

## Influencia de la oleoresina de *Capsicum chinense* en la vida útil de la carne de res empacada al vacío y almacenada en refrigeración

### Influence of *Capsicum chinense* oleoresin on the shelf life of vacuum-packed beef stored under refrigeration

Eduardo Alexander Salazar Sánchez<sup>1</sup>, Daphne Ramos Delgado<sup>2</sup>,  
Juan Raúl Lucas López<sup>2</sup>, Andrea Carhuallanqui<sup>2</sup>, José Alfredo Guevara Franco<sup>3</sup>,  
María Elena Salazar-Salvatierra<sup>4,5</sup>

#### RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la aplicación de oleoresina de *Capsicum chinense* sobre el crecimiento bacteriano en carne de res empacada al vacío y refrigerada. La oleoresina se extrajo con etanol y la capsaicina y dihidrocapsaicina se cuantificaron mediante HPLC con detector de arreglo de diodos. Se constituyeron dos grupos (G1 y G2) que consistían en cortes de carne (50 g): G1 con aplicación de 2.5 ml de la oleoresina en toda la superficie de cada corte, y G2 grupo control. Los cortes de carne fueron empacados al vacío y se almacenaron en refrigeración. Se retiraron tres muestras de cada grupo los días 0, 1, 15, 30, 45, 60, 75 y 90 de almacenamiento para medición de pH y para el recuento de aerobios mesófilos totales, aerobios psicrótrofos totales, bacterias ácido-

<sup>1</sup> Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

<sup>2</sup> Laboratorio de Salud Pública y Salud Ambiental, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

<sup>3</sup> Universidad Autónoma de Baja California Sur, Departamento de Ciencia Animal y Conservación del Hábitat, México

<sup>4</sup> Instituto de Investigación en Química Biológica, Microbiología y Biotecnología, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

<sup>5</sup> E-mail: msalazars@unmsm.edu.pe

Recibido: 29 de diciembre de 2021

Aceptado para publicación: 18 de julio de 2022

Publicado: 31 de agosto de 2022

©Los autores. Este artículo es publicado por la Rev Inv Vet Perú de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original

lácticas y *Brochothrix thermosphacta*. El rendimiento de oleoresina fue  $12.53 \pm 0.30\%$ . La concentración de capsaicina y dihidrocapsaicina en la oleoresina fue de 1.39 y 0.54 mg/g, respectivamente. El pH en G1 se mantuvo en niveles adecuados por más días y los recuentos bacterianos fueron menores que en G2-control. Bajo las condiciones de estudio, se determinó que la vida útil para G1 fue de 70 días, mientras que para G2 fue de 56 días. Se concluye que la oleoresina de *Capsicum chinense* aplicada a carne de res empacada al vacío y refrigerada prolonga su vida útil.

**Palabras clave:** ají panca, *Capsicum chinense*, oleoresina, carne empacada al vacío, vida útil, *Brochothrix thermosphacta*

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of the application of *Capsicum chinense* oleoresin on bacterial growth in vacuum-packed and refrigerated beef. The oleoresin was extracted with ethanol and capsaicin and dihydrocapsaicin were quantified by HPLC with a diode array detector. Two groups (G1 and G2) consisting of meat cuts (50 g) were evaluated: G1, application of 2.5 ml of oleoresin on the entire surface of each cut, and G2, control group. The meat cuts were vacuum packed and stored in refrigeration. Three samples from each group were withdrawn on days 0, 1, 15, 30, 45, 60, 75 and 90 of storage for pH measurement and for the count of total mesophilic aerobes, total psychrotrophic aerobes, lactic acid bacteria and *Brochothrix thermosphacta*. The oleoresin yield was  $12.53 \pm 0.30\%$ . The concentration of capsaicin and dihydrocapsaicin in the oleoresin was 1.39 and 0.54 mg/g, respectively. The pH in G1 remained at adequate levels for more days and bacterial counts were lower than in G2-control. Under the study conditions, the useful life for G1 was determined to be 70 days, while for G2 it was 56 days. It is concluded that *Capsicum chinense* oleoresin applied to vacuum-packed and refrigerated beef prolongs its shelf life.

**Key words:** red chilli pepper, *Capsicum chinense*, oleoresin, vacuum packed meat, shelf life, *Brochothrix thermosphacta*

## INTRODUCCIÓN

La carne constituye una fuente rica en proteínas de alto valor biológico y nutrientes esenciales que son escasos en las dietas de algunas poblaciones (Wyness, 2016). Sin embargo, su elevado contenido de agua ( $a_w = 0.99$ ) y pH ligeramente ácido ocasionan que tenga una vida útil corta a menos que se recurra a métodos de conservación (Ahmad *et al.*, 2018). El deterioro causado por el crecimiento microbiano puede provenir de fuentes primarias y secundarias (Yafetto *et al.*, 2019), como los equipos de procesamiento

(cortadoras, molidoras, etc.), el ambiente (aire, agua, etc.) y la manipulación, siendo este último factor el que más puede afectar la calidad de la carne, causando evidentes cambios en sus atributos, y pudiendo constituirse en vehículo de enfermedades.

Los microorganismos dominantes causantes de deterioro son determinados por las condiciones de almacenamiento. En ese sentido, el pH de la carne tiene un papel fundamental, pudiendo retrasar el crecimiento microbiano si se encuentra suficientemente bajo (Iulietto *et al.*, 2015). Ante esto, una forma frecuente de evaluar la vida útil de la car-

ne es a través de la cuantificación de microorganismos indicadores y la medida de pH (Lucas *et al.*, 2018; Pellissery *et al.*, 2020).

