

Contenido de aminas biógenas y calidad microbiológica del charqui de alpaca

Biogenic amine content and microbiological quality of alpaca charqui

Bettit K. Salvá^{1*} y Javier Mateo²

¹ Departamento de Tecnología de Alimentos y Productos Agropecuarios, Universidad Nacional Agraria La Molina – UNALM, Av. La Molina s/n, Lima 12, Perú

² Departamento de Higiene y Tecnología de Alimentos, Universidad de León, Campus Vegazana s/n, 24071 León, España

*Autor de correspondencia, e-mail: bsalva@lamolina.edu.pe

ARTÍCULO ORIGINAL

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido 24-08-2017
Aceptado 30-03-2018
On line: 27-04-2018

PALABRAS CLAVES:

charqui,
alpaca,
aminas biógenas,
microbiología,
carne seca

RESUMEN

Se analizó el contenido de aminas biógenas, así como la flora aerobia mesófila viable, *Staphylococcus aureus*, *Micrococcaceae*, coliformes, mohos y levaduras y bacterias ácido lácticas en 52 muestras de charqui de alpaca (30 muestras de charqui deshilachado y 22 muestras de charqui entero con hueso). Se observaron diferencias significativas en la carga microbiana entre el charqui deshilachado y entero, encontrándose mayores recuentos microbiológicos en el charqui deshilachado. En cuanto al contenido de aminas biógenas se encontraron, respectivamente, un promedio total de 131,60 y 92,30 mg/kg de charqui. Las aminas biógenas mayoritarias encontradas en el charqui deshilachado fueron espermina (52,06 mg/kg), triptamina+ 2-feniletilamina (28,75 mg/kg), tiramina (16,61 mg/kg) y putrescina (12,49 mg/kg), mientras que en el charqui entero las aminas biógenas mayoritarias fueron espermina (39,72 mg/kg), cadaverina (14,75 mg/kg), tiramina (14,71 mg/kg) y triptamina+feniletilamina (12,18 mg/kg). No obstante a esas diferencias, la presencia de aminas biógenas en ambos tipos de charqui estuvieron por debajo de los valores considerados como indicativos de actividad microbiana indeseable. Además, ninguna de las muestras de charqui analizadas tuvo un contenido de aminas biógenas vasoactivas (tiramina, histamina, triptamina y 2-feniletilamina) potencialmente perjudicial para la salud del consumidor, ya que no sobrepasaron los límites considerados como tóxicos en los alimentos.

ORIGINAL ARTICLE

ARTICLE INFORMATION

Received 24-08-2017
Accepted 30-03-2018
On line: 27-04-2018

KEY WORDS:

Keywords: charqui,
alpaca,
biogenic amines,
microbiology,
dry meat

ABSTRACT

The content of biogenic amines and the counts of viable mesophilic aerobic bacteria, *Staphylococcus aureus*, *Micrococcaceae*, coliforms, molds and yeasts and lactic acid bacteria were analysed in 52 samples of alpaca charqui (30 samples of sliced charqui and 22 samples of charqui made with whole pieces with bone). Significant differences were observed in the microbial counts between sliced and whole-piece charqui, with higher microbiological counts in sliced charqui being found. Regarding the content of biogenic amines, a total average of 131.60 and 92.30 mg per kg of charqui were respectively found. The major biogenic amines found in sliced charqui were spermine (52.06 mg / kg), tryptamine + 2-phenylethylamine (28.75 mg / kg), tyramine (16.61 mg / kg) and putrescine (12.49 mg / kg), whereas in the whole piece charqui the major biogenic amines were spermine (39.72 mg / kg), cadaverine (14.75 mg / kg), tyramine (14.71 mg / kg) and tryptamine + phenylethylamine (12, 18 mg / kg). Despite these differences, the presence of biogenic amines in both types of charqui were lower than the values considered as indicative of undesirable microbial activity. In addition, none of the charqui samples showed levels of the vasoactive biogenic amines (tyramine, histamine, tryptamine and 2-phenylethylamine), potentially harmful to the consumer's health, below the toxic levels of concern in food.

1. INTRODUCCIÓN

El charqui de alpaca se comercializa en piezas enteras con o sin hueso, fileteado, cortado en cubos, en pequeñas tiras o deshilachado; antes de ser consumido, tiene que ser desalado (remojo en agua) y posteriormente es utilizado como ingrediente de comidas, acompañado de preferencia con ají panca (*Capsicum chinense* L.), cebolla y ajos. El charqui de alpaca es la principal fuente de proteína del poblador andino, al respecto, Salvá, Fernández-Diez, Ramos, Caro y Mateo (2012) encontraron que contiene en promedio 58,4% de proteína y 4,8% de grasa (en base seca).

