

## Evaluación del extracto de cáscara de sanky en la estabilidad de carne de llama

### Evaluation of sanky peel extract in the stability of llama meat

Eliana Contreras-López<sup>1</sup>, Ana María Muñoz-Jáuregui<sup>2</sup>, Bettit Karim Salvá-Ruiz<sup>\*,3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad San Ignacio de Loyola, Lima, Perú.

<sup>3</sup> Departamento de Tecnología de Alimentos y Productos Agropecuarios, Facultad de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

\*Autor para correspondencia, e-mail: [bsalva@lamolina.edu.pe](mailto:bsalva@lamolina.edu.pe)

Eliana Contreras-López  <https://orcid.org/0000-0003-0685-2004>

Ana María Muñoz-Jáuregui  <https://orcid.org/0000-0003-3080-9823>

Bettit Karim Salvá-Ruiz  <https://orcid.org/0000-0001-5383-0890>

#### ARTÍCULO ORIGINAL

##### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Artículo recibido: 30/11/2019

Artículo aceptado: 22/03/2020

En línea: 30/05/2020

#### PALABRAS CLAVE:

cáscara de sanky;  
*Lama glama*;  
color;  
análisis sensorial;  
mesófilas.

#### ORIGINAL ARTICLE

##### ARTICLE INFORMATION

Article received: 30/11/2019

Article accepted: 22/03/2020

On line: 30/05/2020

#### KEYWORDS:

sanky peel;  
*Lama glama*;  
color;  
sensory analysis;  
mesophiles.

#### RESUMEN

En este estudio se evaluó la estabilidad de la calidad sensorial y el recuento de microorganismos aerobios mesófilos viables (AMV) de la carne molida de llama (*Lama glama*) con la adición de extracto de cáscara de sanky (*Corryocactus brevistylus* subsp. *puquiensis* (Rauh & Backeberg) Ostolaza) con extracción asistida por ultrasonido (CES), durante su almacenamiento a 5°C. El volumen de extracto adicionado se calculó para obtener una concentración de 60 mg PT / kg de carne molida de llama. Los parámetros instrumentales de color (L\*, a\*, b\*), pH, AMV y propiedades sensoriales se evaluaron durante nueve días. Las muestras sin extracto (CO) presentaron mayores valores de a\* (más rojos) que las muestras CES; sin embargo, los valores de L\* (luminosidad) y b\* (tenor amarillo) no presentaron diferencias significativas para el tratamiento CES durante el almacenamiento. La diferencia de color durante el almacenamiento ( $\Delta E_{0-9}$ ) fue mayor para el tratamiento CO, indicando cambios de color y olor, los cuales fueron percibidos por los consumidores. Los tratamientos no presentaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en el conteo de AMV. En conclusión, el extracto de cáscara de sanky no exhibió efectos antimicrobianos en la carne de llama; pero contribuyó a mantener su color y olor durante su almacenamiento en refrigeración.

#### ABSTRACT

In this study, the stability of the sensory quality and viable mesophilic aerobic (AMV) counts of llama ground meat with the addition of sanky (*Corryocactus brevistylus* subsp. *puquiensis* (Rauh & Backeberg) Ostolaza) peel ultrasound-assisted extract (CES) was evaluated during storage at 5°C, the added extract volume was calculated to obtain a concentration of 60 mg PT / kg of llama ground meat. The instrumental parameters of color (L\*, a\*, b\*), pH, AMV and sensory properties were determined during nine days. The samples without extract (CO) presented higher values of a\* (redness) than the CES samples; however, the L\* (luminosity) and b\* (yellowness) values did not show significant differences for the CES treatment during storage. The color difference ( $\Delta E_{0-9}$ ) during storage was greater for the CO treatment, indicating significant changes in color and odor that were perceived by consumers. The treatments did not show significant differences in the AMV count ( $p > 0,05$ ). In conclusion, the sanky peel ultrasound-assisted extract did not exhibit antimicrobial effects on llama ground meat; but it did help to maintain its color and odor during refrigerated storage.

## INTRODUCCIÓN

El sanky (*Corryocactus brevistylus subsp. puquiensis* (Rauh & Backeberg) Ostolaza) es una cactácea silvestre oriunda de los andes del Perú, tradicionalmente tiene diversos usos (alimentario, medicinal, veterinario, cosmético, como combustible, entre otros). Por otra parte, la llama (*Lama glama*) se encuentra históricamente en el Altiplano del sureste de Perú y el oeste de Bolivia, así como en Chile y Argentina (Criscitiello, Kraev, & Lange, 2020).

La carne de llama es considerada “la carne del futuro”, se aprovecha tradicionalmente procesada por salazón, secada y deshidratada por acción del calor y la helada, como ch’arki (Quina, 2015). Actualmente, es la principal fuente de proteína de origen animal del poblador andino. Aporta un mayor porcentaje de proteínas que la carne de bovino y caballo, y presenta un perfil de aminoácidos similar al de otros rumiantes, así como un bajo nivel de grasas y colesterol. Desde el punto de vista sensorial, la carne de llama puede asemejarse en color, apariencia y textura con la carne de bovino (Cristofanelli, Antonini, Torres, Polidori, & Renieri, 2005; Mamani-Linares, Cayo, & Gallo, 2014; Mamani-Linares & Gallo, 2011).

Estos alimentos, están relacionados en la mente del consumidor como productos saludables, naturales, libres de aditivos sintéticos, sin embargo, son poco conocidos y comercializados. Esto ha provocado nuestro interés en estudiar la aplicación de un extracto natural, no tóxico con potencial aplicación en alimentos (Jiang & Xiong, 2016; Zanetti et al., 2018). La industria cárnica es una de las más interesadas en la búsqueda de compuestos naturales con actividad antioxidante, para reemplazar el uso de aditivos sintéticos (El-Nashi, Abdel Fattah, Abdel Rahman, & Abd El-Razik, 2015; Fernandes, Trindade, Lorenzo, Munekata, & de Melo, 2016; Kumar, Yadav, Ahmad, & Narsaiah, 2015).