Debido a la importancia de conservar la carne y eliminar cualquier riesgo para la salud del consumidor, la industria de alimentos impulsa la búsqueda y el desarrollo de métodos alternativos a los tradicionales para obtener un producto microbiológicamente seguro, manteniendo sus características organolépticas y sin causar problemas a la percepción del consumidor. Algunos de los métodos más estudiados en productos cárnicos son la irradiación, empaques activos y uso de compuestos naturales, los que pueden ser usados solos o en combinación (Zhang *et al.*, 2009; Li y Farid, 2016; Shahbazi y Shavisi, 2018; Lucas *et al.*, 2020, 2021b).

El empaçado al vacío junto con la refrigeración inhiben el desarrollo de diversos microorganismos causantes del deterioro de la carne, como *Pseudomonas* spp u otros microorganismos aerobios. Sin embargo, los lactobacilos y *Brochothrix thermosphacta* están asociados a la formación de limo, coloración u olores desagradables en anaerobiosis y en fases tardías de almacenamiento en frío (Mateauda, 2013). Por tanto, se requiere de metodologías complementarias que ayuden a controlar estos microorganismos alterantes, extendiendo con ello la vida útil de la carne.

Las plantas del género *Capsicum* spp son una fuente importante de compuestos bioactivos como vitaminas C y A, carotenoides, compuestos fenólicos, terpenoides, esteroides y alcaloides, conocidos por su efecto promotor de la salud contra enfermedades degenerativas (Silva *et al.*, 2013). Además, presentan actividad antimicrobiana (Sosa-Moguel *et al.*, 2017; Aguiéiras *et al.*, 2021), por lo que podrían considerarse como una alternativa en la conservación de alimentos. Este género comprende más de 200 variedades, pero las cinco especies principales son: *C. annum*, *C.*

*baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* y *C. pubescens*. En Perú, el plan de desarrollo sostenible de las especies del género *Capsicum* 2018-2028 (MINAGRI, 2017) considera que uno de los tres productos que representa un sector importante de la agricultura peruana, a nivel industrial y de pequeños productores, y por ser aprovechados para la gastronomía, es el ají panca (*Capsicum chinense*). Sin embargo, son escasas las investigaciones que evalúan las propiedades antimicrobianas de este ají y su aplicación en la conservación de alimentos. Por ello, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar la influencia de la aplicación de oleoresina de *Capsicum chinense* en la vida útil de la carne de res empacada al vacío y almacenada en refrigeración.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Lugar de Ejecución y Muestras

La investigación se desarrolló en el Laboratorio de Salud Pública y Salud Ambiental (LSPSA) de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.

Los frutos de ají panca provinieron de la provincia de Barranca, 190 km al noroeste de Lima, a una altura de 49 msnm, y fueron adquiridos (20 kg) de un distribuidor mayorista local. Los frutos en buen estado fueron seleccionados y lavados para eliminar impurezas. Luego fueron sometidos a deshidratación a 65 °C por 20 h hasta obtenerse peso constante y consistencia quebradiza.

Se adquirieron 5 kg de carne del músculo cuadrado de bovino (*Bos taurus*) del mercado local. La muestra fue trasladada al LSPSA en contenedor refrigerado, donde se determinó el pH. La carne fue lavada y se realizaron cortes de 50 g.

## Caracterización de la Oleorresina

Para la obtención de oleorresina del ají panca se realizó la lixiviación con etanol de grado alimenticio en la proporción 1:10 muestra/solvente (1 kg/10 L), a temperatura ambiente, protegido de la luz y aproximadamente por 12 h. El macerado fue filtrado y el solvente fue removido utilizando un rotavapor acoplado a bomba de vacío (Buchi R-100) a 60 °C y 200 mbar, manteniéndolo en estufa (Memmert 854) a 40 °C. El extracto concentrado (oleorresina) fue almacenado bajo refrigeración en frascos ámbar. El rendimiento de la extracción de oleorresina se calculó con base al volumen obtenido a partir de 100 g de ají panca molido. Asimismo, se realizó el recuento de aerobios mesófilos totales en Agar Plate Count (APC) en incubación a 35 °C por 48 h (ICMSF, 2000). Una fracción de la muestra fue remitida a la Unidad de Investigación de Productos Naturales de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima, para la determinación del contenido de capsaicina y dihidrocapsaicina por HPLC con detector de arreglo de díodos (HPLC-DAD) (AOAC, 1995).

## Evaluación del Efecto de la Oleorresina

Los cortes de carne fueron distribuidos en forma aleatoria a dos grupos de tratamiento, con 32 cortes por grupo. Se distribuyó en forma aséptica 2.5 ml de la oleorresina por toda la superficie de los cortes asignados al Grupo 1 (G1). El volumen de oleorresina fue tomado como referencia según las recomendaciones de Careaga *et al.* (2003). Los cortes asignados al grupo 2 (G2) constituyeron el grupo control, sin aplicación de oleorresina. Todos los cortes de carne fueron empacados al vacío (selladora Oster Foodsaver V2240) y guardados en refrigeración a 0-4 °C durante 90 días. Se tomaron aleatoriamente tres muestras de cada grupo experimental los días 0, 1, 15, 30, 45, 60, 75 y 90 de almacenamiento para análisis microbiológicos y uno para medición del pH de la carne (ISO, 1999; potenciómetro Hanna HI 2211).

