

## Límites tolerables de coliformes fecales en la conservación de carne bovina envasada al vacío, almacenada a 0° C

### Tolerable limits of fecal coliforms in the conservation of vacuum-packed beef stored at 0° C

Camacho-Rioja María Deisy<sup>1\*</sup>, Asfura-Telchi Jorge<sup>1</sup>, Huarachi-Chirilla Cinthia<sup>2</sup>

#### Datos del Artículo

<sup>1</sup>Universidad Autónoma Gabriel René Moreno.  
Facultad de Ciencias Veterinarias.  
Salud Pública Veterinaria.  
Ciudad universitaria, Av. 26 de febrero.  
Tel: +591-33542014, fax: +591- 3537676.  
Santa Cruz, Estado Plurinacional de Bolivia.

<sup>2</sup>Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e  
Inocuidad Alimentaria.  
Av. Ejército Nacional 141.  
Tel: +591-33321523, fax: +591-3321787.  
Santa Cruz, Estado Plurinacional de Bolivia.

**\*Dirección de contacto:**

Universidad Autónoma Gabriel René Moreno.  
Facultad de Ciencias Veterinarias.  
Salud Pública Veterinaria.  
Ciudad universitaria, Av. 26 de febrero.  
Tel: +591-33542014, fax: +591- 3537676.  
Santa Cruz, Estado Plurinacional de Bolivia.

**María Deisy Camacho-Rioja**

E-mail address: [maricamacho@uagrm.edu.bo](mailto:maricamacho@uagrm.edu.bo)

#### Palabras clave:

Límites fecales,  
preservación,  
pH,  
carne bovina,  
*Escherichia coli*.

*J. Selva Andina Anim. Sci.*  
**2023; 10(2):96-104.**

ID del artículo: [130/JSAAS/2023.](https://doi.org/10.15446/jsaas.2023.10.02.001)

#### Historial del artículo

Recibido marzo, 2023.  
Devuelto junio 2023  
Aceptado agosto, 2023.  
Disponible en línea, octubre, 2023.

**Editado por:**  
**Selva Andina  
Research Society**

#### Keywords:

Faecal limits,  
preservation,  
pH,  
beef,  
*Escherichia coli*

#### Resumen

El pH y la temperatura son parámetros fundamentales para el almacenamiento y mantenimiento de la calidad de la carne bovina. El propósito del presente trabajo fue evaluar la vida útil de la carne proveniente de 120 muestras de 10 novillos, durante 3 meses de almacenamiento a 0° C y envasada al vacío. Para ello se hizo una medición 48 h *post mortem* en 3 rangos de pH: <5.8, 5.9 y 6 a 7 para cuantificar *Escherichia coli* y aerobios mesófilos. Respecto al factor sensorial se evaluó sabor, color, olor y textura de la carne. La evaluación de las muestras se realizó mensualmente. El análisis estadístico correspondió al diseño de bloques al azar, aplicándose la prueba de Tukey al 5 y 1 %. Los mesófilos, fueron 6.8x10<sup>6</sup> a 10x10<sup>6</sup> UFC/g, *E. coli* que desarrolló entre 1.75 a 2.5 UFC/g. El crecimiento bacteriano presentó valores de 5.9 y 6 a 7 de pH, valores desfavorables según la norma boliviana 310017. En la evaluación de *E. coli* no presentó diferencia estadística significativa (p>0.05), sin embargo, las bacterias aeróbicas presentaron diferencia significativa los meses de estudio (p<0.01). El análisis sensorial no evidenció variaciones hasta el 2 mes de conservación, deteriorándose después con pH mayor a 5.9 en carne almacenada al vacío durante 3 meses, esto significa que sus características sensoriales y microbiológicas no están dentro los parámetros normales. Se concluye que la carne con pH intermedio y alto no debe ser envasada al vacío ni almacenada por más de 3 meses, ya que pierde sus características organolépticas. Sin embargo, la carne con pH bajo y almacenada a baja temperatura mantuvo su calidad durante 3 meses, por ello se considera que el pH y la temperatura son factores importantes para controlar el crecimiento microbiano y mantener la calidad de la carne.

2023. *Journal of the Selva Andina Animal Science*®. Bolivia. Todos los derechos reservados.