Muchos estudios reportan efectos protectores en la calidad de carne por la adición de extractos de

origen vegetal, debido a la presencia de compuestos fenólicos, que actúan como sustancias antioxidantes y antimicrobianas retrasando el proceso de deterioro (El-Nashi et al., 2015; Fernandes et al., 2016; Kumar et al., 2015; Radha krishnan et al., 2014). Los componentes fenólicos son metabolitos secundarios aromáticos de las plantas, que se originan a partir de fenilalanina y, en menor medida, de tirosina, pueden tener elevada capacidad para eliminar los radicales libres asociados con diversas enfermedades humanas (Zhang, Yang, & Zhou, 2018). Estos compuestos pueden ser extraídos para su empleo en la conservación de alimentos.

La extracción de compuestos fenólicos se puede maximizar con la extracción de solventes como etanol al 50% de concentración (Ghasemzadeh, Jaafar, Juraimi, & Tayebi-Meigooni, 2015). Por otra parte, esta extracción puede ser asistida por ultrasonido, logrando mayor eficiencia en la extracción de compuestos fenólicos (Rojas, Fuentes, Contreras-López, Gómez, & Muñoz-Jáuregui, 2019). Es por ello, que acorde a las tendencias actuales, el objetivo de este estudio fue evaluar los efectos del extracto de cáscara de sanky (ECS) sobre las características de calidad sensorial y microbiológicas de la carne molida de llama almacenada durante 9 días a  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ .

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Extracto de cáscara de sanky

Los frutos de sanky (*Corryocactus brevistylus ssp. puquiensis* (Rauh & Backeberg) Ostolaza) recién cosechados por la comunidad campesina de Saisa, provincia de Lucanas, región Ayacucho, fueron seleccionados, lavados en agua corriente y desinfectados sumergiéndolas en una solución de hipoclorito de sodio (100 ppm) durante 10 minutos. Se cortaron en mitades y se pelaron manualmente con ayuda de cucharas de acero inoxidable. La pulpa se almacenó en congelación ( $-18^{\circ}\text{C}$ ) para ser empleada en otro estudio.

Las cáscaras se secaron en estufa (marca Memmert, modelo UF55) a 45°C hasta peso constante, después se enfriaron hasta temperatura ambiente (25,8 °C y 81,6% HR) y se realizó la molienda (molinillo marca Oster) por 10 minutos. Luego se almacenó en congelación (-18°C), en empaque estéril de aluminio para protegerlo de la luz y humedad. La extracción de componentes fenólicos de la cáscara de sanky asistida por ultrasonido, se realizó con las condiciones óptimas recomendadas por (Rojas et al., 2019).

La extracción se realizó por triplicado, empleando 1,0 g del producto seco molido con 50 ml de etanol al 50% y un generador ultrasónico (marca Sonics & Materials, INC., U.S.A. modelo N° VC 505) durante 40 minutos (con intervalos de descanso de 60 segundos cada 45 segundos de inyección ultrasónica) a 25 °C. Después de la extracción, la mezcla se filtró con papel del filtro Whatman # 4. El filtrado se concentró en un evaporador rotatorio (Rotavapor RE 120 - Büchi) hasta eliminar el etanol. El volumen se ajustó a 50 ml con agua destilada, en una relación líquido-sólido de 10: 1 y se mantuvo bajo refrigeración (5 ± 1° C) en una botella de vidrio de color ámbar para proteger de la luz.

### **Caracterización del extracto**

La presencia de alcaloides totales, taninos, azúcares reductores y polifenoles totales en el extracto fue evaluada siguiendo lo recomendado por (Lock Sing, 2016). El método descrito por Ivanova, Gerova, Chervenkov, & Yankova (2005) fue empleado para determinar el contenido de polifenoles totales (PT). Se utilizó 100 ml de extracto, se tomó una alícuota de 150 µL (tres réplicas), que fueron introducidas en tubos, fue añadido 750 µL de Folin-Ciocalteu; después de 5 minutos de reacción se añadió 600 µL de carbonato de sodio a 7,5 %. Los tubos fueron mezclados e incubados a 50 °C/10 min; la absorbancia fue recogida a 760 nm usando una celda de poliestireno de (4,5cm x 1,0cm x 1,0 cm); las

mediciones se tomaron con un espectrofotómetro (Shimadzu UV/Vis 2550, con interfase a una PC, Shimadzu Scientific Instruments, MD, USA.). El contenido de PT fue expresado como mg equivalentes de ácido gálico (GAE) / g materia seca.

### **Preparación de las muestras de carne de llama**

La carne se obtuvo de llamas raza K`ara, procedentes del distrito de Ninacaca, provincia de Pasco. Las llamas tenían entre 12 a 18 meses de edad. Las piezas empleadas fueron cuellos y brazuelos. La carne fue triturada usando una moledora con una placa de 6 mm. Los tratamientos fueron: (1) CO (Control, carne molida sin adición de extracto) y (2) CES (concentración de 60 mg PT / kg de carne) (Selani et al., 2011). Las muestras se colocaron en bandejas descartables cubiertas con film de polietileno y almacenados a temperatura de refrigeración (5 ± 1° C). El procedimiento se hizo por triplicado. Los análisis se realizaron a los 0, 3, 6 y 9 días de almacenamiento.

### **Análisis microbiológico**

El recuento de los microorganismos aerobios mesófilos viables en placa (AMV) fue determinado. Para ello, se pesó asépticamente muestras de 10 g de carne molida de llama y se mezcló con 90 ml de agua peptonada estéril al 0,1% durante 2 min a temperatura ambiente. Se prepararon diluciones decimales en serie, tomando 1 ml de la solución anterior en 9 ml de agua peptonada, por duplicado, se vertieron y se extendieron para el recuento total en Plate Count Agar, después se incubó a 30°C durante 48 h.