## Análisis Microbiológico

Se realizó el recuento de aerobios mesófilos totales (AMT) en APC con incubación a 35 °C por 48 h (ICMSF, 2000), recuento de aerobios psicrótrofos totales (APT) en Agar Trypticase de Soya (TSA) con incubación a 7 °C por 10 días (ICMSF, 2000), recuento de bacterias ácido lácticas (BAL) en Agar Man Rogosa Sharp (MRS) a 30 °C por 72 h en condiciones microaerófilas (Hall, 2001) y recuento de *B. thermosphacta* en agar sulfato de estreptomina, acetato de talio y actidiona (STAA) con incubación a 25 °C por 48 h (Gardner, 1966) y posterior confirmación de las colonias sospechosas realizando la prueba de la oxidasa.

## Análisis de Datos

Se elaboraron curvas de crecimiento microbiano y del pH. Los datos resultantes de los dos grupos fueron analizados mediante la prueba *t* de Student con un nivel de confianza de 95%. Se utilizó el paquete estadístico IBM SPSS 22. Se consideraron los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano (carne cruda; refrigerada o congelada) del MINSa (2008) para establecer los niveles de aceptación. Se utilizaron las curvas de desarrollo de AMT y pH para estimar el tiempo de vida útil mediante un análisis de regresión. Asimismo, se utilizó 6.4 de pH como valor límite de aceptabilidad de acuerdo con los requisitos de las carnes rojas indicado por INDECOPI (1977).

## RESULTADOS

En la extracción de la oleorresina se obtuvo un rendimiento de  $12.53 \pm 0.30\%$ . Los contenidos de capsaicina y de dihidrocapsaicina en la oleorresina fueron de 1.39 y 0.54 mg/g, respectivamente.

Todos los recuentos microbianos realizados en las muestras de carne de G1 fueron-

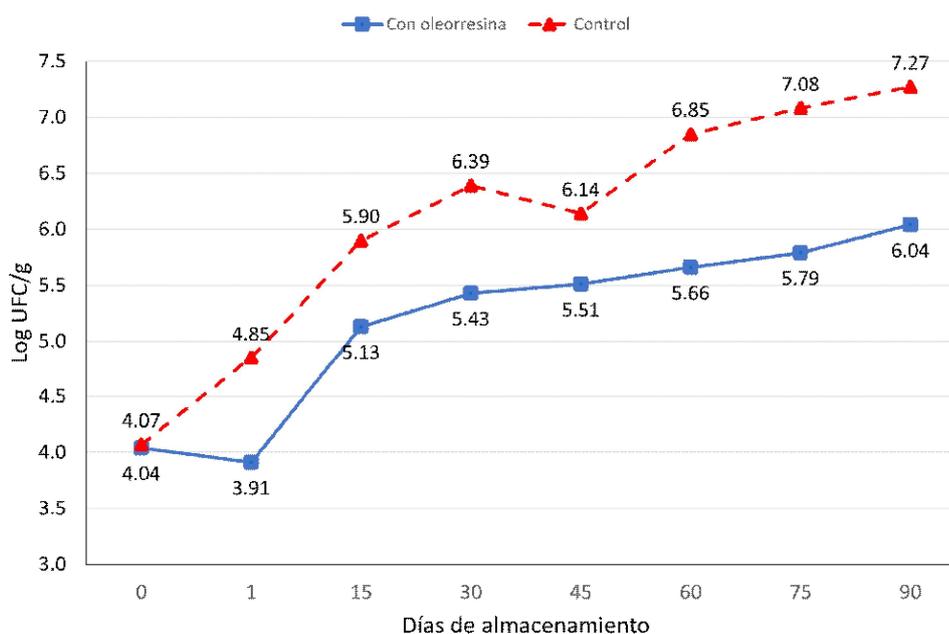


Figura 1. Evolución de los recuentos de aerobios mesófilos totales (AMT) (log UFC/g) en cortes de carne bovina con o sin tratamiento con oleorresina del ají panca

menores a los de G2 (control). Los recuentos de AMT mostraron diferencias significativas entre grupos en los días 45 ( $p=0.02$ ), 75 ( $p=0.001$ ) y 90 ( $p=0.01$ ) de almacenamiento. El análisis de regresión para G1 ( $y=0.0871x + 3.8229$ ;  $R^2=1$ ) y para G2 ( $y=0.075x + 4.775$ ;  $R^2=1$ ) entre los días 1 al 15 permitió determinar que, de acuerdo con la norma sanitaria NTS N.º 071-MINSA/DIGESA-V.01 (MINSA, 2008), se obtuvo un nivel de aceptabilidad (5 log UFC/g) hasta los 13 días de almacenamiento para los cortes de carne de G1, mientras que fue de 3 días para el grupo control (G2). Las muestras del G1 no alcanzaron el nivel de inaceptabilidad o riesgo (7 log UFC/g) durante el tiempo del estudio, pero las muestras de G2 mostraron niveles de inaceptabilidad a partir de los 60 días de almacenamiento ( $y=0.0153x + 5.93$ ;  $R^2=1$ ), y de no apto para el consumo humano desde el día 70 (Figura 1).