La norma técnica peruana NTP 201.059 (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual, 2006) referente al charqui, establece límites máximos en el recuento de coliformes (10^2 ufc/g), *Salmonella* (ausencia en 25 g) y microorganismos aerobios mesófilos (10^2 ufc/g). Sin embargo, el charqui a veces es elaborado con carne de animales que mueren por diversas causas (sequías, heladas, accidentes, etc.) y para no perder la carne, ésta es salada y secada, lo que puede representar un peligro para la salud de los consumidores, por lo que dichas prácticas deberán ser erradicadas si se desea mejorar la calidad higiénico-sanitaria del charqui de alpaca, alimento ancestral, del cual se tiene poca información en la literatura científica.

La presencia de aminas biógenas en alimentos, por encima de ciertos niveles es considerada un indicativo de actividad microbiana indeseable (Vidal-Carou, Izquierdo-Pulido, Martín-Morro & Font, 1990), asimismo pueden provocar reacciones alérgicas, que se caracterizan por dificultad para respirar, erupción cutánea, vómitos e hipertensión, por lo que es importante establecer medidas de control para evitar y/o reducir sus niveles en alimentos, por lo tanto, su monitoreo en muestras de alimentos con la aplicación de técnicas analíticas es de gran importancia (Papageorgiou et al., 2018).

Eerola, Sagués y Hervi (1998) sugieren que la suma de tiramina, histamina, putrescina y cadaverina es un posible indicador de las condiciones de higiene en productos cárnicos; asimismo, Shalaby (1996) sugiere un contenido de 2-feniletilamina menor a 30mg/kg como parámetro de evaluación para Buenas Prácticas de Manufactura. La presencia de 2-feniletilamina generalmente ocurre cuando una alta cantidad de tiramina está presente, la cual es importante desde el punto de vista toxicológico, ya que la ingestión de 10-40 mg de tiramina puede ser responsable de daños en la piel (Askar y Treptow, 1986, citado por Ansorena *et al.*, 2002).

De otra parte, Lorenzo, Munekata y Domínguez (2017) señalan que la formación de aminas biógenas depende de factores cruciales, tales como: disponibilidad de aminoácidos específicos, presencia de bacterias con genes que codifican descarboxilasas y condiciones favorables para el crecimiento de bacterias; al respecto, Suzzi y Gardini (2003) reportan que la formación de aminas biógenas disminuye marcadamente con el incremento de la concentración de cloruro de sodio de 6 a 10%, por lo que el charqui que es una carne salada y deshidratada, al tener una importante concentración de cloruro de sodio podría tener una barrera para la formación de aminas biógenas. Por lo que el objetivo de esta investigación fue evaluar las condiciones higiénicas del charqui de alpaca tanto de pieza entera como deshilachado, a través de recuentos microbiológicos, así como de su contenido de aminas biógenas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Lugar de ejecución

Las muestras de charqui de alpaca utilizadas en el presente estudio, provinieron de dos localizaciones distintas. Por un lado, se muestrearon charquis deshilachados de diferentes productores de la provincia de Azángaro, región Puno (Figura 1), que se caracteriza por un clima frío y seco, con una temperatura media anual que oscila entre 6 y 8° C, con una altitud máxima de 4148 msnm. Por otro lado, se

tomaron muestras de charqui entero (con hueso) de distintos productores del distrito de Sicuani, provincia de Canchis, región Cusco (Figura 2), cuya temperatura promedio anual fluctúa entre los 10°C y los 13 °C, con una altitud de alrededor 3350msnm. Los análisis fueron realizados en los laboratorios del Área de Tecnología de los Alimentos de la Facultad de Veterinaria pertenecientes a la Universidad de León (España) y en el Laboratorio de Microbiología de los Alimentos, perteneciente a la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria - La Molina (Perú).