### **pH**

El pH de las muestras se determinó mezclando 30 g de muestra con 100 ml de agua destilada, la mezcla se filtró y se midió el pH del filtrado utilizando un potenciómetro (Biolab PHS-3BW) (El-Nashi et al., 2015).

### Parámetros instrumentales de color

El color instrumental se midió con un colorímetro portátil (Konica Minolta CR 410). Los valores de CIE, se expresaron en términos de Luminosidad ( $L^* = 0$  para el negro y  $L^* = 100$  para el blanco),  $a^*$  (verde [-] y rojo [+]) y  $b^*$  (azul [-] y amarillo [+]), con muestras analizadas por duplicado. El ángulo de observación fue de  $10^\circ$  y un iluminante D65 con el componente especular incluido. A partir de estos parámetros fueron calculadas las coordenadas  $C^*$  (croma o saturación) y Hue o tono ( $H^*$ ) y la diferencia de color Euclídea ( $\Delta E$ ) entre el día 1 y día 9 de almacenamiento (Fernandes et al., 2016):

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (\text{Ec. 1})$$

$$H^* = \arctan \left[ \frac{b^*}{a^*} \right] \quad (\text{Ec. 2})$$

$$\Delta E_{0-9} = \sqrt{(\Delta L_{0-9}^*)^2 + (\Delta a_{0-9}^*)^2 + (\Delta b_{0-9}^*)^2} \quad (\text{Ec. 3})$$

### Análisis sensorial

El análisis sensorial fue realizado por un panel compuesto por ocho jueces entrenados (INDECOPI, 2008), estudiantes de la carrera de Ciencia de los Alimentos de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. El panel utilizó una escala estructurada de 10 cm con tres puntos de referencia para los atributos: olor (0 = excelente, 5 = moderadamente aceptable; 10 = no aceptable), color rojo (0 = muy alto, 5 = moderado; 10 = muy bajo), y para la evaluación del atributo decoloración superficial usaron una escala estructurada de 10 cm con cuatro puntos (0= 0 a 25%, 4 = 26 a 50%, 7 = 51 a 75%, 10= 76 a 100%).

La prueba se realizó en un ambiente iluminado con luz blanca. Las muestras fueron codificadas con números aleatorios de tres dígitos y presentadas de forma individual a los jueces sensoriales. En la ficha de evaluación se permitió que los participantes hicieran comentarios con respecto a los atributos evaluados. El panel fue instruido para no ingerir alimentos, masticar chicle, fumar por lo menos una

hora antes de la realización de las pruebas, para no influir en los resultados (INDECOPI, 2014).

### Análisis estadístico

El total de muestras analizadas fueron 48 (2 repeticiones x 2 tratamientos x 3 muestras de cada tratamiento x 4 tiempos de almacenamiento). El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando el modelo lineal general para el análisis de varianza entre los tratamientos aplicados para las variables consideradas en el estudio. Las comparaciones de los promedios de tratamientos se realizaron mediante la prueba Tukey con nivel de significancia de 5%.

Los factores, tratamiento y tiempo de almacenamiento, se consideraron de efectos fijos, utilizando el siguiente modelo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \delta_j + (\beta\delta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

donde:  $Y_{ijk}$  es la  $k$ -ésima observación de las variables dependientes ( $k = 1, 2$ ), en el  $i$ -ésimo tiempo de almacenamiento ( $i = 1, 2, 3, 4$ ) y  $j$ -ésimo tratamiento ( $j = 1, 2$ );  $\mu$  es la media general;  $\beta_i$  es el efecto del tiempo de almacenamiento  $i$ ;  $\delta_j$  es el efecto del tratamiento  $j$ ;  $(\beta\delta)_{ij}$  es la interacción entre el tiempo de almacenamiento  $i$  y el tratamiento  $j$ ; y  $\varepsilon_{ijk}$  es el error aleatorio asociado con la observación  $Y_{ijk}$ .

## RESULTADOS

La marcha fitoquímica reveló la presencia de azúcares reductores y compuestos fenólicos, así como ausencia de taninos y alcaloides en el extracto obtenido. El ECS tuvo un contenido de compuestos fenólicos totales de  $43,87 \pm 1,87$  mg GAL/g (materia seca).

La Figura 1 grafica el recuento de los microorganismos aerobios mesófilos viables (AMV) durante el tiempo de almacenamiento refrigerado de la carne de llama.

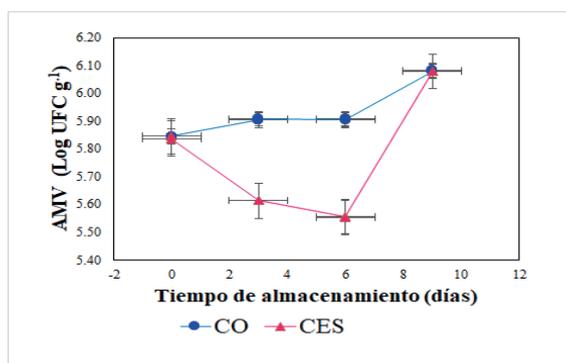


Figura 1. Cambios en el recuento de aerobios mesófilos viables (AMV) en la carne de llama durante el almacenamiento a 5 ± 1 °C. Tratamientos: CO = control; CES = concentración de 60 mg PT / kg de carne.