Los recuentos de APT mostraron valores significativamente menores para G1 comparado con G2 ( $p=0.01$ ) en el día 75 (Figura 2). Por otro lado, los recuentos de BAL fueron menores en G1, hallándose diferencias significativas entre grupos en los días 15 ( $p=0.04$ ), 75 ( $p=0.02$ ) y 90 ( $p=0.03$ ) de almacenamiento (Figura 3). Así mismo, los recuentos de *B. thermosphacta* fueron significativamente diferentes entre grupos los días 1 ( $p=0.02$ ), 15 ( $p=0.03$ ), 60 ( $p=0.04$ ), 75 ( $p=0.001$ ) y 90 ( $p=0.001$ ) de almacenamiento (Figura 4).

En el grupo con oleorresina (G1) se pudo observar un incremento en los recuentos de BAL entre los días 15 y 45, mientras que disminuyeron los de *B. thermosphacta*. Esta relación inversa no se evidenció en el grupo control (G2).

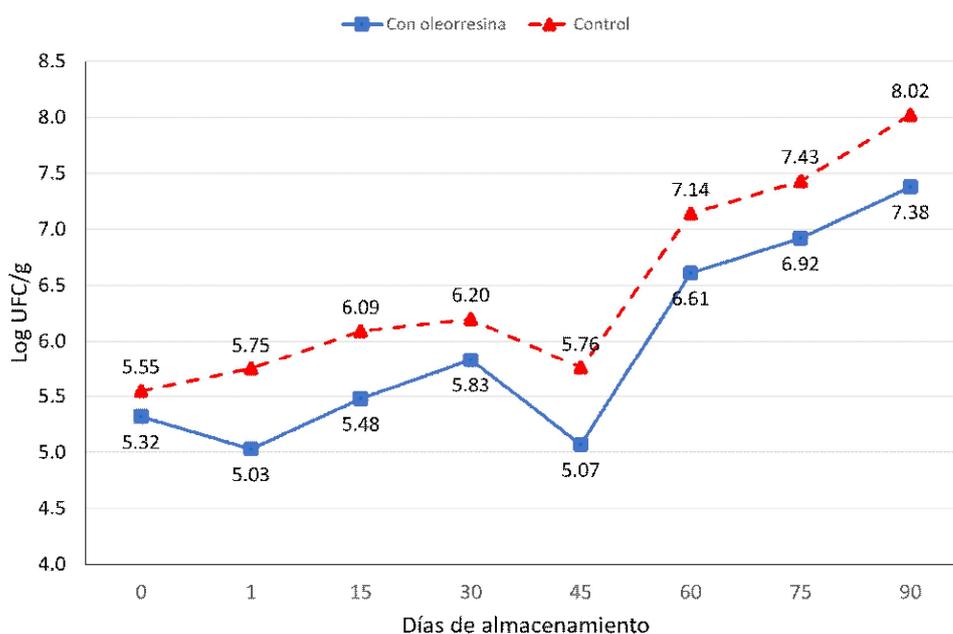


Figura 2. Evolución de los recuentos de aerobios psicrotífos totales (APT) (log UFC/g) en cortes de carne bovina con o sin tratamiento con oleoresina del ají panca

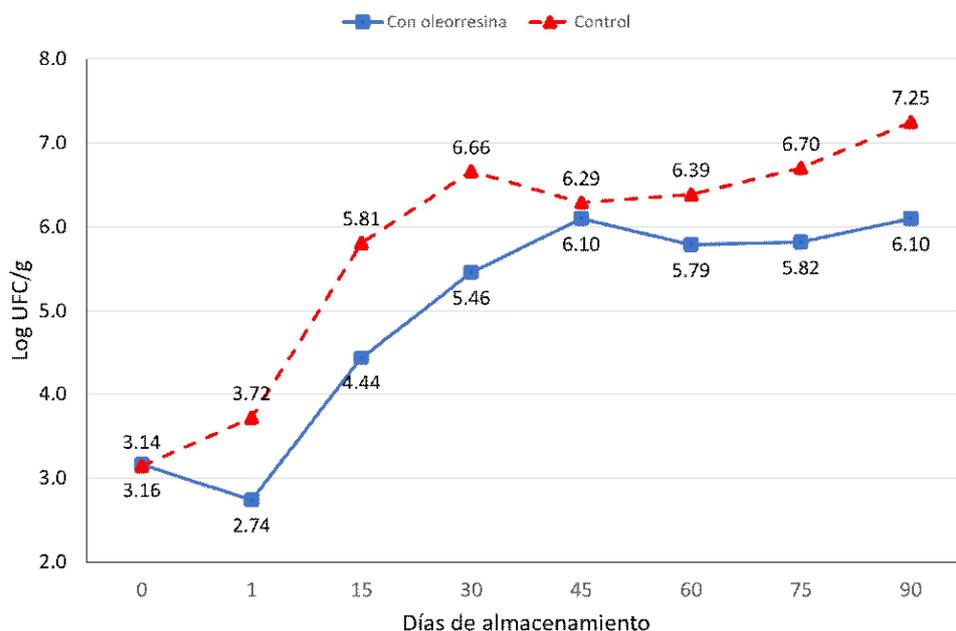


Figura 3. Evolución de los recuentos de bacterias ácido-lácticas (BAL) (log UFC/g) en cortes de carne bovina con o sin tratamiento con oleoresina del ají panca