Figura 1: Charqui de alpaca deshilachado



Figura 2: Charqui entero con hueso

2.2 Métodos de análisis

Determinación de aminas biógenas. Se utilizó el método recomendado por Eerola, Hinkkanen, Lindfors y Hervi (1993). Para la preparación del extracto se pesó 4g de charqui molido, se añadió 500 µL de estándar interno, y se homogenizó con 40 ml de ácido perclórico 0,4 M durante 2 min, luego se centrifugó a 3000 rpm por 10 min y el sobrenadante se

filtró con papel de filtro (Sartorius Grado: 389F, 90 mm, 84g/m²) y con el residuo se realizó una segunda extracción, repitiendo los pasos anteriores. Se combinó los 2 sobrenadantes y se ajustó a 100ml con ácido perclórico 0,4 M. Para la preparación de patrones se pesó las siguientes cantidades de aminas y se diluyeron en 25 ml de agua mili-Q: triptamina (30 mg), feniletilamina (35 mg), putrescina (45 mg), cadaverina (45 mg), histamina (40 mg), serotonina (30 mg), tiramina (30 mg), espermidina (60 mg) y espermina (65 mg). Posteriormente en un matraz aforado (100 ml) se añadió una cantidad apropiada de las 9 diluciones anteriormente preparadas para obtener una concentración de 100 µg/ml de cada amina biógena y se completó a 100 ml con agua milliQ (Solución de aminas). Para la curva de calibración de las aminas, se preparó diluciones tomando distintas cantidades de la solución de aminas (0,5, 1, 2 y 4 ml) y a cada una de ellas se le agregaron 0,5 ml de estándar interno y se completó a 50 ml con ácido perclórico 0,4 M. Para la derivatización, se colocó en un tubo de prueba con tapa 1 ml de las muestras extraídas y de las diluciones de patrones, preparados como se mencionó anteriormente, luego se adicionó 200 µl de hidróxido de sodio 2N, 300 µl de bicarbonato de sodio saturado, para alcalinizar el medio. Posteriormente se adicionó 2 ml de la solución de cloruro de dansilo recién preparada y se agitó. Se colocó los tubos con tapa en baño maría a 40 °C por 45 min, se enfrió y se adicionó 100 µl de hidróxido de amonio al 25%, para remover el exceso de cloruro de dansilo. Después de 30 min de reposo en oscuridad se adicionó 1,4 ml de acetonitrilo y se centrifugó a 2500 rpm por 5 min. El sobrenadante se filtró con filtro 0,45 µm directo al vial con jeringa de vidrio y filtros especiales resistentes al acetonitrilo. Se inyectó 20 µL de las muestras filtradas preparadas anteriormente en un cromatógrafo Alliance –Waters 2690- equipado con un detector de “Diode Array” -Waters 996-, una columna Spherisorb ODS2, 5 µm, 125 x 4 mm y una pre-columna RP-18. Las condiciones de análisis cromatográficas fueron: Fase móvil A: acetato de amonio 0,1M. Fase móvil B: acetonitrilo. Gradiente de elución: comienza con 50% de acetonitrilo y

termina con un 90%. Duración de la carrera: 19 min. Velocidad de flujo: 1ml/minuto. Temperatura de la columna: 40°C. Detección: UV 254 nm y 550 nm como referencia.

Análisis Microbiológicos: Para la preparación de las muestras y obtención de las diluciones decimales necesarias se siguió el método descrito en la norma ISO 6887-2 (International Organization for Standardization [ISO], 2003a). Se pesaron 25 g de charqui, aseptícamente con una precisión de $\pm 0,1$ g en una bolsa estéril, se diluyeron con 225 ml de una solución estéril de agua peptona al 0,1% y NaCl al 0,85% y se homogenizó en Stomacher durante 1 a 2 min para obtener la primera dilución (1:10 p/v); a partir de ella se realizaron las diluciones. Flora Aerobia Mesófila Viable (FAMV), se llevó a cabo según la norma ISO 4833 (ISO, 2003b) con Agar Standard Plate Count (CM0463, Oxoid Ltd.). Mohos y levaduras, se empleó el método propuesto por la norma ISO 13681 (ISO, 1995) con Agar Oxitetraciclina – glucosa – extracto de levadura (CM545, Oxoid, Ltd.) y Suplemento de oxitetraciclina (SR0073A). Bacterias ácido lácticas (BAL) se llevó a cabo siguiendo la norma ISO 15214 (ISO, 1998) con Agar MRS (de Man, Rogosa y Sharp) (CM0361, Oxoid, Ltd.). *Micrococcaceae* se realizó de acuerdo a Cordero y Zumalacárregui (2000) con Agar sal manitol (MSA) (CM85, Oxoid, Ltd.). Coliformes totales se realizó de acuerdo a Downes (2001) con Agar bilis rojo violeta (VRBA) (CM0107, Oxoid, Ltd.). *Staphylococcus aureus* se realizó de acuerdo a la norma ISO 6888-3 (ISO, 2003c) con Agar Baird Parker (CM0275, Oxoid, Ltd.).