#### Abstract

pH and temperature are fundamental parameters for the storage and maintenance of beef quality. The purpose of the present work was to evaluate the shelf life of meat from 120 samples of 10 steers, during 3 months of storage at 0° C and vacuum packed. For this purpose, a measurement was made 48 h post mortem in 3 pH ranges: <5.8, 5.9 and 6 to 7 to quantify *Escherichia coli* and mesophilic aerobes. Regarding the sensory factor, flavour, colour, odour and texture of the meat were evaluated. Samples were evaluated monthly. The statistical analysis corresponded to the randomized block design, applying the Tukey test at 5 % and 1 %. The mesophiles, were 6.8x10<sup>6</sup> to 10x10<sup>6</sup> CFU/g, *E. coli* that developed between 1.75 to 2.5 CFU/g. Bacterial growth showed values of 5.9 and 6 to 7 pH, unfavourable values according to Bolivian standard 310017. In the evaluation of *E. coli*, there was no significant statistical difference (p>0.05), however, aerobic bacteria showed a significant difference in the months of study (p<0.01). The sensory analysis did not show variations until the 2nd month of conservation, deteriorating afterwards with pH higher than 5.9 in meat stored under vacuum for 3 months, which means that its sensory and microbiological characteristics are not within the normal parameters. It is concluded that meat with intermediate and high pH should not be vacuum packed or stored for more than 3 months, as it loses its organoleptic characteristics. However, meat with low pH and stored at low temperature maintained its quality for 3 months, therefore it is considered that pH and temperature are important factors to control microbial growth and maintain meat quality.

2023. *Journal of the Selva Andina Animal Science*®. Bolivia. All rights reserved.



## Introducción

La conservación y exportación de la carne es un proceso esencial en la industria cárnica, que implica aplicación de técnicas, y medidas que garanticen su calidad, seguridad del producto durante su transporte y almacenamiento. La conservación de la carne se refiere a la implementación de métodos, tecnologías que permitan prolongar la vida útil, evitando deterioro, conservando sus características organolépticas. Según Luzardo-Butria<sup>1</sup>, el envasado al vacío ayuda a prevenir la oxidación y desarrollo de microorganismos, al eliminar el oxígeno del envase<sup>2</sup>, además, puede mantener la calidad sensorial de la carne, como el color, textura, durante un período prolongado de tiempo<sup>3</sup>.

El uso de atmosferas controladas o modificadas también es común en la conservación de la carne, estas técnicas implican la modificación de la composición gaseosa del ambiente en el que se encuentra la carne, con el objetivo de prolongar su vida útil, Brody *et al.*<sup>4</sup>, pueden ayudar a inhibir el crecimiento de microorganismos y retrasar la oxidación de los componentes de la carne<sup>5</sup>.

La refrigeración permite mantener la carne a temperaturas bajas, lo que reduce el desarrollo de microorganismos retrasando los procesos de deterioro. Por otro lado, el congelamiento implica la reducción de la temperatura de la carne, por debajo de su punto de congelación, lo que detiene actividad microbiana y preserva la calidad del producto<sup>6</sup>.

La exportación de carne implica cumplir requisitos, regulaciones sanitarias y de calidad, establecidas por los países importadores. Según el Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras del Estado Plurinacional de Bolivia, existen protocolos específicos para la exportación de carne a diferentes países<sup>3</sup>.

Ganaderos y representantes del gobierno de Bolivia y China, señalaron que las Plantas Procesadoras del

Frigorífico del Oriente S.A (FRIDOSA) y el Madero Frigorífico Santa Cruz (FRIGOR S.A.) fueron los primeros en ser registrados para la exportación de carne deshuesada al país asiático, con una exportación de 40000 t en el año 2019 y se proyecta para el año 2025, 117000 t<sup>7</sup>.

El consumo anual en 2019 de carne bovina en Bolivia fue 217687 t, y per cápita anual de 21 kg, los principales departamentos productores fueron Santa Cruz y Beni, entre las ciudades de mayor consumo, Santa Cruz, La Paz y Cochabamba con el 71 % del total nacional. Bolivia necesita mercados para generar valor agregado a su economía mediante la diversificación de la oferta de los frigoríficos con productos de cortes especializados de elaboración al vacío. Otra estrategia de la industria cárnica en creciente desarrollo es ofrecer productos inocuos, higiénicos, de buena calidad<sup>2</sup>.