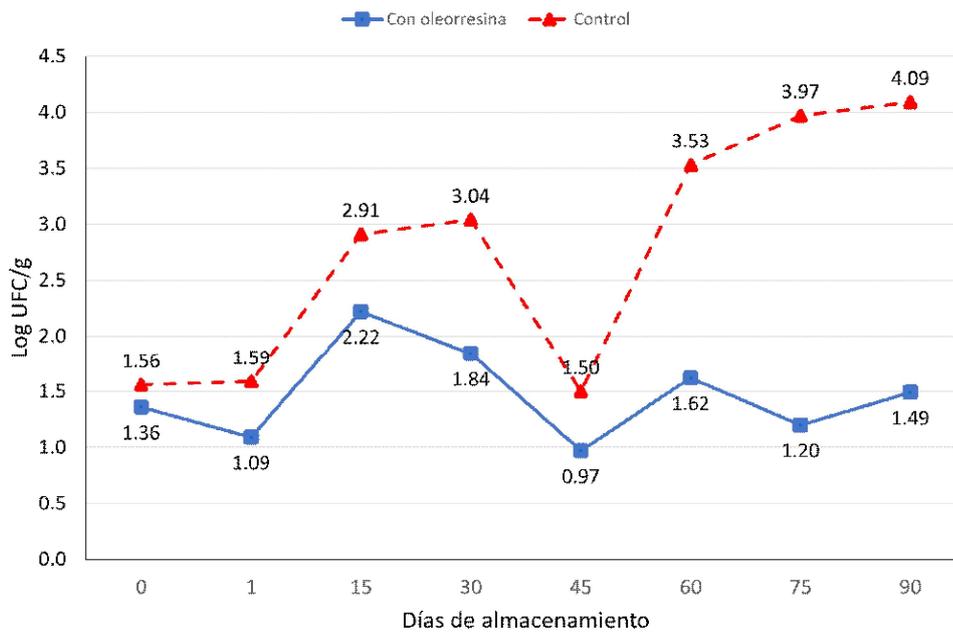


Figura 4. Evolución de *Brochothrix thermosphacta* (log UFC/g) en cortes de carne bovina con o sin tratamiento con oleoresina del ají panca

El pH inicial (día 0) fue de  $5.95 \pm 0.08$  y  $6.09 \pm 0.17$  para G1 y G2, respectivamente., manteniéndose valores menores en G1 durante el curso del estudio. El pH en el día 1 fue significativamente menor en G1 ( $5.87 \pm 0.18$ ) que en G2 ( $6.20 \pm 0.11$ ) ( $p < 0.05$ ). Los valores de pH de G1 permanecieron en niveles adecuados hasta el día 60, en tanto que se mantuvieron en niveles adecuados en G2 hasta el día 45. El análisis de regresión para G1 entre los 60 y 75 días de almacenamiento ( $y = 0.06x + 2.16$ ;  $R^2=1$ ) permitió establecer que aproximadamente en el día 70 se alcanzó el valor máximo de pH óptimo de 6.4 (INDECOPI, 1977), mientras se presentó en el día 56 en G2, de acuerdo con el análisis entre los días 45 y 60 ( $y = 0.0473x + 3.74$ ;  $R^2= 1$ ).

## DISCUSIÓN

El porcentaje de rendimiento de extracción de la oleoresina fue diferente a lo reportado en la literatura, posiblemente debido

a factores como la parte del fruto empleada, preparación de la muestra, proceso de pre-extracción, solvente utilizado y tiempo de extracción, entre otros (Chinn, 2011; Stoica, 2016). Riquelme *et al.* (2017), trabajando con *Capsicum annuum* obtuvieron  $1.17 \pm 0.2\%$  de rendimiento, atribuyendo el bajo porcentaje a la especie, la región y a la época de siembra y cosecha. Melgar-Lalanne *et al.* (2017), por otro lado, mencionan que la extracción con soxhlet produce un mayor rendimiento que otros métodos, lo que se evidencia en el 22.77% de rendimiento obtenido por Baldeón y Hernández (2017) para *C. chinense*, empleando soxhlet para la extracción etanólica y evaporador rotatorio al vacío a 40 °C para la concentración, que difiere de la extracción por lixiviación y concentración a 60 °C, empleada en este estudio.

El recuento de AMT en el extracto fue menor a 10 UFC/ml, lo cual podría atribuirse a la presencia de componentes bioactivos como la capsaicina y los derivados capsai-

cinoides (Aminzare, 2016; Stoica *et al.*, 2016). No obstante, las concentraciones de capsaicina y dihidrocapsaicina fueron menores a lo reportado por Gutiérrez (2014) con 10.97 y 6.09 mg/g, respectivamente, con similar técnica analítica; así como por Chinn *et al.* (2011) quienes encontraron rangos de 7-9 mg/g de capsaicina y  $2.05 \pm 0.13$  mg/g de dihidrocapsaicina utilizando el fruto entero, y por Kabita *et al.* (2020) con 2.87 y 1.03 mg/g para dichos componentes, respectivamente. Según Bogusz *et al.* (2018), los niveles de los capsaicinoides pueden variar con el genotipo, estados de madurez y condiciones durante el crecimiento y pos-cosecha, en tanto que Stoica *et al.* (2016), en su trabajo de revisión reportan que la concentración de capsaicina varía, además, con el taxón, origen geográfico y condiciones climáticas; asimismo, mencionan que el género *Capsicum* es el único que produce capsaicinoides, siendo la capsaicina el compuesto activo más pungente de los ajíes; y el de mayor concentración comparado con la dihidrocapsaicina, siendo esta diferencia independiente de las partes del fruto o de la especie de ají (Gavilán *et al.*, 2018). Ante esta información, las bajas concentraciones obtenidas en el presente trabajo, adicionalmente a factores propios del cultivo, podrían atribuirse a que el ají panca es de pungencia leve y al tipo de solvente utilizado, debido a la polaridad del etanol que actúa como mejor solvente de extracción a partir de frutos frescos (Chinn *et al.*, 2011).