Análisis Estadísticos: Para determinar si existieron diferencias significativas entre el charqui deshilachado y entero se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía, utilizando el test de Tukey para comparar los distintos pares de medias y determinar si hubo o no diferencias significativas ($P < 0,05$). Para todos estos análisis se empleó el programa informático Statistica 6.0 para Windows (Statsoft, Tulsa, OK, USA).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Contenido de aminas biógenas en charqui de alpaca

En la Tabla 1, se pueden observar los tiempos de retención de los patrones de aminas biógenas utilizados para los respectivos análisis y en la Figura 3 se aprecia un Cromatograma donde se observan las áreas que permitieron cuantificar las aminas biógenas en las muestras de charqui de alpaca.

Tabla 1. Tiempos de retención (min) de los patrones de aminas biógenas.

Patrón de aminas biógenas	Tiempo de retención (min)
Triptamina	6,2
Feniletilamina	7,3
Putrescina	8,1
Cadaverina	8,8
Histamina	9,5
1,7 diaminoheptano	10,7
Serotonina	11,1
Tiramina	12,6
Espermidina	13,5
Espermina	17,7

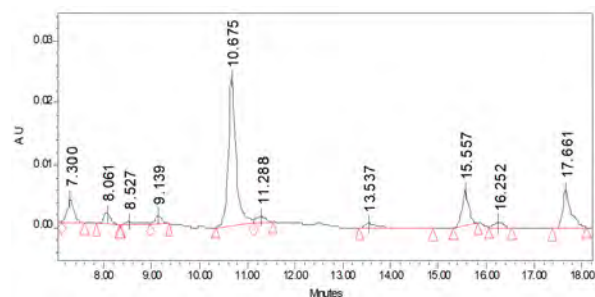


Figura 3. Cromatograma de aminas biógenas en una muestra de charqui de alpaca

Las muestras de charqui deshilachado y entero presentaron, respectivamente, un total de 131,60 y 92,30 mg de aminas biógenas por kg de charqui (Tabla 2), existiendo diferencias significativas entre dichos valores; sin embargo, el contenido de aminas biógenas en ambos tipos de charqui estuvieron por debajo de los valores considerados como indicativos de actividad microbiana indeseable (Vidal-Carou et al., 1990). En cuanto al contenido total de aminas

biógenas expresada en extracto seco en las muestras de charqui deshilachado y entero (151,3 y 110,6 mg/kg, respectivamente) se observó que fueron menores al rango de 173 -250 mg/kg encontrado por

Vinci y Antonelli (2002) y Galgano, Favati, Bonadio, Lorusso y Romano (2009), en carne de vacuno con menos de 5 días de refrigeración.

Tabla 2. Contenido de aminas biógenas del charqui deshilachado y entero (expresado en mg/kg).

	Base húmeda (Promedio± DE)				Base seca (Promedio± DE)			
	Charqui deshilachado		Charqui entero		Charqui deshilachado		Charqui entero	
Triptamina								
+Feniletilamina	28,75 ^a ± 6,08		12,18 ^b ± 6,75		33,08 ^a ± 5,98		15,47 ^b ± 10,10	
Putrescina	12,49 ^a ± 18,08		5,21 ^a ± 5,67		14,41 ^a ± 20,18		6,01 ^a ± 6,10	
Cadaverina	6,64 ^b ± 8,11		14,75 ^a ± 18,62		7,61 ^b ± 9,15		16,92 ^a ± 19,92	
Histamina	<0,05		<0,05		<0,05		<0,05	
Serotonina	9,30 ± 4,20		<0,05		10,76 ± 5,09		<0,05	
Tiramina	16,61 ^a ± 16,02		14,71 ^a ± 14,31		19,14 ^a ± 18,19		17,09 ^a ± 15,72	
Espermidina	5,37 ^a ± 1,54		5,73 ^a ± 3,62		6,17 ^a ± 1,73		6,92 ^a ± 4,42	
Espermina	52,06 ^a ± 11,22		39,72 ^b ± 11,07		59,80 ^a ± 12,17		48,21 ^b ± 13,81	
Total Aminas	131,60 ^a ± 37,11		92,30 ^b ± 34,15		151,27 ^a ± 41,39		110,62 ^b ± 34,92	

^{a,b}: valores promedio de cada parámetro con letra diferente presentaron diferencias significativas en el análisis de varianza ($P<0,05$).