Los alimentos metabólicamente activados envasados al vacío, como las carnes, continúan con la actividad respiratoria, consumiendo pequeña cantidad de oxígeno presente en los tejidos del producto, lo que aumenta el vacío produciendo dióxido de carbono y vapor de agua. El aumento del CO<sub>2</sub> en el envase tiene ventajas como inhibidor frente a muchos microorganismos<sup>1,4</sup>.

La calidad es un término muy complejo, y no es la única definición válida para todos los niveles de la producción cárnica, implican características de composición del canal como determinantes del valor en el mercado y las más recientes consideran sus propiedades nutritivas, organolépticas, tecnológicas e higiénicas sanitarias<sup>8</sup>.

El propósito del presente estudio fue determinar los límites tolerables de coliformes fecales en carne envasada al vacío y conservada en refrigeración, mediante recuentos de bacterias aerobias mesófilas tota-

les, análisis sensorial de las características organolépticas de la carne bovina y vida útil de carne bovina en 3 rangos de pH.

## Materiales y métodos

El trabajo de investigación se realizó en FRIDOSA, ubicado a 10 km al Este de la ciudad de Santa Cruz. Para la realización del estudio se obtuvieron canales provenientes de 10 novillos de raza Nelore, que ingresaron a la sala de desposte, se colectaron 120 muestras, se midió el pH 48 h *post mortem*.

Se planteó una investigación cuantitativa experimental con 2 variables en estudio: pH de la carne bovina en 3 rangos: pH < 5.8 (normal), 5.9 (intermedio) y 6 a 7 (alto)<sup>8</sup> y su almacenamiento por un período de 3 meses a  $0\pm 1^\circ\text{C}$ <sup>4</sup>, envasada al vacío en cajas de cartón. Las muestras fueron tomadas en la sala de desposte de FRIDOSA. Las características organolépticas analizadas de sabor, color, olor y textura fueron evaluadas en carne cocida desde el inicio hasta el final de la prueba. La materia prima utilizada fue carne

de 10 vacunos categoría novillo. Se trabajó con el corte delantero (paleta), que corresponde al músculo tríceps braquial, se seleccionó 30 muestras para cada nivel de pH, dentro de las 48 h después de la faena. Para su medición se utilizó un pH-meter con electrodo de punción testo 230. Posteriormente el corte de paleta obtenido con un cuchillo esterilizado se dividió en 4 para hacer una muestra total de 120 cortes<sup>8</sup>. Para el análisis estadístico se aplicó el diseño bloques al azar, seguido de las pruebas de diferencia mínima significativa (DMS) y Tukey con una significancia del 5 y 1 %<sup>9-11</sup>.

En laboratorio se utilizó el método de análisis microbiológico Petrifilm Placa NB 32020<sup>12,13</sup> para el recuento en UFC de *Escherichia coli*. El recuento de los aerobios mesófilos totales se efectuó bajo la norma NB 32003 y NB 32016<sup>14,15</sup>.

El análisis sensorial (sabor, color, olor y textura) se evaluó en muestras de 3 cm de espesor, sometidas a cocción, bajo la norma del Sistema de Gestión de Seguridad Alimentaria ISO 22000<sup>1</sup> (Tabla 1).

**Tabla 1** Parámetros para análisis sensorial de la carne según rangos de pH<sup>9</sup>

Parámetros		Inicial	1 mes	2 mes	3 mes	
Sabor	Crudo	No procede	—			
	Cocido	Propio de la carne bovina	Propio	Propio	Ligeramente ácido	Ácido
Color	Crudo	Rojizo brillante	Rojizo	Rojizo	Rojo opaco	Marrón
	Cocido	Propio de la carne cocida	Propio	Propio	Marrón	Marrón
Olor	Crudo	Cárnico	Cárnico	Cárnico	Ligeramente ácido	Residual
	Cocido	Cárnico	Cárnico	Cárnico	Residual	Residual
Textura	Crudo	Normal	Normal	Normal	Ligeramente blanda	Blanda
	Cocido	Normal	Normal	Normal	Ligeramente blanda	Blanda