Los valores de pH y los parámetros de color durante el almacenamiento refrigerado de la carne de llama son presentados en la Tabla 1. Los resultados de la

diferencia de color durante el almacenamiento ( $\Delta E_{0,9}$ ) se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 1.**

*pH y parámetros de color de la carne de llama durante el almacenamiento refrigerado (promedio ± desviación estándar) (n=4)*

Variables	Tratam.	Tiempo de almacenamiento (días)				Sign.
		0	3	6	9	
pH	CO	5,40±0,04 <sup>a1</sup>	5,72±0,06 <sup>b1</sup>	5,79±0,05 <sup>c1</sup>	5,99±0,01 <sup>d1</sup>	*
	CES	5,46 ±0,03 <sup>a2</sup>	5,48 ±0,02 <sup>a2</sup>	5,66±0,03 <sup>b2</sup>	5,86±0,07 <sup>c2</sup>	*
	Sign.	*	*	*	*	
L*	CO	47,00±0,52 <sup>a1</sup>	44,12±0,13 <sup>b1</sup>	47,80±0,71 <sup>bc1</sup>	49,55±0,85 <sup>c1</sup>	*
	CES	46,79±0,74 <sup>a1</sup>	47,12±0,38 <sup>a2</sup>	47,48±0,55 <sup>a1</sup>	48,99±1,00 <sup>a1</sup>	n.s.
	Sign.	n.s.	*	n.s.	n.s.	
a*	CO	11,71±0,16 <sup>a1</sup>	16,35±1,07 <sup>b1</sup>	16,84±0,42 <sup>b1</sup>	17,54±0,93 <sup>b1</sup>	*
	CES	5,32±0,11 <sup>a2</sup>	5,60±0,39 <sup>a2</sup>	8,68±0,16 <sup>b2</sup>	8,97±0,03 <sup>b2</sup>	*
	Sign.	*	*	*	*	
b*	CO	7,86±0,36 <sup>a1</sup>	7,20±0,85 <sup>a1</sup>	8,47±0,62 <sup>ab1</sup>	10,80±0,61 <sup>b1</sup>	*
	CES	9,53±0,74 <sup>a1</sup>	8,83±0,50 <sup>a1</sup>	9,23±0,43 <sup>a1</sup>	10,85±0,83 <sup>a1</sup>	n.s.
	Sign.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
C*	CO	14,10±0,07 <sup>a1</sup>	17,88±0,63 <sup>b1</sup>	18,85±0,66 <sup>b1</sup>	20,59±1,10 <sup>b1</sup>	*
	CES	10,91±0,60 <sup>a2</sup>	10,41±0,63 <sup>a2</sup>	12,66±0,43 <sup>ab2</sup>	14,08±0,66 <sup>b2</sup>	*
	Sign.	*	*	*	*	
H*	CO	33,85±1,57 <sup>a1</sup>	23,84±3,87 <sup>a1</sup>	26,68±1,11 <sup>b1</sup>	31,63±0,09 <sup>b1</sup>	*
	CES	60,67±2,39 <sup>a2</sup>	57,64±0,33 <sup>ab2</sup>	46,75±0,80 <sup>ab2</sup>	50,37±2,08 <sup>b2</sup>	*
	Sign.	*	*	*	*	

a, b, c, d: Los valores medios en la misma fila (correspondientes al mismo tratamiento) no seguidos por una letra común difieren significativamente (p<0,05).

1,2: Los valores medios en la misma columna (correspondientes al mismo día de almacenamiento) no seguidos por un número común difieren significativamente (p<0,05).

Tratamientos: CO = Control; CES = con extracto de cáscara de sanky

Significancia: n.s. no significativo (p> 0,05); \* (p < 0,05).

**Tabla 2.**

*Diferencia total de color ( $\Delta E_{0-9}$ ) de las muestras de carne durante el almacenamiento refrigerado (promedio  $\pm$  desviación estándar)*

Tratamiento	$\Delta E_{0-9}$
CO	7,11 $\pm$ 0,50 <sup>a</sup>
CES	4,60 $\pm$ 0,52 <sup>b</sup>
Sign.	*

a, b: Valores medios con una letra distinta son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ).

Significancia: n.s.: no significativo ( $p > 0,05$ ); \* ( $p < 0,05$ ).

La estabilidad sensorial de la carne de llama se evaluó mediante los atributos olor, decoloración superficial

y color rojo (Figura 2: A, B y C).

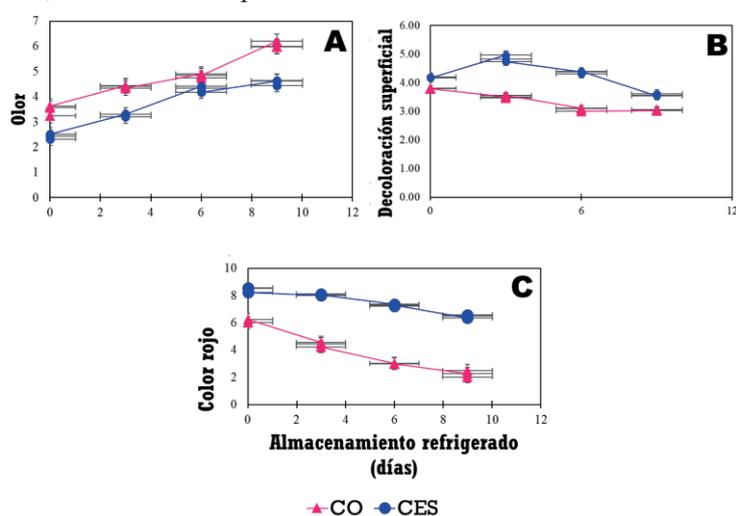


Figura 2. Efectos sobre los atributos sensoriales de la carne de llama durante el almacenamiento a  $5 \pm 1$  °C.

Tratamientos: CO y CES. Escala de olor (0 = excelente, 5 = moderadamente aceptable; 10 = no aceptable), decoloración superficial (0 = 0 a 25%, 4 = 26 a 50%, 7 = 51 a 75%, 10 cm= 61 a 100%) y color rojo (0 = muy alto, 5 = moderado; 10 = muy bajo).