Papageorgiou et al. (2018) señalan que las aminas biógenas más prevalentes en carne y productos cárnicos son la putrescina, tiramina, cadaverina y la histamina. Los niveles de putrescina encontrados en charqui son menores a 15 mg/Kg, mientras que los niveles de tiramina son similares a los encontrados por Vidal-Carou et al. (1990) quienes reportan 15,6 mg/Kg de tiramina en jamón curado español, al respecto Santos (1996) reporta 100-800 mg/Kg de tiramina como dosis tóxicas en alimentos, sin embargo, una dosis de ingesta de 6 mg de tiramina es considerada peligrosa para pacientes que reciben inhibidores monoamino oxidasa (Shalaby, 1993). En cuanto a la cadaverina, no fue detectada en un 20% de las muestras de charqui analizadas, similarmente, Treviño, Beil & Steinhart (1997) tampoco detectaron cadaverina en salamis, lo que puede deberse a cantidades limitadas de lisina en la carne. En cuanto al contenido de histamina, se detectó solamente en una muestra de charqui (11,71 mg/Kg); de igual forma Suzzi y Gardini (2003) no detectaron histamina en muestras de chorizo y fuet, probablemente a que no hay condiciones favorables para el crecimiento de *Enterobacteriaceae*, que pueden acumular altas cantidades de histamina.

La suma de los valores de la putrescina, cadaverina, histamina y tiramina (35,74 y 34,67 mg/kg de charqui deshilachado y entero respectivamente) fueron similares a los valores encontrados en carne con aceptable calidad higiénica por Hernández-Jover, Izquierdo-Pulido, Veciana-Nogués, Mariné-Font & Vidal-Carou (1997). De otra parte, las muestras de charqui analizadas tuvieron en promedio 46,48 mg/kg de aminas biógenas vasoactivas (suma de tiramina, histamina, triptamina y 2-feniletilamina), estando por debajo de los límites considerados como tóxicos en los alimentos (Halász, Baráth, Simon-Sarkadi & Holzapfel, 1994), lo cual es importante porque dichas aminas ejercen una acción vasoactiva y psicoactiva, ocasionando intoxicaciones migrañas, crisis de hipertensión, entre otros (Ten Brink, Damink & Joosten, 1990); asimismo, Eerola et al. (1998) sugieren que la suma de aminas biógenas vasoactivas no debe exceder los 200 mg/Kg como posible indicador de las condiciones e higiene y buenas prácticas de manipulación.

Las aminas biógenas mayoritarias en el charqui deshilachado fueron espermina, triptamina+ 2-feniletilamina, tiramina y putrescina; mientras que en el charqui entero fueron espermina, cadaverina,

tiramina y triptamina+feniletilamina. Para el resto de aminas biógenas no se observaron diferencias significativas entre charquis. Asimismo, se observó que el charqui deshilachado tuvo mayor cantidad de triptamina+feniletilamina y de espermina que el charqui entero; mientras que la cadaverina fue más abundante en el charqui entero que en el deshilachado.

En términos generales, los resultados evidencian que es probable que no haya habido formación significativa de aminas biógenas durante el salado y el secado de la carne de alpaca, lo cual podría explicarse por el efecto inhibitor del cloruro de sodio y la baja actividad de agua sobre la formación de aminoácidos libres y aminas biógenas, por proteólisis y descarboxilación microbiana de aminoácidos,

respectivamente (Suzzi & Gardini, 2003; Virgili, Saccani, Gabba, Tanzi & Bordini, 2007). Al respecto, Salvá et al. (2012) hallaron en promedio un 20% de cloruro de sodio y una actividad de agua de 0,65 en charqui de alpaca, similares valores fueron encontrados por Mamani-Linares y Cayo (2011) en charqui de llama.

3.2 Análisis microbiológico del charqui de alpaca

En la Tabla 3, se observa que el charqui deshilachado presentó mayores recuentos de FAMV, *Micrococcaceae* y BAL que el charqui de pieza entera, no encontrándose diferencias significativas en los recuentos de *Staphylococcus aureus*, coliformes totales, mohos y levaduras.