## Resultados

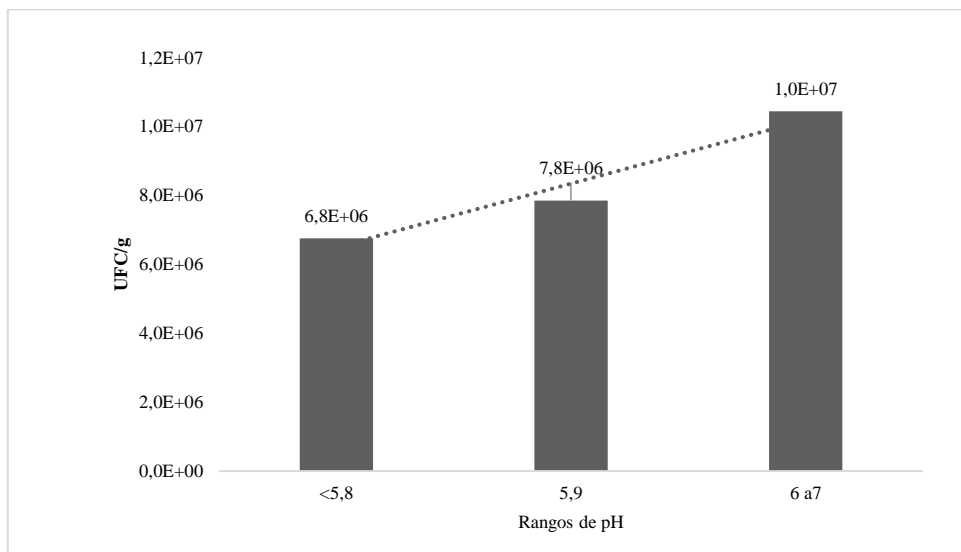
**Análisis microbiológico.** Los recuentos de las bacterias aerobias mesófilas totales desde el día 0 y al 3 mes, presentó diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre

los 3 niveles de pH y menor desarrollo fue del pH < 5.8 con  $6.8 \times 10^6$  UFC/g<sup>4,8</sup> (Figura 1). Al comparar el recuento de UFC de la carne envasada al vacío con los límites fijados por la norma boliviana IBNORCA  $1 \times 10^5$  UFC/g<sup>10</sup> para carne roja, fresca, refrigerada

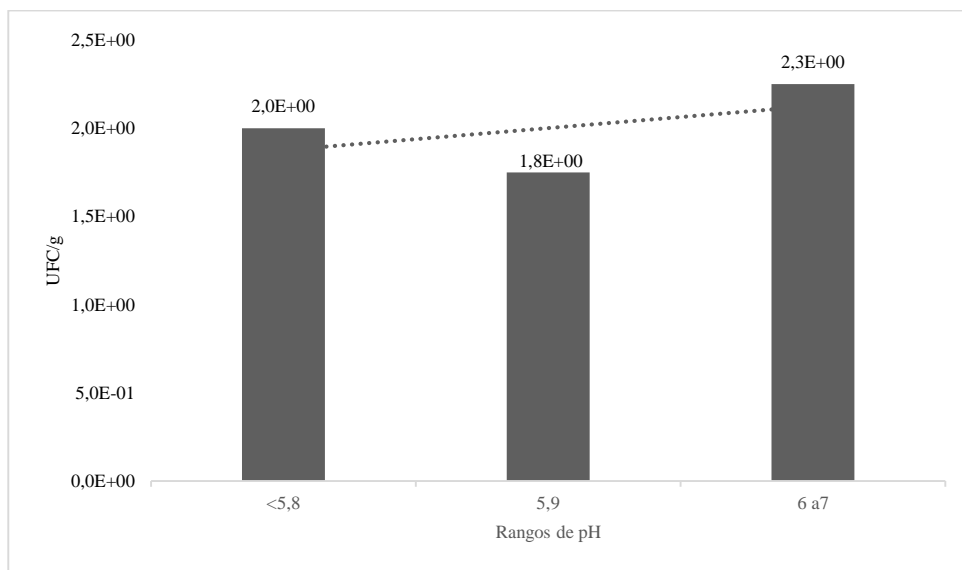
y/o congelada, se observó que las muestras de carne presentaron recuentos por encima de lo permisible,

estando el límite en  $10 \times 10^6$  UFC/g, por lo que el riesgo de deterioro es mayor<sup>11</sup>.

