

# Contenido de minerales y vitaminas en carne de guanaco de la Patagonia argentina

## Mineral and vitamin content in guanaco meat from Argentine Patagonia

Bioq. Garrido Betiana Romina<sup>1</sup>, Dra. Binaghi María Julieta<sup>2</sup>, Farm. Rodríguez Viviana<sup>2</sup>, Dra. Greco Carola Beatriz<sup>2</sup>, Dra. López Laura Beatriz<sup>2</sup>, Dra. González Marcela Aida<sup>3</sup>, Dra. Fajardo María Angélica<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud, Departamento de Bioquímica. Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina. <sup>2</sup>Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Cátedra de Bromatología. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. <sup>3</sup>Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. Santa Fe, Argentina.

### Resumen

**Introducción.** Se ha establecido que los productos animales contribuyen a la seguridad alimentaria mundial al proporcionar macro y micronutrientes esenciales. El objetivo de este estudio fue cuantificar el contenido de minerales y vitaminas en cortes de uso comercial (lomo y peceto) de carne de guanaco (*Lama guanicoe guanicoe*) del departamento Escalante (Chubut, Argentina).

**Materiales y método.** Se obtuvieron las muestras de 10 ejemplares machos adultos de *Lama guanicoe guanicoe*. La determinación de fósforo (P) se realizó por el método colorimétrico de Gomori y el contenido de calcio (Ca), sodio (Na), potasio (K), magnesio (Mg), hierro (Fe) y zinc (Zn) se determinó mediante espectrómetro de absorción atómica (Perkin-Elmer AAnalyst 400). La determinación cuantitativa de vitaminas A, E, B<sub>2</sub> y B<sub>6</sub> se llevó a cabo mediante cromatografía líquida de alta resolución.

**Resultados.** La concentración de minerales en lomo y peceto, expresada en mg/100 g. en base húmeda fue: P 281±52,8 y 290±62,2; Ca 1,98±0,33 y 1,93±0,22; Na 57,4±0,38 y 56,1±0,71; K 159±1,31 y 158±1,37; Mg 5,04±0,23 y 4,82±0,38; Fe 2,61±0,04 y 2,13±0,04; y Zn 1,65±0,01 y 1,63±0,03, respectivamente. El contenido de vitaminas en lomo y peceto fue: vitamina A 21,4±4,0 y 15,2±3,0, expresada en µg/100 g en base húmeda; vitamina E 0,26±0,051 y 0,33±0,069; vitamina B<sub>2</sub> 0,036±0,001 y 0,032±0,002; y vitamina B<sub>6</sub> 0,203±0,003 y 0,174±0,003, expresada en µg/100 g en base húmeda, respectivamente. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre la composición de ambos cortes (p>0,05).

**Conclusiones.** Este estudio sobre la calidad de la carne de guanaco podría tener un alto impacto ya que podría ofrecer una fuente alternativa de nutrientes para el consumo humano. La carne de guanaco presenta un contenido de P significativamente mayor, un nivel de Fe mayor y un aporte de Na inferior que las carnes de cordero y vaca. Además, presenta niveles de vitamina A significativamente más elevados respecto a otras carnes rojas de consumo habitual.

**Palabras clave:** carne guanaco, composición de alimentos, comida regional, carne roja, *Lama guanicoe*.

### Abstract

**Introduction:** It has been established that animal products contribute to global food security by providing essential macro and micronutrients. The objective of this study was to quantify the mineral and vitamin content in commercial cuts (loin and eye of round) of guanaco meat (*Lama guanicoe guanicoe*) from the department of Escalante (Chubut, Argentina).

**Materials and method.** Samples were obtained from 10 adult male specimens of *Lama guanicoe guanicoe*. The determination of phosphorus (P) was performed by the Gomori colorimetric method and the content of calcium (Ca), sodium (Na), potassium (K), magnesium (Mg), iron (Fe) and zinc (Zn) was determined by atomic absorption spectrometer (Perkin-Elmer AAnalyst 400). The quantitative determination of vitamins A, E, B<sub>2</sub> and B<sub>6</sub> was carried out by high-performance liquid chromatography.