Tabla 3. Recuentos microbiológicos (Log₁₀ ufc/g) del charqui de alpaca

	Deshilachado (n=30)		Entero (n=22)		
	Promedio ± DE	Rango	Promedio ± DE	Rango	
FAMV	3,24 ^a ± 0,79	2,14 - 5,23	2,54 ^b ± 0,29	1,95	2,95
<i>Micrococcaceae</i>	2,99 ^a ± 0,53	2,23 - 4,15	1,50 ^b ± 0,46	<1	2,36
BAL	2,46 ± 1,31	<1 - 4,79	<1	-	-
Mohos y levaduras	1,83 ^a ± 0,69	<1 - 2,56	1,82 ^a ± 0,46	<1	2,56
Coliformes totales	<1	-	<1	-	-
<i>S. aureus</i>	<1	-	<1	-	-

^{a,b}: valores promedio de cada parámetro con letra diferente presentaron diferencias significativas en el análisis de varianza ($P < 0,05$). FAMV: flora aerobia mesófila viable. BAL: bacterias ácido lácticas.

Los recuentos de FAMV fueron de 3,24 Log₁₀ ufc/g y 2,54 Log₁₀ ufc/g para el charqui deshilachado y entero, respectivamente, existiendo diferencias significativas entre ambos. Dichos valores están fuera del máximo permitido por la Norma Técnica Peruana 201.059 (INDECOPI, 2006) que establece para charqui de camélidos un recuento máximo de 2 Log₁₀ ufc/g.; sin embargo, los valores encontrados en el presente estudio coinciden en términos generales con otros estudios de productos cárnicos de humedad intermedia elaborados con piezas enteras de carne de rumiantes, con bajos niveles de actividad de agua (menor de 0,75) como el kilishi, kaddid o charqui

brasileño (Chukwu & Imodiboh, 2009; Bennani, Zenati, Faid & Ettayebi, 1995; Torres *et al.*, 1994), por lo que se sugiere una revisión de la norma. En estos productos, la carga microbiana es baja en comparación con la carne fresca; al respecto, Torres *et al.* (1994) describen como la carga microbiana desciende considerablemente durante la elaboración del charqui brasileño. Por el contrario, en productos cárnicos de humedad intermedia con actividad de agua mayor a 0,75 (como la cecina de vacuno, bresaola o pastirma) se tiene recuentos microbianos más elevados (entre 4 y 8 unidades logarítmicas), aunque la flora predominante siga siendo la misma

(Rubio, Martínez, García-Cachan, Rovira & Jaime, 2007; Paleari, Bersani, Vittorio & Beretta, 2002; Kilic, 2009).

Con respecto a las *Micrococcaceae* se obtuvieron recuentos promedio menores a 3 Log₁₀ ufc/g en los diferentes tipos de charqui. García, Zumalacárregui y Diez (1995) demostraron que dichos microorganismos están envueltas en el desarrollo de las características de sabor y color de algunos productos cárnicos deshidratados como la cecina de vacuno; sin embargo, en aquellos productos con baja actividad de agua (menor de 0,75), como el charqui, donde los recuentos microbianos son menores, el papel de las *Micrococcaceae* y otros grupos microbianos en el desarrollo de las características sensoriales no parece ser relevante (Prior, 1984).

Los niveles de BAL en charqui de alpaca, fueron menores a los reportados para otros productos cárnicos de humedad intermedia. Las BAL han sido considerados microorganismos favorables para la conservación de productos cárnicos; recientemente, se ha encontrado que una cepa de *Lactobacillus lactis* influyó negativamente en las poblaciones de microorganismos halotolerantes, durante la producción y almacenamiento del charqui brasileño, lo que reduce su potencial de deterioro (Biscola et al., 2014). Asimismo, la presencia de BAL se ha asociado con una alta concentración de ácido D-láctico en productos cárnicos de humedad intermedia como el biltong (Petit et al., 2014).

Los recuentos de coliformes totales y *Staphylococcus aureus* fueron menores a 1 Log₁₀ ufc/g para ambos tipos de charqui. Paleari et al. (2002) señalan que la disminución de coliformes y *Staphylococcus* patógenos, en productos cárnicos deshidratados es favorecido por los bajos valores de actividad de agua, asimismo, Yalçın y Şeker (2016) observaron que la reducción del contenido de agua en carnes es más efectivo que altos niveles de sal para disminuir el crecimiento de FAMV, *Staphylococcus*, hongos y levaduras. Similares resultados se han encontrado en

cecina de vacuno (Molinero, Martínez, Rubio, Rovira & Jaime, 2008), pastirma (Kaban, 2009) y biltong (Nortjé, Buys & Minnaar, 2005). De otra parte, Lara et al. (2003) comprobaron que valores de actividad de agua entre 0,70 y 0,75, inhibieron el crecimiento de *Staphylococcus aureus* enteropatógenos en charqui brasileño de vacuno.