**Figura 1. Desarrollo de aerobios mesófilos en UFC/g según rangos de pH**



**Figura 2 Desarrollo de *E. coli* en UFC/g según rangos de pH**



*E. coli* en el pH 5.9 presentó el menor recuento de UFC con 1.75 y el mayor fue de pH 6 a 7 con 2.25 UFC (Figura 2), valor que se encuentra dentro los niveles establecidos por norma NB 310017. No se

observó diferencia estadística significativa por mes en ninguno de los 2 microorganismos ( $p > 0.05$ ).

*Análisis sensorial.* Las características organolépticas analizadas de sabor, color, olor y textura fueron eva-

luadas en carne cocida desde el inicio hasta el final de la prueba, (Tabla 2) a pH < 5.8 no presentaron variaciones en el 1 mes, pero en el 2 mes se observó un cambio de color (pasó a un rojo opaco) y en el 3 mes se evidenciaron variaciones en los 3 parámetros. Con pH 5.9 a partir del 2 mes las muestras presentaron variaciones en 3 parámetros y en el mes 3 un cambio en el olor (Tabla 2). En pH 6 a 7 a partir del 2 mes presentaron variaciones en color y olor, y en el

3 mes en textura y olor. En pH 5.9 y pH 6 a 7 a partir del 2 mes de conservación presentaron evidentes signos de deterioro (Tabla 2).

El recuento de *E. coli* en UFC, presentó valores bajos en las condiciones de pH almacenamiento, tiempo y temperatura en que se realizó el estudio, al respecto<sup>16</sup> indican que no se observa un crecimiento significativo para *E. coli* en los cortes de carne almacenados a 0 y 4° C durante 3 meses.

**Tabla 2 Evaluación sensorial con pH: < 5.8, 5.9 y 6 a 7 en carne envasada al vacío y almacenada a 0 ± 1° C**

Parámetros	pH < 5-8					
			Inicial	1 mes	2 mes	3 mes
Sabor	Crudo	No procede				
	Cocido	Propio de la carne bovina	Propio	Propio	Característico carne madurada	Característico carne madurada
Color	Crudo	Rojizo brillante	Rojizo	Rojizo	Rojo opaco	Marrón
	Cocido	Propio de la carne cocida	Propio	Propio	Rojo opaco	Marrón
Olor	Crudo	Cárnico	Cárnico	Cárnico	Característico carne madurada	Residual
	Cocido	Cárnico	Cárnico	Cárnico	Cárnico	Característico carne madurada
Textura	Crudo	Normal	Normal	Normal	Ligeramente blanda	Blanda
	Cocido	Normal	Normal	Normal	Ligeramente blanda	Blanda

**Tabla 2 Evaluación sensorial con pH: < 5.8, 5.9 y 6 a 7 en carne envasada al vacío y almacenada a 0 ± 1° C (cont.)**

pH 5.9			pH 6 a 7		
1 mes	2 mes	3 mes	1 mes	2 mes	3 mes
Propio	Característico carne madurada	Ácido	Propio	Ligeramente ácido	Ácido
Rojizo	Rojo opaco	Marrón	Rojizo	Rojo opaco	Marrón
Propio	Marrón	Marrón	Propio	Marrón	Marrón
Cárnico	Característico carne madurada	Residual	Cárnico		Residual
Cárnico	Residual	Residual	Cárnico		Residual
Normal	Ligeramente blanda	Blanda	Normal	Ligeramente ácido	Blanda
Normal	Ligeramente blanda	Blanda	Normal	Residual Ligeramente blanda	Blanda

## Discusión

En el estudio realizado se evidencio que la carne con pH intermedio (5.9), y alto (6 a 7) no debe ser envasada al vacío ni almacenada por un tiempo de 3 meses por no mantener sus características organolépticas que afianzan calidad y seguridad para el consumo humano<sup>17</sup>.

En el almacenamiento de cortes envasados al vacío con un pH < 5.8 y mantenidos a 0° C, contribuyen a la calidad del producto, controla el desarrollo microbiano y mantiene sus características sensoriales en condiciones comercialmente aceptables durante 3 meses lo que permite su transporte a destinos distantes<sup>17-20</sup>.