**Results.** The concentration of minerals in loin and eye of round, expressed in mg/100g of wet weight, was as follows: P 281±52.8 and 290±62.2; Ca 1.98±0.33 and 1.93±0.22; Na 57.4±0.38 and 56.1±0.71; K 159±1.31 and 158±1.37; Mg 5.04±0.23 and 4.82±0.38; Fe 2.61±0.04 and 2.13±0.04; and Zn 1.65±0.01 and 1.63±0.03, respectively. The vitamin content in loin and eye of round was as follows: vitamin A 21.4±4.00 and 15.2±3.00, expressed in µg/100 g on a wet weight; vitamin E 0.260±0.051 and 0.333±0.069; vitamin B<sub>2</sub> 0.036±0.001 and 0.032±0.002; and vitamin B<sub>6</sub> 0.203±0.003 and 0.174±0.003, expressed in µg/100 g on a wet weight, respectively. No statistically significant differences were observed in the composition of both cuts (p>0.05).

**Conclusions.** This study on the quality of guanaco meat could have a high impact as it could offer an alternative source of nutrients for human consumption. Guanaco meat has a significantly higher P content, a higher Fe level and a lower Na contribution compared to lamb and beef meats. In addition, it has significantly higher levels of vitamin A compared to other commonly consumed red meats.

**Key words:** guanaco meat, food composition, regional food, red meat, *Lama guanicoe*.

# AALEN

AALEN es propiedad de la Asociación Argentina Licenciados/as en Nutrición y mantiene la propiedad intelectual.

ISSN 0328-1310  
ISSN 1852-7337 (En línea)

#### Contacto:

Garrido, Betiana Romina,  
betianagarrido@gmail.com

Recibido: 14/12/2023. Envío de revisiones al autor: 29/04/2024. Recepción versión corregida: 08/05/24. Aceptado en su versión corregida: 17/06/2024

#### Declaración de conflicto de intereses:

se declara que los autores no tienen ningún conflicto de interés.

#### Fuente de financiamiento:

Esta investigación fue parcialmente financiada por la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.

Este es un artículo open access licenciado por Creative Commons Atribución/Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Licencia Pública Internacional — CC BY-NC-SA 4.0. Para conocer el alcance de esta licencia, visita <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.es>



Indizada en LILACS, SciELO y EBSCO; catálogo del sistema LATINDEX. Incorporada al Núcleo Básico Revistas Científicas Argentinas, CONICET

## Introducción

El guanaco [*Lama guanicoe* (*L. g.*)] es el camélido sudamericano de mayor tamaño y más amplia distribución. En estado silvestre, el peso de un adulto puede llegar hasta los 120-130 kg (1). Se encuentra desde el sur de Argentina y Chile hasta las zonas andinas del norte de Perú y Bolivia; aunque la mayor parte de los guanacos del mundo se encuentran en la Argentina, particularmente en la región Patagónica (2). Se describen cuatro subespecies geográficas del guanaco. *L. g. cacsilensis* habita los Altos Andes de Perú, *L. g. huanacus* se encuentra solo en Chile, *L. g. voglii* en la vertiente oriental de los Andes argentinos y *L. g. guanicoe* desde el sur de Perú hasta Tierra del Fuego (1).

El Código Alimentario Argentino (CAA), en el artículo 260 referido a los productos de caza, establece que el expendio al estado fresco de productos procedentes de especies mamíferas y de aves no criadas en cautividad, sólo podrá practicarse en períodos que no son de veda y siempre que no contravengan las disposiciones de las leyes de caza y sus reglamentos. El artículo 261 del CAA, incluye al guanaco como producto de caza mayor (3). En estudios previos del grupo de trabajo, se determinó la composición química y el contenido de colesterol de los cortes lomo y peceto de esta carne, y se realizó el estudio sobre aceptabilidad y caracterización sensorial (4, 5). Estos reportes representan los únicos informes regionales sobre guanacos en Argentina. No se han encontrado estudios en la literatura científica que aborden el contenido de micronutrientes en la carne de esta especie.

La seguridad alimentaria existe cuando todas las personas tienen acceso en todo momento (ya sea físico, social, y económico) a alimentos suficientes, seguros y nutritivos para cubrir sus necesidades nutricionales y las preferencias culturales para una vida sana y activa (6). Se ha establecido que los productos animales contribuyen a la seguridad alimentaria mundial al