## DISCUSIÓN

En este estudio, se cuantificaron los compuestos fenólicos presentes en un extracto obtenido de la cáscara de sanky asistido por ultrasonido. El empleo de cáscaras para la obtención de un extracto fenólico, tuvo dos propósitos, (1) darle un valor de uso a un compuesto rápidamente deteriorable que podría impactar al ambiente; e (2) investigar si la cáscara de sanky es una fuente de compuestos funcionales con potencialidad de ser empleada como antioxidante o conservante alimentario, que sea no sólo seguro sino también que tenga una actividad promotora de la salud (Singh, Singh, Kaur, & Singh, 2020).

El contenido de compuestos fenólicos totales [ $43,87 \pm 1,87$  mg GAL/ g (materia seca)] en dicho extracto fue significativamente mayor ( $p < 0,05$ ) al contenido de compuestos fenólicos de la cáscara de sanky seca en polvo [ $14,36 \pm 0,25$  mg GAL/ g (materia seca)] reportado por (Contreras-López & Salvá-Ruiz, 2018). La metodología de extracción asistida por ultrasonido permitió recuperar los componentes fenólicos de la cáscara de sanky con mayor eficiencia (Rojas et al., 2019); además, esta metodología se considera una de las más efectivas para extraer los compuestos fenólicos totales con alta actividad antioxidante y un gran ahorro de tiempo (Rodsamran & Sothornvit, 2019; Sharayei, Azarpazhooh, Zomorodi, & Ramaswamy, 2019).

El efecto protector de ECS es mayor que la cáscara de sanky, pues el contenido de compuestos fenólicos, tiene correlación positiva con la actividad antioxidante (Radha krishnan et al., 2014). Sin embargo, el efecto conservador del extracto depende de cada polifenol. El polifenol actúa de manera independiente en el extracto vegetal y la velocidad relativa de la reacción depende predominantemente de la estructura química de cada compuesto en lugar de su concentración (Burri et al., 2020). Por tanto, las condiciones de extracción, concentración del extracto, la especie de planta, la parte botánica de la planta, la especie de la cual deriva la carne, el tiempo de almacenamiento, las propiedades químicas y los efectos de antioxidantes específicos, necesitan una investigación más exhaustiva (Jiang & Xiong, 2016).

Por otro lado, los valores del contenido de polifenoles totales obtenidos en ECS son menor a los reportados para otros extractos fenólicos con capacidad antioxidante como el extracto de orégano que presentó  $72,53 \pm 2,36$  mg de ácido gálico/g (Fernandes et al., 2016) y el extracto de cáscara de granada con 165,4 mg de ácido gálico/g de extracto en peso seco (Turgut, Işıkcı, & Soyer, 2017).

En la Figura 1, el recuento inicial de AMV fue alrededor de  $5,8 \log_{10}$  UFC  $g^{-1}$  y no se observaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre los tratamientos en el último día de evaluación; sin embargo, se encontraron diferencias entre los tratamientos en los días 3 y 6 ( $p < 0,05$ ), con mayores recuentos para las muestras control. La aplicación del ECS en la carne molida de llama, permitió prever su comportamiento en un producto cárnico elaborado. Otros estudios, no consideran la molienda de la carne, por tanto, la aplicación de extractos de plantas se da solo en la superficie de la carne (Radha krishnan et al., 2014; Sánchez, Silva, Jiménez, & Zea, 2015). La aplicación de ECS en las muestras de carne de llama, no tuvo un efecto significativo ( $p > 0,05$ ) en el recuento de AMV. Probablemente, mayores concentraciones de extracto, podrían lograr un mayor efecto, recientemente Burri et al.,

*Rev. Investig. Altoandín. 2020; Vol 22 Nro 2 123 - 134*

(2020) investigaron 23 materiales vegetales a tres concentraciones (50, 100 y 200 ppm), encontrando adecuada una dosis de 200 ppm en carne de cerdo.

El recuento de AMV, reveló buenas condiciones sanitarias de la materia prima, desde el recuento inicial y durante los seis días de almacenamiento refrigerado para los dos tratamientos. El recuento de AMV de  $6 \log$  UFC  $g^{-1}$  se considera como el umbral y determina el final de la vida útil de la carne (INDECOPI, 2005). Por tanto, la vida útil de la carne molida de llama almacenada en las condiciones de estudio fue menor a 9 días en almacenamiento refrigerado. En el día nueve de almacenamiento, el recuento de AMV para los dos tratamientos fue  $6,08 \log$  UFC  $g^{-1}$ , por tanto, a partir del día nueve, las muestras fueron microbiológicamente inaceptables (INDECOPI, 2005).

El pH es un parámetro importante relacionado con la susceptibilidad de la carne a su deterioro (Mamani-Linares & Gallo, 2011). Los valores de pH, presentaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) durante el tiempo de almacenamiento, sin embargo, los valores se mantuvieron dentro del rango de 5,5 a 6,4 (INDECOPI, 2005) hasta el final del almacenamiento. Esto brindó protección a la carne en cuanto a la contaminación microbiológica (Cristofanelli, Antonini, Torres, Polidori, & Renieri, 2004; Mamani-Linares et al., 2014).

El color de la carne es un factor importante que influye en la aceptación del consumidor y en las decisiones de compra más que cualquier otro factor de calidad (Mamani-Linares et al., 2014; Mancini & Hunt, 2005). La mioglobina es la principal proteína responsable del color de la carne, aunque otras proteínas como la hemoglobina y el citocromo C también pueden desempeñar un papel en la carne (Mancini & Ramanathan, 2020). La pigmentación del músculo varía en intensidad de acuerdo con la cantidad del pigmento y de la tonalidad, según el grado de oxidación del grupo hemo dado por el ambiente gaseoso. La presencia de metamioglobina

muestra señales distintivas, que causan una pérdida de intensidad y aspecto marrón. Es el contenido de metamioglobina lo que determina la vida útil de la carne y los parámetros altamente correlacionados con la proporción de este pigmento será la predicción más relevante de las decisiones de compra de los consumidores (Hernández Salueña, Sáenz Gamasa, Diñeiro Rubial, & Alberdi Odriozola, 2019).