La empresa FRIDOSA utiliza técnicas innovadoras

para la preservación de productos cárnicos envasados al vacío, mejorando así la vida útil y calidad de sus cortes, para ello realiza estudios sobre la textura, retención de agua, desarrollo microbiano y color<sup>5</sup>.

Las investigaciones realizadas en FRIDOSA se relacionan con el control de la calidad de la carne con el pH del músculo vivo, que está normalmente por encima de 7, con el pH de la carne que posterior al sacrificio llega a valores 5.4 a 5.7 en las carnes normales.

El pH de la carne tiene un efecto sobre sus características organolépticas como el color y la capacidad de retención del agua, pero tiene solo un efecto ligero sobre el sabor y la terneza, por ello es difícil predecir los cambios de estos últimos a través del pH<sup>6</sup>.

El tiempo de maduración influye de manera significativa sobre el pH. La carne congelada no presenta incrementos del pH en relación al tiempo de almacenamiento. Con el envasado al vacío se logró neutralizar el incremento del pH, pero al momento de hacerlo el producto no debe tener un pH superior a 5.85. La variación de valores de pH es efecto de muchos factores, algunos son propios del animal (genética, metabolismo, susceptibilidad al estrés, etc.), normalmente los más relevantes tienen que ver con el ambiente en que éste se manejó y su canal durante las 24 h previas y posteriores al faenado<sup>8</sup>.

En relación con las bacterias mesófitas se observaron variaciones significativas de UFC/g en las muestras analizadas, coincidiendo con Martínez *et al.*<sup>7</sup> quienes mencionaron que estas variaciones se deben a factores como el pH final de la carne, la temperatura y el tiempo de almacenamiento, merece la pena resaltar que valores de pH <5.8 presentaron un bajo desarrollo microbiano.

En el análisis sensorial de la carne cocida del 1 mes no se observaron variaciones en las características organolépticas en los 3 niveles de pH, pero en el 2 y 3

mes presentó signos de deterioro no aptos para el consumo humano en pH > 5.9<sup>21</sup>. Con un pH elevado el riesgo de deterioro (degradación proteica, putrefacción) es mayor. La carne y productos cárnicos con pH superior a 6.0 son particularmente riesgosos<sup>1,22</sup>.

Un parámetro fundamental para asegurar la vida útil de los cortes frescos es la temperatura de refrigeración, que tiene efecto directo en la velocidad de crecimiento microbiano, sin embargo, el control estricto de carga microbiana y temperatura no es suficiente para alcanzar un período limitado de comercialización<sup>23</sup>.

En ese sentido cortes almacenados a 4° C presentan alteraciones fisicoquímicas y de aspecto en el mes 3 pH <5.4<sup>16</sup>, pérdida de vacío y presencia de olores, mientras que a 0° C no se percibieron alteraciones hasta el 5 mes.

El cambio de color se presentó a partir del 2 mes en los niveles de pH > 5.8. El color de la carne es el primer aspecto de calidad que influye directamente en las preferencias del consumidor<sup>18</sup> y en la decisión de comprar o no la carne bovina, el primero que percibe en el momento de adquirirla<sup>24-26</sup>.

### Fuente de financiamiento

Este estudio fue financiado por la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno a través del convenio con el Frigorífico del Oriente S.A. (FRIDOSA).

### Conflictos de intereses

Los autores declaran que esta investigación fue realizada en la Universidad Autónoma Gabriel René Moreno de Santa Cruz (Provincia Andrés Ibáñez) y no presenta conflictos de interés.



## Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo financiero de FRI-DOSA y la Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno. También agradecen a los estudiantes involucrados en esta investigación.

## Consideraciones éticas

La aprobación de la investigación por la Dirección de Investigación Veterinaria, el Comité de Investigación de la Carrera de Medicina Veterinaria de la Universidad Autónoma Gabriel René Moreno (UAGRM), se siguió las pautas establecidas por estas instancias.