1. Conclusiones

El presente estudio ha contribuido a incrementar la escasa literatura científica referente al charqui de alpaca. Aunque existen diferencias en el charqui deshilachado y entero, teniendo el primero un mayor contenido de aminos biógenos y recuentos microbiológicos, probablemente por una mayor manipulación (deshuesado, fileteado y deshilachado), ambos se encuentran en los rangos reportados por la literatura, estando por debajo de los valores considerados como indicativos de actividad microbiana indeseable. El contenido de aminos biógenos en los productos cárnicos debe enmarcarse en el contexto actual de calidad higiénico-sanitaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ansorena, D., Montel, M.C., Rokka, M., Talon, R., Eerola, S., Rizzo, A., Raemaekers, M., & Demeyer, D. (2002). Analysis of biogenic amines in northern and southern European sausages and role of flora in amine production. *Meat Science*, 61(2), 141-147.
- Bennani, L., Zenati, Y., Faïd, M., & Ettayebi, M. (1995). Physico-chemical and microbiological characteristics of a dried salted meat product (Kaddid) in Morocco. *Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung*, 201(6), 528-532.
- Biscola, V., Abriouel, H., Todorov, S. D., Capuano, V. S., Gálvez, A., & Franco, B. D. G. (2014). Effect of autochthonous bacteriocin-producing *Lactococcus lactis* on bacterial population dynamics and growth of halotolerant bacteria in Brazilian charqui. *Food Microbiology*, 44, 296-301.

- Chukwu, O., & Imodiboh, L.I. (2009). Influence of storage conditions on shelf-life of dried beef product (Kilishi). *World Journal of Agricultural Sciences*, 5(1), 34-39.
- Cordero, M. R., & Zumalacárregui, J. M. (2000). Characterization of Micrococcaceae isolated from salt used for Spanish dry-cured ham. *Letters in Applied Microbiology*, 31(4), 303-306.
- Downes, F. P. (Ed.). (2001). *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods* (4a ed.). Washington, DC: American Public Health Association.
- Eerola, H. S., Sagués, A. R., & Hirvi, T. K. (1998). Biogenic amines in finnish dry sausages. *Journal of Food Safety*, 18(2), 127-138.
- Eerola, S., Hinkkanen, R., Lindfors, E., & Hirvi, T. (1993). Liquid chromatographic determination of biogenic amines in dry sausages. *Journal of AOAC International*, 76(3), 875-877.
- Galgano, F., Favati, F., Bonadio, M., Lorusso, V., & Romano, P. (2009). Role of biogenic amines as index of freshness in beef meat packed with different biopolymeric materials. *Food Research International*, 42 (8), 1147-1152.
- García, I., Zumalacárregui, J. M., & Díez, V. (1995). Microbial succession and identification of Micrococcaceae in dried beef cecina, an intermediate moisture meat product. *Food Microbiology*, 12, 309-315.
- Halász, A., Baráth, A., Simon-Sarkadi, L., & Holzapfel, W. (1994). Biogenic amines and their production by microorganisms in food. *Trends in Food Science and Technology*, 5(2), 42-49.
- Hernández-Jover, T., Izquierdo-Pulido, M., Veciana-Nogués, M. T., Mariné-Font, A., & Vidal-Carou, M. C. (1997). Biogenic amine and polyamine contents in meat and meat products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(6), 2098-2102.
- Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la protección de la Propiedad Intelectual. (2006). Norma Técnica Peruana 201.059: 2006. Carne y productos cárnicos. Charqui. Requisitos. Lima. Perú.
- International Organization for Standardization. (1995). Norma ISO 13681. Meat and meat products - Enumeration of yeasts and moulds - Colony-count technique.
- International Organization for Standardization. (2003a). Norma ISO 6887-2. Microbiology of food and animal feeding stuffs - Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination - Part 2: Specific rules for the preparation of meat and meat products.
- International Organization for Standardization. (2003b). Norma ISO 4833. Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of microorganisms - Colony-count technique at 30 degrees C.
- International Organization for Standardization. (2003c). Norma ISO 6888-3. Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of coagulase-positive staphylococci (*Staphylococcus aureus* and other species) - Part 3: Detection and MPN technique for low numbers.
- Kaban, G. (2009). Changes in the composition of volatile compounds and in microbiological and physicochemical parameters during pastirma processing. *Meat Science*, 82(1), 17-23.
- Kilic, B. (2009). Current trends in traditional Turkish meat products and cuisine. *LWT-Food Science and Technology*, 42(10), 1581-1589.
- Lara, J. A. F., Senigalia, S. W. B., Oliveira, T. C. R. M., Dutra, I. D. S., Pinto, M. F., & Shimokomaki, M. (2003). Evaluation of survival of *Staphylococcus aureus* and *Clostridium botulinum* in charqui meats. *Meat Science*, 65(1), 609-613.