proporcionar macro y micronutrientes esenciales (7). La carne es una excelente fuente de minerales, en particular hierro (Fe), zinc (Zn) y magnesio (Mg). Por ejemplo, se reconoce la importancia del hierro hemo altamente biodisponible que se encuentra en la carne en el tratamiento de la anemia (8). De manera similar, el zinc biodisponible en la carne es importante para la síntesis de proteínas y para el crecimiento (9). La carne también es una fuente importante de vitaminas del grupo B, necesarias en el organismo como cofactores o precursores de cofactores en muchos sistemas enzimáticos implicados en el metabolismo (10). La riboflavina (vitamina B<sub>2</sub>) participa en muchos procesos metabólicos, como los sistemas antioxidantes, la oxidación de ácidos grasos, el ciclo del ácido tricarbóxico y el proceso de la cadena de transporte de electrones (11,12). La piridoxina (vitamina B<sub>6</sub>) se halla involucrada fundamentalmente en el metabolismo de los aminoácidos actuando como coenzima en numerosos sistemas (decarboxilasa, transaminasas, transulfurasa, dehidrasas) (13). Además, la carne es una fuente valiosa de vitaminas liposolubles como la vitamina A y la vitamina E (14). En los alimentos de origen animal, la vitamina A se encuentra en su mayor proporción como retinol esterificado con el ácido palmítico. El término vitamina E se emplea para identificar a todos los tocoferoles y tocotrienos que poseen la actividad biológica del tocoferol (13). El contenido de  $\alpha$ -tocopherol de la carne es un parámetro relevante, ya que mayores niveles mejoran la calidad general de la carne, principalmente por la inhibición de la oxidación de pigmentos y ácidos grasos; además, evita la pérdida de color, característica deseable durante el almacenamiento (15).

El objetivo de este estudio fue cuantificar los contenidos de fósforo (P), calcio (Ca), sodio (Na), potasio (K), Mg, Fe, Zn, vitaminas A, E, B<sub>2</sub> y B<sub>6</sub> en los cortes de lomo y peceto de la carne de guanaco (*Lama guanicoe guanicoe*) del departamento Escalante en la provincia de Chubut (Argentina) durante el año 2022.

## Materiales y método

Se realizó un estudio de tipo observacional, transversal y de comparación. Las muestras se obtuvieron en la estancia “La Paulina” (45°31'41”S, 67°54'02”O), ubicada a 66 km al norte de la ciudad de Comodoro Rivadavia en el departamento Escalante de la provincia de Chubut, Argentina (Figura 1). Se trata de una zona con predominio de un sistema de producción extensivo, donde la alimentación está basada en pastos nativos. El periodo de muestreo anual se adaptó a la temporada de caza habilitada por la Dirección de Flora y Fauna Silvestre (DFyFS) de la provincia del Chubut, según disposición N°04/2022. Se utilizaron dos cortes de valor comercial (lomo y peceto) provenientes de 10 guanacos machos adultos jóvenes. El tamaño del muestreo fue de 10 unidades de cada corte (16). Las muestras fueron obtenidas al azar y faenadas en el lugar. Se conservaron a -20°C y se transportaron refrigeradas hasta el momento de su procesamiento. Cada corte se pesó y luego se realizó la reducción de las piezas mediante la técnica de cuarteo (17). Las