## Aporte de los autores en el artículo

*María Deisy Camacho Rioja*, Planeación del experimento, análisis estadístico, sistematización e interpretación de la información. *Jorge Asfura Telchi*, sistematización e interpretación de la información, revisión del documento. *Cynthia Huarachi Chirilla*, sistematización e interpretación de la información, revisión del documento.

## Limitaciones en la investigación

Los autores señalan que no hubo limitaciones en el presente trabajo de investigación.

## Literatura citada

1. Luzardo-Butria A. Vida útil de la carne: influencia del envasado y sistema de producción [Internet]. Córdoba: Sitio Argentino de Producción Animal; 2017 [citado 20 de marzo de 2023]. 22 p. Recuperado a partir de: [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/carne\\_y\\_subproductos/198-LUZARDO-BUIATRIA.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/198-LUZARDO-BUIATRIA.pdf)

2. Exportaciones de carne bovina y sus preparaciones [Internet]. Instituto Boliviano de Comercio Exterior. 2022 [citado 20 de marzo de 2023]. Recuperado a partir de: <https://ibce.org.bo/ibcecifras/index.php?id=1081>
3. Ministerio de desarrollo rural y tierras del estado plurinacional de Bolivia. Protocolo de exportación china [Internet]. La Paz: Ministerio de desarrollo rural y tierras del estado plurinacional de Bolivia; 2019 [citado 20 de marzo de 2023]. 5 p. Recuperado a partir de: [https://fegasacruz.org/wp-content/uploads/2020/07/Protocolo\\_de\\_exportacion\\_china.pdf](https://fegasacruz.org/wp-content/uploads/2020/07/Protocolo_de_exportacion_china.pdf)
4. Brody AL, de Fernando Minguillón GDG, Ordoñez Perea JA, Ascensio Pérez MA. Envasado de alimentos en atmósferas controladas, modificadas ya vacío. Zaragoza: Acribia S.A; 1996.
5. Certificaciones [Internet]. Fridosa. 2023 [citado 20 de marzo de 2023]. Recuperado a partir de: <https://fridosa.com.bo/es/certificaciones/>
6. Swatland HJ. Evaluación de la carne en la cadena de producción. Zaragoza: Acribia S.A; 1995.
7. Martínez E, Soto S, Chávez J. Influencia de los lípidos sobre parámetros sensoriales de la carne. Ciencia y Tecnología Alimentaria [Internet]. 2002 [citado 3 abril 2023]; 9:40-3. Recuperado a partir de: [https://www.researchgate.net/publication/303826037\\_Influencia\\_de\\_los\\_Lipidos\\_Sobre\\_Parametros\\_Sensoriales\\_de\\_la\\_Carne/references](https://www.researchgate.net/publication/303826037_Influencia_de_los_Lipidos_Sobre_Parametros_Sensoriales_de_la_Carne/references)
8. Braña Varela D, Ramírez Rodríguez E, Rubio Lozano MS, Sánchez Escalante A, Torrescano Urrutia G, Arenas de Moreno ML, et al. Manual de análisis de calidad en muestras de carne [Internet]. Querétaro: Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal; 2011 [citado 26 de marzo de 2023]. Folleto Técnico No.: 11. Recuperado a partir de: <https://www.>