Al inicio del estudio (día cero) los tratamientos CO y CES presentaron valores de  $L^*$  (luminosidad) sin diferencias significativas ( $p > 0,05$ ); sin embargo, durante el almacenamiento, los valores de  $L^*$  para CO tuvieron tendencia a incrementarse significativamente ( $p < 0,05$ ), mientras que los valores de  $L^*$  para CES se mantuvieron estables con el tiempo ( $p > 0,05$ ). Los valores de  $L^*$  pueden ser influenciadas por la raza, alimentación y edad del animal (Mamani-Linares & Gallo, 2013). Asimismo, el valor de  $L^*$  no cambia significativamente durante la oxigenación y oxidación de la carne (Hernández Salueña et al., 2019).

Recientes investigaciones han resaltado el papel de tres mecanismos que contribuyen a las variaciones en el valor de  $L^*$ : (1) Variaciones en el espaciamiento de la red de miofilamentos, y los cambios resultantes en el diámetro de miofibrilla y el diámetro de la fibra muscular; (2) Variaciones en la longitud del sarcómero, si están asociadas con cambios en el miofilamento y el diámetro de miofibrilla; y (3) Variaciones en la distribución de proteínas sarcoplásmicas, incluso si están unidas o precipitadas en los miofilamentos. Esto, tiene relación con el pH y la temperatura en rigor (5 °C – 35 °C), aunque se están investigando otros factores (Purslow, Warner, Clarke, & Hughes, 2020). Por tanto, la adición del extracto, protegió a la carne de dichos cambios.

De otra parte, los dos tratamientos estudiados CO y CES mostraron un aumento significativo ( $p < 0,05$ ) en el parámetro  $a^*$  (coordenada cromática del rojo – verde) durante el almacenamiento. Las muestras CO presentaron valores de  $a^*$  similar a los obtenidos por

Mamani-Linares *et al.* (2014), significativamente más rojo ( $p < 0,05$ ) que las muestras CES. Las diferencias detectadas para  $a^*$  en el tratamiento CES se debe a la presencia de los pigmentos de ECS.

Respecto al parámetro  $b^*$  (coordenada cromática del azul – amarillos), el tratamiento CO mostró incrementos significativos ( $p < 0,05$ ) en el tiempo, mientras que el tratamiento CES presentó ligeros incrementos para los valores de  $b^*$ , los que no fueron significativos ( $p > 0,05$ ). Sin embargo, no existieron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) para los valores de  $b^*$  entre los dos tratamientos por cada día evaluado. Los valores de  $b^*$  (tenor de amarillo) son ligeramente inferiores para el tratamiento CO con respecto al tratamiento CES y éste último concuerda en el día cero con lo observado por Mamani-Linares et al. (2014).

Las Ecuaciones (1) y (2) fueron usadas para definir los parámetros de color instrumental en términos de coordenadas polares. En el presente estudio, los valores  $C^*$  (croma o saturación), durante el tiempo de almacenamiento, presentaron incrementos significativos para los dos tratamientos ( $p < 0,05$ ). El tratamiento CO mostró valores más altos de  $C^*$ , que las muestras CES ( $p < 0,05$ ). Los cambios en el croma  $C^*$  tiene relación con la oxigenación y oxidación de los pigmentos de la carne. Durante los primeros 30–60 min, la oxigenación induce cambios críticos de color y después de 60 min, la oxigenación de la mioglobina es más lenta, pero continúa hasta aproximadamente 24 horas (Hernández Salueña et al., 2019). Las variaciones de  $H^*$  (Hue o tono) disminuyeron significativamente en el tiempo para los dos tratamientos y presentaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

La diferencia de color durante el almacenamiento ( $\Delta E_{0,9}$ ), calculada con la Ecuación (3), fue mayor ( $p < 0,05$ ) para el tratamiento CO (Tabla 2). En los dos tratamientos estudiados los cambios de color fueron percibidos, dado que los valores de  $\Delta E$  fueron superiores a 2 (Fernandes et al., 2016).

Las características sensoriales se evalúan, para determinar la potencialidad del extracto como aditivo natural. De este modo, se puede determinar si un extracto afecta negativamente las características sensoriales de frescura de un producto cárnico (Özünlü, Ergezer, & Gökçe, 2018). Los atributos sensoriales de olor y color son determinantes en la calidad de un producto cárnico y puede determinar el tiempo de conservación del mismo o revelar si la adición de un extracto vegetal tiene el efecto de prolongar la vida útil de un producto cárnico en almacenamiento refrigerado (Turgut, Soyer, & Işıkcı, 2016). En la estabilidad sensorial de la carne de llama se observaron diferencias para el atributo color rojo ( $p < 0,05$ ) durante el periodo de almacenamiento, esta diferencia se obtuvo por la presencia de pigmentos del ECS en el tratamiento CES. Pues, las muestras del tratamiento CES presentaban una tonalidad menos rojiza y más amarillenta.

El atributo sensorial de olor no presentó diferencias significativas durante el periodo de almacenamiento ( $p > 0,05$ ). Sin embargo, las puntuaciones del atributo olor permanecieron en el rango de “excelente” a “moderadamente aceptable” durante los nueve días de almacenamiento, en el tratamiento CES; mientras, que el día 9, las puntuaciones de olor para el tratamiento CO estuvieron en el rango de “moderadamente aceptable” a “no aceptable”.

La decoloración superficial no presentó diferencias significativas durante el periodo de almacenamiento ( $p > 0,05$ ). La evaluación visual se considera el estándar de oro para evaluar la vida útil de la carne (Passetti et al., 2019). La decoloración de la carne fresca es un evento inevitable. Varios factores antes y después del sacrificio pueden afectar el color de la carne fresca y su estabilidad. La temperatura es el factor más importante que afecta la estabilidad del color (El-Din Ahmed Bekhit, Morton, Bhat, & Kong, 2019). Los consumidores relacionan la decoloración superficial en carnes como indicador de frescura y salubridad, y la decoloración es frecuentemente referida como la cantidad de superficie cubierta por metamioglobina.