En cuanto a los microorganismos evaluados, la carne en fase inicial de enfriamiento posiblemente presente una mezcla de mesófilos y psicrótrofos, y a medida que transcurre el almacenamiento también podrían proliferar otros microorganismos considerando que la velocidad de crecimiento dependerá de la temperatura, tiempo, pH y presencia de la oleorresina. Hubo recuentos con valores aceptables de AMT al inicio del estudio para ambos grupos, evidenciando el cuidado en el momento de la manipulación previa al estudio. Durante el periodo de evaluación, a pesar del empacado al vacío, los recuentos

de AMT aumentaron progresivamente para ambos grupos, resultados que coinciden con Dong-Gyun Yim *et al.* (2019) y Mateuda (2013) en sus estudios en carnes empacadas al vacío. Las muestras del G1 solo mostraron un descenso en el recuento en el día 1, que podría deberse a una extensión de la fase lag o periodo de adaptación de los AMT a la presencia de la oleorresina. Este periodo de adaptación y recuperación de recuentos de bacterias ha sido descrito en otros microorganismos psicrófilos sometidos a condiciones desfavorables como la presencia de sal (Lucas *et al.*, 2021a).

Los psicrótrofos son generalmente los responsables de la alteración de la carne en condiciones de refrigeración. La velocidad del deterioro se incrementa a medida que aumenta el recuento de dichos microorganismos, especialmente de *Pseudomonas* sp. En el presente estudio, los recuentos obtenidos de aerobios psicrótrofos totales (APT) evidenciaron incremento durante el periodo de almacenamiento, similar a lo obtenido por Mateuda (2013) o al incremento en los recuentos de *Pseudomonas* spp mencionado por Dong-Gyun Yim *et al.* (2019). Los recuentos menores en G1 podrían atribuirse a los efectos antibacterianos reportados para los capsaicinoides (Chinn *et al.*, 2011; Riquelme *et al.*, 2017) y otros compuestos que pueden encontrarse en la oleorresina como los carotenoides (Melgar-Lalanne *et al.*, 2017), que podrían tener efectos en *Pseudomonas* spp, como se ha evidenciado en otras especies de *Capsicum* (Gurnani *et al.*, 2014).

Las BAL son anaerobias oxígenos tolerantes que predominan como contaminantes en carnes empacadas bajo condiciones anaeróbicas. *B. thermosphacta* es una bacteria aerobia facultativa que posee habilidad para crecer a temperaturas de refrigeración, por lo que se le considera como contaminante de carnes y otros productos almacenados en frío (Chen *et al.*, 2020). Sharma *et al.* (2013) reportaron que en presencia de capsaicina hay una mejora en la producción

de L-lactato por la BAL *L. acidophilus*, lo que podría sustentar el progreso en la curva de crecimiento de las BAL durante el almacenamiento encontrado en el presente estudio. La disminución en los recuentos de *B. thermosphacta* se debería también a los compuestos bioactivos formados por las BAL, como la producción de ácido láctico reportado por Olaoye *et al.* (2015) en carne de cerdo. *B. thermosphacta* parecería tener cierta resistencia a los cambios de pH (Goncalves *et al.*, 2018).

Después del día 45, en G1 los recuentos de BAL se mantuvieron constantes (6.1 log UFC/g), lo que podría considerarse una ventaja debido a que en algunos reportes se menciona que pueden comportarse como responsables primarios de la contaminación bajo condiciones anaeróbicas en productos empacados (EFSA, 2016).

El pH de la carne disminuye rápidamente, incluso hasta 5.5 entre las 18-40 h después del beneficio. El descenso significativo de pH del día 1 en G1 ( $5.87 \pm 0.18$ ) comparado a G2 ( $6.20 \pm 0.11$ ) podría atribuirse a la presencia de la oleorresina, a los metabolitos ácidos producidos por la BAL (Shahbazi y Shavisi, 2018) o a la sinergia de ambos, alcanzando en el día 30 el descenso máximo hasta  $5.71 \pm 0.03$  y  $5.73 \pm 0.15$ , en G1 y G2 respectivamente; comportamiento que difiere a lo reportado por Mateauda (2013) cuyas muestras empacadas al vacío inician con  $6.25 \pm 0.17$  y en el día 142 alcanzan un valor de  $5.83 \pm 0.10$ , mencionando que no se alcanzó un pH adecuado de maduración debido al crecimiento y competencia entre los distintos géneros bacterianos que podrían estar presentes.

## CONCLUSIONES

- La aplicación de oleorresina de ají panca a carne empacada al vacío reduce los recuentos de aerobios mesófilos totales (AMT) bacterias ácido-lácticas (BAL) y *Brochothrix thermosphacta*

y mantiene los niveles de pH inferiores respecto al grupo control durante todo el almacenamiento en refrigeración.

- La aplicación de oleorresina de ají panca extiende la vida útil de carne empacada al vacío y almacenada en refrigeración hasta 70 días en comparación con el grupo control que fue hasta 56 días.