- [academia.edu/22857285/Manual de An%C3%Allisis de Calidad en Muestras de Carne](https://academia.edu/22857285/Manual_de_An%C3%Allisis_de_Calidad_en_Muestras_de_Carne)
9. Fisher RA. Statistical methods for research workers. In: Kotz S, Johnson NL, editors. Breakthroughs in Statistics. New York: Springer Series in Statistics; 1992. p. 66-70. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-1-4612-4380-9\\_6](https://doi.org/10.1007/978-1-4612-4380-9_6)
  10. Tukey JW. Comparing individual means in the analysis of variance. *Biometrics* 1949;5(2):99-114. DOI: <https://doi.org/10.2307/3001913>
  11. Kramer CY. Extension of multiple range tests to group means with unequal numbers of replications. *Biometrics* 1956;12(3):301-7. DOI: <https://doi.org/10.2307/3001469>
  12. Bryant M. Microchemical methods. In: Latimer GW, Jr, editor. Standard method performance requirements (SMPRs®). Oxford: University of Oxford; 2023. DOI: <https://doi.org/10.1093/9780197610145.003.502>
  13. AOAC International. Standard Method Performance Requirements (SMPRs®) for Nontargeted Testing (NTT) of Ingredients for Food Authenticity/Fraud Evaluation of Honey [Internet]. Rockville: AOAC International; 2020 [cited Mar 22, 2023]. 3 p. Retrieved from: [https://www.aoac.org/wp-content/uploads/2020/06/AOAC\\_Quant\\_Micro\\_Methods\\_SMPRv4\\_FINAL.pdf](https://www.aoac.org/wp-content/uploads/2020/06/AOAC_Quant_Micro_Methods_SMPRv4_FINAL.pdf)
  14. 3M Petrifilm™. Product instructions [Internet]. Minneapolis: 3M Company; 2022 [cited Mar 22, 2023]. 108 p. Retrieved from: <https://multimedia.3m.com/mws/media/1015782O/petriefilm-rapid-aerobic-ifu.pdf>
  15. Aerobic plate count [Internet]. U.S. Food and Drug Administration. 2001 [cited Mar 22, 2023]. Retrieved from: <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-3-aerobic-plate-count>
  16. García AL, Brugnini G, Rodríguez S, Mir A, Carriquiry J, Rufo C, et al. Vida útil de carne fresca de res envasada al vacío a 0 C y+ 4 C. *PAYDS* 2015;4:27-45.
  17. Golden MC, Wanless BJ, David JRD, Lineback DS, Talley RJ, Kottapalli B, et al. Effect of equilibrated pH and indigenous spoilage microorganisms on the inhibition of proteolytic *Clostridium botulinum* toxin production in experimental meals under temperature abuse. *J Food Prot* 2017;80(8):1252-8. DOI: <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-17-012>
  18. Mancini RA, Hunt MC. Current research in meat color. *Meat Sci* 2005;71(1):100-21. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.03.003>
  19. Yang X, Zhang Y, Zhu L, Han M, Gao S, Luo X. Effect of packaging atmospheres on storage quality characteristics of heavily marbled beef longissimus steaks. *Meat Sci* 2016;117:50-6. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.02.030>
  20. Duran A, Kahve HI. The effect of chitosan coating and vacuum packaging on the microbiological and chemical properties of beef. *Meat Sci* 2020;162:107961. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107961>
  21. Schmidt Hebbel H. Carne y productos cárnicos: su tecnología y análisis [Internet]. Santiago de Chile: Fundación Chile; 1984 [citado 21 de marzo de 2023]. 11 p. Recuperado a partir de: <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/121407/schmidth05.pdf>
  22. Egan AF. Lactic acid bacteria of meat and meat products. *Antonie Van Leeuwenhoek* 1983;49(3):27-336. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00399507>
  23. Tirado J, Paredes D, Velazquez G, Torres JA. Microbial growth in refrigerated meat products. *Cienc Tecnol Aliment* 2005;5(1):66-76.
  24. Joo ST, Kim GD, Hwang YH, Ryu YC. Control of fresh meat quality through manipulation of muscle fiber characteristics. *Meat Sci* 2013;95(4):828-36.



DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.04.044>

25. Godoy Gaitán RM. Análisis químico, evaluación sensorial y valor proteico de una galleta de harina de trigo (*Triticum aestivum*) y harina de arveja dulce (*Pisum sativum*) [tesis maestría]. [Guatemala]: Universidad de San Carlos de Guatemala; 2010 [citado 26 de marzo de 2023]. Recuperado a partir de: <https://biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/tesis/MANA4.pdf>
26. Saláková A. Instrumental measurement of texture and color of meat and meat products [Internet]. Brno: Department of Meat Hygiene and Technology; 2012 [cited May 2, 2023]. 34 p. Retrieved from: <http://www.maso-international.cz/wp-content/uploads/2013/04/maso-international-2012-2-page-107-114.pdf>

---

**Nota del Editor:**  
*Journal of the Selva Andina Animal Science (JSAAS)*. Todas las afirmaciones expresadas en este artículo son únicamente de los autores y no representan necesariamente las de sus organizaciones afiliadas, o las del editor, editores y los revisores. Cualquier producto que pueda ser evaluado en este artículo, o la afirmación que pueda hacer su fabricante, no está garantizado o respaldado por el editor.