescker, SM, Boyle E, Getty K, Buege D, Ingham S, Searls G, Harper N, (2010). *Production methods and product characteristics of jerky produced by small and very small processing businesses*. J Muscle Foods.
- Man, C.M.D and JONES, A. A. (1994). *Shelf Life Evaluation for Food*. Blackie Academic And Professional, London.
- Mamani-Linares, Willy, Cayo Faustina. (2014). *Características fisicoquímicas de charque de bovino (Bos Taurus) y caballo (Equuscaballus)*. Journal of the Selva Andina Anim Sci. Bolivia.
- Mossel, D. A. A., Moreno, B., Struijk, C.B. (2006). *Microbiología de los Alimentos Fundamentos ecológicos para garantizar y comprobar la*

- integridad (inocuidad y calidad) microbiológica de los alimentos.* Editorial Acribia. Zaragoza. España.
- Neff R, Spiker M, Truant P. (2015). *Waste Food: U.S. Consumer's reported awareness, attitudes and behaviors*, PLOS ONE, Journal. U.S
- Parfitt, J., Barthel, M. y Macnaughton, S. (2010). *Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050*. Philosophical Transactions of the Royal Society. Recuperado el 7 de Octubre de 2017 de <http://rstb.royalsocietypublishing.org/content/365/1554/3065.short>
- Packaged Facts. (2015). *Sweet baked goods: U.S. Market Trends*. Pub ID: LA5654968. Recuperado el 7 de Octubre de 2017 de <http://www.packagedfacts.com/Sweet-Baked-Goods-9524885/>
- Quintana. J, Cornejo F, Cedeño A. (2007). *Análisis y Diseño de Empaques Flexibles para Alimentos*. Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. Revista Tecnológica ESPOL, Vol. 20, N.1.
- Quinton. RD, Cornforth DP, Hendricks DG, Brennand CP, Su YK. (1997). *Acceptability and composition of some acidified meat and vegetable stick products*. J Food Sci 62.
- Raikar, J.R. (2017). *Polymers in Flexible Packaging*. Packaging Innovators. India.
- Ramirez-Cardenas, L. (2015). *Effect of drying time and different beef muscles cuts on physicochemical and sensory characteristics of dried meat (Jerky)*. Avances en Ciencias e Ingenierías. Recuperado el 7 de Octubre de 2017 de https://www.usfq.edu.ec/publicaciones/avances/archivo_de_contenidos/Documents/volumen_7_numero_1/C31-7-1-2015.pdf
- Rosenthal, A. (2001). *Textura de los alimentos, Medida y percepción*. Editorial Acribia. Zaragoza. España.
- Rahman, M y Labuza, T. (1999). *Water activity and Food Preservation*. In Handbook of Food Preservation Ed Rahman, Marcel Dekker. New York.
- Selke, Susan. Culter John, and Hernandez, Ruben. (2004). *Plastics Packaging: Properties, Applications and Regulations*. Hanser, Munich,

- Sloan, A. E. (2013). *Consumers Have a Taste for Texture*. FoodTechnology. Volume 67, No.11.
- PIRA. (2017). *The Future of Flexible Packaging to 2022*. Disponible en Pira: Recuperado el 7 de Octubre de 2017 de <http://www.smitherspira.com>
- Weston, A.; Rogers, R.; PAS; Althen, T. (2002). *The Role of Collagen in Meat Tenderness*. The Professional Animal Scientist 18.
- Woollard, D. (2014). *Overcoming the Health and Taste Challenge in Snack Food Manufacturing*. Food Marketing & Technology key no. 83778.
- US Dept. of Health, Education and Welfare Public Health Service Food and Drug Administrations. *Water activity (Aw) in Foods*. Recuperado el 7 de Octubre de 2017 de <http://fsis.usda.gov/wps/portal/fsis/>
- Yang. H-S, hwang Y-H, Joo S-T, Park G-B.(2009). *The physicochemical and microbiological characteristics of pork jerky in comparison to beef jerky*. Meat Sci 82.
- Zumala Cárregui Rodríguez, J.M. (2000). *Métodos físicos-químicos utilizados en el control de calidad de la carne y productos cárnicos*. Cárnica 75.