*Rev. Investig. Altoandín. 2020; Vol 22 Nro 2 123 - 134*

Las formas de mioglobina subsuperficial también juegan un papel en la apariencia del producto (Mancini & Ramanathan, 2020). Hay una fuerte asociación entre la preferencia de color en carnes e intención de compra de los consumidores (Purslow et al., 2020).

## CONCLUSIONES

La adición de extracto de cáscara de sanky obtenido en un proceso asistido con ultrasonido mostró un efecto de protección en la carne de llama, evidenciado por la estabilidad del parámetro  $L^*$ . La adición del extracto a una dosis de 60 PT/Kg carne molida de llama, tuvo un efecto protector en la variación del color durante el almacenamiento, pero no tuvo un efecto significativo en el recuento de mesófilos totales, por lo que se recomienda evaluar el ECS en dosis más altas. Estos resultados pueden servir de base para futuros estudios en la obtención de un producto cárnico con adición de extractos vegetales que puedan alargar la vida útil de la carne sin la adición de compuestos sintéticos.

## Agradecimientos

Los autores agradecen al Proyecto Mejoramiento de la producción, calidad y procesamiento tecnológico de la carne de llama procedentes de la sierra central del Perú con Contrato 129-PNICP-PIAP-2015, al Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) y al apoyo brindado por los integrantes del Grupo Estudiantil de Innovación y Desarrollo Científico Alimentario de la UNMSM, por su compromiso y dedicación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Burri, S. C. M., Ekholm, A., Bleive, U., Püssa, T., Jensen, M., Hellström, J., . . . Tornberg, E. (2020). Lipid oxidation inhibition capacity of plant extracts and powders in a processed meat model system. *Meat Science*, 162, 108033. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.108033>

- Contreras-López, E., & Salvá Ruiz, B., K. (2018). Caracterización Sensorial de hamburguesa de llama con cáscara de sanky. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 20(2), 155-168. doi: <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2018.360>.
- Criscitello, M. F., Kraev, I., & Lange, S. (2020). Deiminated proteins in extracellular vesicles and serum of llama (*Lama glama*)—Novel insights into camelid immunity. *Molecular Immunology*, 117, 37-53. doi: <https://doi.org/10.1016/j.molimm.2019.10.017>
- Cristofanelli, S., Antonini, M., Torres, D., Polidori, P., & Renieri, C. (2004). Meat and carcass quality from Peruvian llama (*Lama glama*) and alpaca (*Lama pacos*). *Meat Sci*, 66(3), 589-593. doi: [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00174-8](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00174-8). (Accession No. 22060868)
- Cristofanelli, S., Antonini, M., Torres, D., Polidori, P., & Renieri, C. (2005). Carcass characteristics of peruvian llama (*Lama glama*) and alpaca (*Lama pacos*) reared in the Andean highlands. *Small Ruminant Research*, 58(3), 219-222. doi: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2004.10.004>
- El-Din Ahmed Bekhit, A., Morton, J. D., Bhat, Z. F., & Kong, L. (2019). Meat Color: Factors Affecting Color Stability. In L. Melton, F. Shahidi, & P. Varelis (Eds.), *Encyclopedia of Food Chemistry* (pp. 202-210). doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.21665-X>
- El-Nashi, H. B., Abdel Fattah, A. F. A. K., Abdel Rahman, N. R., & Abd El-Razik, M. M. (2015). Quality characteristics of beef sausage containing pomegranate peels during refrigerated storage. *Annals of Agricultural Sciences*, 60(2), 403-412. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aoas.2015.10.002>
- Fernandes, R. P. P., Trindade, M. A., Lorenzo, J. M., Munekata, P. E. S., & de Melo, M. P. (2016). Effects of oregano extract on oxidative, microbiological and sensory stability of sheep burgers packed in modified atmosphere. *Food Control*, 63, 65-75. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.11.027>
- Ghasemzadeh, A., Jaafar, H. Z., Juraimi, A. S., & Tayebi-Meigooni, A. (2015). Comparative Evaluation of Different Extraction Techniques and Solvents for the Assay of Phytochemicals and Antioxidant Activity of Hashemi Rice Bran. *Molecules*, 20(6), 10822-10838. doi: <https://doi.org/10.3390/molecules200610822>. (Accession No. 26111171)
- Hernández Salueña, B., Sáenz Gamasa, C., Diñeiro Rubial, J. M., & Alberdi Odriozola, C. (2019). CIELAB color paths during meat shelf life. *Meat Science*, 157, 107889. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107889>
- INDECOPI. (2008). *ANÁLISIS SENSORIAL. Guía general para selección, entrenamiento y control de jueces. Parte 1.* (R.0094-2008/INDECOPI-CRT.Publicado el 2008-07-11). Perú: NTP-ISO 8586-1
- INDECOPI. (2014). *ANÁLISIS SENSORIAL. Metodología. Lineamientos generales.* (R. 18-2014/CNB-INDECOPI 2014-03-13). Perú NTP ISO 6658:2008 (revisada el 2014)
- INDECOPI. (2005). *CARNE Y PRODUCTOS CARNICOS. Definiciones, requisitos y clasificación de las carcasas y carnes de alpacas y llamas* (R.47-2005-CRT-INDECOPI 29 de mayo de 2005). NTP 201.043
- Ivanova, D., Gerova, D., Chervenkov, T., & Yankova, T. (2005). Polyphenols and antioxidant capacity of Bulgarian medicinal plants. *J Ethnopharmacol*, 96(1-2), 145-150. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2004.08.033>. (Accession No. 15588663)
- Jiang, J., & Xiong, Y. L. (2016). Natural antioxidants as food and feed additives to promote health benefits and quality of meat products: A review. *Meat Science*, 120, 107-117. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.04.005>
- Kumar, Y., Yadav, D. N., Ahmad, T., & Narsaiah, K. (2015). Recent Trends in the Use of Natural Antioxidants for Meat and Meat Products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14(6), 796-812. doi: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12156>
- Lock Sing, O. (2016). *Investigación fitoquímica : Rev. Investig. Altoandin. 2020; Vol 22 Nro 2 123 - 134*