## LITERATURA CITADA

1. **Aguieiras MCL, Resende LM, Souza TAM, Nagano CS, Chaves RP, Taveira GB, Carvalho AO, et al. 2021.** Potent anti-candida fraction isolated from *Capsicum chinense* fruits contains an antimicrobial peptide that is similar to plant defensin and is able to inhibit the activity of different  $\alpha$ -amylase enzymes. *Probiotics Antimicro* 13: 862-872. doi: 10.1007/s12602-020-09739-3
2. **Ahmad RS, Imran A, Hussain MB. 2018.** Nutritional composition of meat. In: Arshad MS (ed). *Meat science and nutrition*. Faisalabad, Pakistán: Government College University. p. 61-77.
3. **Aminzare M, Hashemi M, Hassan-zadazar H, Hejazi J. 2016.** The use of herbal extracts and essential oils as a potential antimicrobial in meat and meat products; a review. *J Hum Environ Health Promot* 1: 63-74. doi: 10.29252/jhehp.1.2.63
4. **[AOAC] Association of Official Agricultural Chemists. 1995.** AOAC Official Method 995.03. 1995. Capsaicinoids in capsicums and their extractives – Liquid chromatographic method. 43: 13-15.
5. **Baldeón S, Hernández W. 2017.** Identificación de la capsaicina y la deshidrocapsaicina en el extracto de oleorresina obtenido a partir del ají panca (*Capsicum chinense*). *Ing Ind* 35: 223-237.
6. **Bogusz S, Libardi SH, Dias FF, Coutinho JP, Bochi VC, Rodrigues D, Melo AM, et al. 2018.** Brazilian

- Capsicum peppers: capsaicinoid content and antioxidant activity. *J Sci Food Agr* 98: 217-224. doi: 10.1002/jsfa.8459
7. **Careaga M, Fernández E, Dorantes L, Mota L, Jaramillo ME, Hernandez-Sanchez H. 2003.** Antibacterial activity of *Capsicum* extract against *Salmonella typhimurium* and *Pseudomonas aeruginosa* inoculated in raw beef meat. *Int J Food Microbiol* 83: 331-335. doi: 10.1016/s0168-1605(02)00382-3
  8. **Chen CY, Nguyen LT, Paoli GC, Irwin PL. 2020.** The complex multicellular morphology of the food spoilage bacteria *Brochothrix thermosphacta* strains isolated from ground chicken. *Can J Microbiol* 66: 303-312. doi: 10.1139/cjm-2019-0502
  9. **Chinn M, Sharma-Shivappa R, Cotter J. 2011.** Solvent extraction and quantification of capsaicinoids from *Capsicum chinense*. *Food Bioprod Process* 89: 340-345. doi: 10.1016/j.fbp.2010.08.003
  10. **Dong-Gyun Yim, Sang-Keun Jin, Sun-Jin Hur. 2019.** Microbial changes under packaging conditions during transport and comparison between sampling methods of beef. *J Anim Sci Technol* 61: 47-53. doi: 10.5187/jast.2019.61.1.47
  11. **EFSA. 2016.** Growth of spoilage bacteria during storage and transport of meat. *EFSA J* 14: e04523. doi: 10.2903/j.efsa.2016.4523
  12. **Gardner GA. 1966.** A selective medium for the enumeration of *Microbacterium thermosphactum* in meat and meat products. *J Appl Bacteriol* 29: 455-460. doi: 10.1111/j.1365-2672.1966.tb03497.x
  13. **Gavilán N, Tito R, Gamarra N. 2018.** Capsaicinoids and pungency in *Capsicum chinense* and *Capsicum baccatum* fruits. *Pesqui Agropecu Trop* 48: 237-244.
  14. **Goncalves LD, Piccoli, RH, Peres A, Saude A. 2018.** Primary and secondary modelling of *Brochothrix thermosphacta* growth under different temperature and pH values. *Food Sci Technol* 38 (suppl 1): 37-43. doi: 10.1590/fst.13317
  15. **Gurnani N, Gupta M, Mehta D, Kumar B. 2016.** Chemical composition, total phenolic and flavonoid contents, and *in vitro* antimicrobial and antioxidant activities of crude extracts from red chilli seeds (*Capsicum frutescens* L.). *J Taibah Univ Sci* 10: 462-470. doi: 10.1016/j.jtusci.2015.06.011
  16. **Gutiérrez A. 2014.** Efecto antimicrobiano del ají panca (*Capsicum chinense*) en *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* durante el almacenamiento de chorizo fresco. Tesis de Ingeniero Alimentario. Lima: Univ. Nacional Agraria La Molina. 173 p.
  17. **Hall P, Ledenbach L, Flowers R. 2001.** Acid-producing microorganisms. In: Salfinger Y, Tortorello ML (eds). *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. 5<sup>th</sup> ed. USA: American Public Health Association (APHA). p. 201-207.
  18. **ICMSF. 2000.** Microorganismos de los alimentos 1. Su significado y métodos de enumeración. 2<sup>o</sup> ed. España: Acribia. 462 p.
  19. **[INDECOPI] Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. 1977.** Norma Técnica Peruana 201.001: Requisitos de las carnes rojas. Perú.
  20. **[ISO] International Organization for Standardization. ISO 2917: 1999.** Meat and meat products - Measurement of pH - Reference method. 2<sup>nd</sup> ed. Geneva. Switzerland. 6 p.
  21. **Iulietto MF, Sechi P, Borgogni E, Cenci-Goga BT. 2015.** Meat spoilage: a critical review of a neglected alteration due to ropy slime producing bacteria. *Ital J Anim Sci* 14: 3. doi: 10.4081/ijas.2015.4011
  22. **Kabita KC, Sanatombi K, Sharma SK. 2020.** Efficient enhancement of capsaicinoids biosynthesis in cell suspension cultures of *Capsicum chinense* Jacq. cv. «Umorok» by elicitors and differential gene expression analysis of elicited cultures. *Plant Cell*