- Lorenzo, J. M., Munekata, P. E. S., & Domínguez, R. (2017). Role of autochthonous starter cultures in the reduction of biogenic amines in traditional meat products. *Current Opinion in Food Science*, 14, 61–65.
- Mamani-Linares, W., & Cayo, F. (2011). Características físico-químicas del charqui de llama. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 22(4), 290-300.
- Molinero, C., Martínez, B., Rubio, B., Rovira, J., & Jaime, I. (2008). The effects of extended curing on the microbiological, physicochemical and sensorial characteristics of Cecina de León. *Meat Science*, 80(2), 370-379.
- Nortjé, K., Buys, E. M., & Minnaar, A. (2005). Effect of γ -irradiation on the sensory quality of moist beefbiltong. *Meat Science*, 71(4), 603-611.
- Paleari, M. A., Bersani, C., Vittorio, M. M., & Beretta, G. (2002). Effect of curing and fermentation on the microflora of meat of various animal species. *Food Control*, 13(3), 195-197.
- Papageorgiou, M., Lambropoulou, D., Morrison, C., Kłodzińska, E., Namieśnik, J., & Płotka-Wasyłka, J. (2018). Literature update of analytical methods for biogenic amines determination in food and beverages. *Trends in Analytical Chemistry*, 98, 128-142.
- Petit, T., Caro, Y., Petit, A. S., Santchurn, S. J., & Collignan, A. (2014). Physicochemical and microbiological characteristics of biltong, a traditional salted dried meat of South Africa. *Meat Science*, 96(3), 1313–1317.
- Prior, B. A. (1984). Rol of micro-organisms in biltong flavour development. *Journal of Applied Bacteriology*, 56(1), 41-45
- Rubio, B., Martínez, B., García-Cachan, M.D., Rovira, J. & Jaime, I. (2007). Effect of high pressure preservation on the quality of dry cured beef "Cecina de León". *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 8(1), 102-110.
- Salvá, B. K., Fernández-Diez, A., Ramos, D. D., Caro, I., & Mateo, J. (2012). Chemical composition of alpaca (*Vicugna pacos*) charqui. *Food chemistry*, 130(2), 329-334.
- Santos, M. H. (1996). Biogenic amines: their importance in foods. *International Journal of Food Microbiology*, 29(2-3), 213-231.
- Shalaby, A.R. (1996). Significance of biogenic amines to food safety and human health. *Food Research International*, 29(7), 675-690.
- Shalaby, A. R. (1993). Survey on biogenic amines in Egyptian foods: Sausage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 62(3), 291–293.
- Suzzi, G., & Gardini, F. (2003). Biogenic amines in dry fermented sausages: a review. *International Journal of Food Microbiology*, 88(1), 41-54.
- Ten Brink, B., Damink, C., & Joosten, H. M. L. J. (1990). Occurrence and formation of biologically active amines in foods. *International Journal of Food Microbiology*, 11(1), 73-84.
- Torres, E. A. F. S., Shimokomaki, M., Franco, B. D. G. M., Landgraf, M., Carvalho, Jr. B. C., & Santos, J. C. (1994). Parameters determining the quality of charqui, an intermediate moisture meat product. *Meat Science*, 38(2), 229-234.
- Treviño, E., Beil, D., & Steinhart, H. (1997). Determination of biogenic amines in minisalami during long-term storage. *Food Chemistry*, 58(4), 385-390.
- Vidal-Carou, M. C., Izquierdo-Pulido, M. L., Martín-Morro, M. C., & Font, M. (1990). Histamine and tyramine in meat products: Relationship with Meat Spoilage. *Food Chemistry*, 37(4), 239-249.
- Vinci, G., & Antonelli, M. L. (2002). Biogenic amines: quality index of freshness in red and white meat. *Food Control*, 13(8), 519–524.

- Virgili, R., Saccani, G., Gabba, L., Tanzi, E., & Bordini, C. S. (2007). Changes of free amino acids and biogenic amines during extended ageing of Italian dry-cured ham. *LWT-Food Science and Technology*, 40, 871–878.
- Yalçın, M. Y., & Şeker, M. (2016). Effect of salt and moisture content reduction on physical and microbiological properties of salted, pressed and freeze dried turkey meat. *LWT-Food Science and Technology*, 68, 153-159.