- métodos en el estudio de productos naturales (F. E. d. I. P. U. C. d. Perú Ed. Tercera Edición. ed.). Lima-Perú.
- Mamani-Linares, L. W., Cayo, F., & Gallo, C. (2014). Características de canal, calidad de carne y composición química de carne de llama: una revisión. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 25, 123-150.
- Mamani-Linares, L. W., & Gallo, C. (2011). Composición química y calidad instrumental de carne de bovino, llama (lama glama) y caballo bajo un sistema de crianza extensiva. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 22, 301-311.
- Mamani-Linares, L. W., & Gallo, C. B. (2013). Meat quality attributes of the Longissimus lumborum muscle of the Kh'ara genotype of llama (Lama glama) reared extensively in northern Chile. *Meat Science*, 94(1), 89-94. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.12.013>
- Mancini, R. A., & Hunt, M. C. (2005). Current research in meat color. *Meat Science*, 71(1), 100-121. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.03.003>
- Mancini, R. A., & Ramanathan, R. (2020). Chapter 8 - Molecular basis of meat color. In A. K. Biswas & P. K. Mandal (Eds.), *Meat Quality Analysis* (pp. 117-129). doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819233-7.00008-2>
- Passetti, R. A. C., Resconi, V. C., Çakmakçı, C., del Mar Campo, M., Kirinus, J. K., Passetti, L. C. G., . . . Sañudo, C. (2019). Number of consumers and days of display necessary for the assessment of meat colour acceptability. *Food Research International*, 121, 387-393. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.03.036>
- Purslow, P. P., Warner, R. D., Clarke, F. M., & Hughes, J. M. (2020). Variations in meat colour due to factors other than myoglobin chemistry; a synthesis of recent findings (invited review). *Meat Science*, 159, 107941. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107941>
- Quina Quina, E. Y. (2015). *Diagnóstico de la crianza y caracterización fenotípica de las llamas k'ara (Lama glama) en Marcapomacocha, Región Junín*. Retrieved from <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1859>
- Radha krishnan, K., Babuskin, S., Azhagu Saravana Babu, P., Sasikala, M., Sabina, K., Archana, G., . . . Sukumar, M. (2014). Antimicrobial and antioxidant effects of spice extracts on the shelf life extension of raw chicken meat. *International Journal of Food Microbiology*, 171, 32-40. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.11.011>
- Rodsamran, P., & Sothornvit, R. (2019). Extraction of phenolic compounds from lime peel waste using ultrasonic-assisted and microwave-assisted extractions. *Food Bioscience*, 28, 66-73. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2019.01.017>
- Rojas, T., Fuentes, M. E., Contreras-López, E., Gómez, S., & Muñoz-Jáuregui, A. M. (2019). Extracción asistida por ultrasonido de compuestos fenólicos de la cáscara de sanky (*Corryocactus brevistylus*). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 85, 258-267
- Selani, M. M., Contreras-Castillo, C. J., Shirahigue, L. D., Gallo, C. R., Plata-Oviedo, M., & Montes-Villanueva, N. D. (2011). Wine industry residues extracts as natural antioxidants in raw and cooked chicken meat during frozen storage. *Meat Science*, 88(3), 397-403. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.01.017>
- Sharayei, P., Azarpazhooh, E., Zomorodi, S., & Ramaswamy, H. S. (2019). Ultrasound assisted extraction of bioactive compounds from pomegranate (*Punica granatum L.*) peel. *LWT*, 101, 342-350. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.11.031>
- Singh, B., Singh, J. P., Kaur, A., & Singh, N. (2020). Phenolic composition, antioxidant potential and health benefits of citrus peel. *Food Research International*, 132, 109114. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109114>
- Sánchez V, R., Silva J, M., Jiménez A, R., & Zea M, O. (2015). Efecto de Desinfectantes Químicos y Extractos de Plantas sobre la Carga Bacteriana en Carcasas de Cuyes (*Cavia porcellus*). *Revista*

- de *Investigaciones Veterinarias del Perú*, 26, 235-244.
- Turgut, S. S., Işıklı, F., & Soyer, A. (2017). Antioxidant activity of pomegranate peel extract on lipid and protein oxidation in beef meatballs during frozen storage. *Meat Science*, 129, 111-119. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.02.019>
- Turgut, S. S., Soyer, A., & Işıklı, F. (2016). Effect of pomegranate peel extract on lipid and protein oxidation in beef meatballs during refrigerated storage. *Meat Science*, 116, 126-132. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.02.011>
- Zanetti, M., Carniel, T. K., Dalcanton, F., dos Anjos, R. S., Gracher Riella, H., de Araújo, P. H. H., . . . Antônio Fiori, M. (2018). Use of encapsulated natural compounds as antimicrobial additives in food packaging: A brief review. *Trends in Food Science & Technology*, 81, 51-60. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.09.003>
- Zhang, H., Yang, Y.-f., & Zhou, Z.-q. (2018). Phenolic and flavonoid contents of mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) fruit tissues and their antioxidant capacity as evaluated by DPPH and ABTS methods. *Journal of Integrative Agriculture*, 17(1), 256-263. doi: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(17\)61664-2](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(17)61664-2)
- Özünü, O., Ergezer, H., & Gökçe, R. (2018). Improving physicochemical, antioxidative and sensory quality of raw chicken meat by using acorn extracts. *LWT*, 98, 477-484. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.09.007>