- Tiss Org 141: 145-154. doi: 10.1007/s11240-020-01775-9
23. **Li X, Farid M. 2016.** A review on recent development in nonconventional food sterilization technologies. *J Food Eng* 182: 33-45. doi: 10.1016/j.jfoodeng-2016.02.026
  24. **Lucas JR, Balcázar S, Tirado O, Rodríguez A. 2018.** El pH de la carne de cobayo (*Cavia porcellus*) para consumo humano en los andes centrales del Perú. *Rev Vet* 29: 65-67. doi: 10.30972/vet.2912793
  25. **Lucas JR, Selgas MD, García ML, Velasco R, Cabeza MC. 2020.** Control of *Listeria monocytogenes* in boned dry-cured ham by E-beam treatment. *J Food Safety* 40: e12757. doi: 10.1111/jfs.12757
  26. **Lucas JR, Alía A, Velasco R, Selgas MD, Cabeza MC. 2021a.** Effect of E-beam treatment on expression of virulence and stress-response genes of *Listeria monocytogenes* in dry-cured ham. *Int J Food Microbiol* 16: 109057. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2021.109057
  27. **Lucas JR, Velasco R, García ML, Selgas MD, Cabeza MC. 2021b.** Effect of sanitizing E-beam treatment on the binding capacity of plasma powder used to manufacture restructured dry-cured ham models. *LWT* 152: 112379. doi: 10.1016/j.lwt.2021.112379
  28. **Mateauda J. 2013.** Estudio de la microflora bacteriana y cambios fisico-químicos en carne bovina envasada al vacío y almacenada en frío. Tesis de Licenciatura. Montevideo: Univ. de la República. 61 p.
  29. **Melgar-Lalanne G, Hernández-Álvarez A, Jiménez-Fernández M, Azuara E. 2017.** Oleoresins from *Capsicum* spp: extraction methods and bioactivity. *Food Bioproc Tech* 10: 51-76. doi: 10.1007/s11947-016-1793-z
  30. **[MINAGRI] Ministerio de Agricultura y Riego. 2017.** Resolución Ministerial N.º 0434-2017-MINAGRI. Plan de desarrollo sostenible de las especies del género *Capsicum* 2018-2028. Pimientos y ajíes. MINAGRI. Perú.
  31. **[MINSAL] Ministerio de Salud. 2008.** Norma Técnica Sanitaria N.º 071. Criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. MINSAL/DIGESA.
  32. **Olaoye O, Onilude A, Ubbor S. 2015.** Control of *Brochothrix thermosphacta* in pork meat using *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* I23 isolated from beef. *Appl Food Biotech* 2: 49-55. doi: 10.22037/afb.v2i3.7993
  33. **Pellissery AJ, Vinayamohan PG, Amalaradjou MAR, Venkitanarayanan K. 2020.** Spoilage bacteria and meat quality. In: Biswas AK, Mandal PK (eds). *Meat quality analysis*. Cambridge, USA: Academic Press. p. 307-334.
  34. **Riquelme N, Matiacevich S. 2017.** Characterization and evaluation of some properties of oleoresin from *Capsicum annum* var. cacho de cabra. *CYTA J Food* 15: 344-351. doi: 10.1080/19476337.2016.1256913
  35. **Shahbazi Y, Shavisi N. 2018.** A novel active food packaging film for shelf-life extension of minced beef meat. *J Food Safety* 38: e12569. doi: 10.1111/jfs.12569
  36. **Sharma S, Jain S, Nair GN, Ramachandran S. 2013.** *Capsicum annum* enhances L-lactate production by *Lactobacillus acidophilus*: implication in curd formation. *J Dairy Sci* 96: 4142-4128. doi: 10.3168/jds.2012-6243.
  37. **Silva LR, Azevedo J, Pereira MJ, Valentão P, Andrade PB. 2013.** Chemical assessment and antioxidant capacity of pepper (*Capsicum annum* L) seeds. *Food Chem Toxicol* 53: 240-248. doi: 10.1016/j.fct.2012.11.036
  38. **Sosa-Moguel O, Pino JA, Ayora-Talavera G, Sauri-Duch E, Cuevas-Glory L. 2017.** Biological activities of volatile extracts from two varieties of Habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq). *Int J Food Prop* 20: S3042-S3051. doi:10.1080/10942912.2017.-1397694

39. **Stoica RM, Moscovici M, Tomulescu C, Babeanu N. 2016.** Extraction and analytical methods of capsaicinoids – a review. *Scientific Bull. Series F. Biotechnol* 20: 93-98.
40. **Wyness L. 2016.** The role of red meat in the diet: nutrition and health benefits. *P Nutr Soc* 75: 227-232. doi: 10.1017/S0029665115004267
41. **Yafetto L, Adator E, Ebuako A, Ekloh E, Afeti F. 2019.** Microbial quality of raw beef and chevon from selected markets in Cape Coast, Ghana. *J Biol Life Sci* 10: 78-97. doi: 10.5296/jbls.v10i1.14022
42. **Zhang H, Kong B, Xiong YL, Sun X. 2009.** Antimicrobial activities of spice extracts against pathogenic and spoilage bacteria in modified atmosphere packaged fresh pork and vacuum packaged ham slices stored at 4 °C. *Meat Sci* 81: 686-692. doi: 10.1016/j.meatsci.2008.11.011