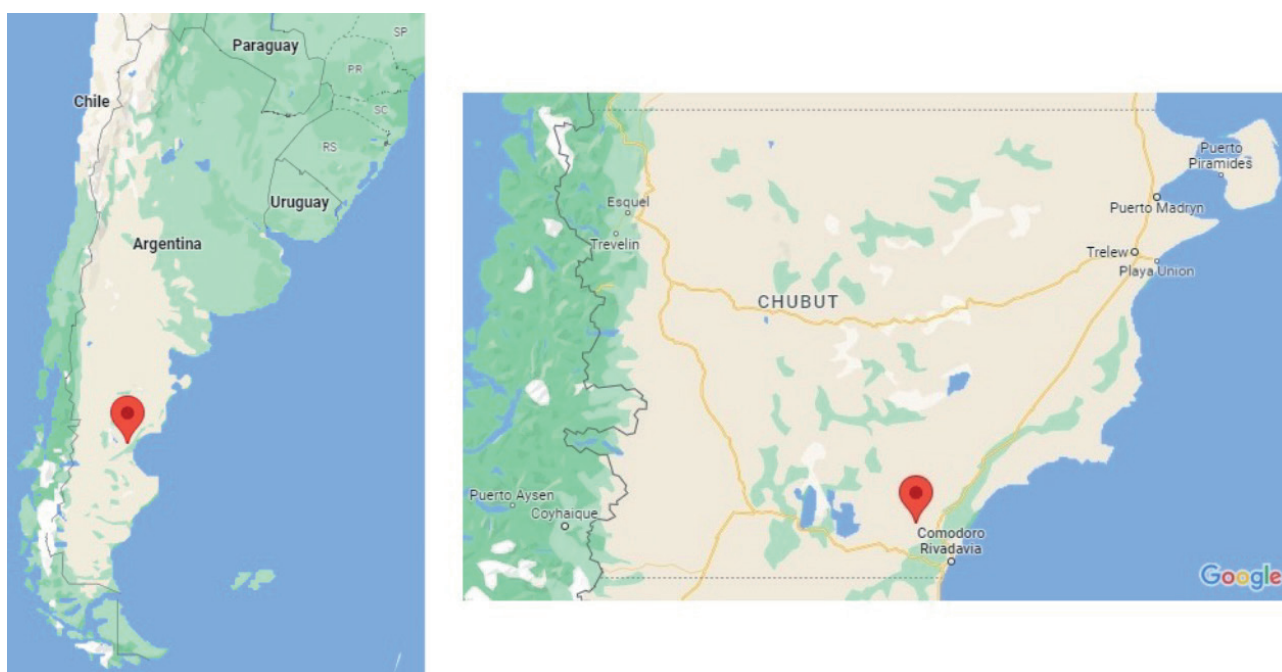
muestras de porción comestible, que incluyen el músculo y la grasa intramuscular, se picaron y se homogeneizaron cuidadosamente, y luego se tomaron las porciones para el análisis.

## Determinación de minerales

El material utilizado en la recolección, pretratamiento y mineralización de la carne de guanaco estudiada fue lavado en dos etapas. En la primera, se empleó detergente neutro y abundante agua de red a fin de remover impurezas; y en la segunda, se enjuagó con abundante agua ultra pura (18). Posteriormente, todo el material se trató con ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) (JT Baker, grado ACS) al 50% v/v por 24 horas, se enjuagó 6 veces con agua ultra pura y se secó en estufa a 40°C.

- a) Determinación de P: se realizó la mineralización de las muestras por vía seca mediante incineración en mufla a 500°C, hasta peso constante de las cenizas (método oficial AOAC 920.153) (19). La determinación de fósforo en las muestras de

**Figura 1.** Zona de obtención de las muestras de carne de guanaco.



carne de guanaco se realizó por el método colorimétrico de Gomori (20). Se resuspendieron las cenizas con ácido clorhídrico (HCl) concentrado y se agregó reactivo molibdato-sulfúrico (obtenido de la mezcla de dos partes de molibdato de sodio al 5%, una parte de ácido sulfúrico 10 N y una parte de agua) y solución reductora (1 g de 4-metil-p-amino-fenol sulfato en 100 ml de bisulfito de sodio al 5%). Paralelamente se realizó una curva de calibración de 0,01 a 0,05 mg P / ml y un blanco. Se leyó entre los 45 y 90 minutos a 640 nm en un espectrofotómetro UV/Vis Spectrometer UV2 UNICAM de barrido.

- b)** Determinación de Ca, Na, K, Mg, Fe y Zn: las muestras se llevaron a peso constante mediante el método indirecto por desecación en estufa a  $100 \pm 5^\circ\text{C}$  (método oficial AOAC 950.46) (19) y se molieron en morteros de porcelana. Se realizó la mineralización de las muestras por vía húmeda con  $\text{HNO}_3$  (JT Baker, grado ACS) en bombas de digestión (Parr Instrument Company) que fueron llevadas a un microondas para su digestión a una potencia de 1200 watts durante 1 minuto para dos bombas modelo 4781 (100 mg de muestra en 2 ml  $\text{HNO}_3$ ) o una bomba modelo 4782 (200 mg de muestra en 4 ml  $\text{HNO}_3$ ) (21). La cuantificación se realizó mediante un espectrómetro de absorción atómica (Perkin-Elmer AAnalyst 400). Las curvas de calibración se realizaron con estándares comerciales de concentración 1000 ppm (Certipur Merck) preparados con  $\text{HNO}_3$  (JT Baker, grado ACS). Las curvas para Ca, Na, K y Fe se realizaron con concentraciones entre 0 y 10 ppm, para Mg con concentraciones entre 0 y 1 ppm, y para Zn con concentraciones entre 0 a 1,6 ppm. Los valores en las muestras se obtuvieron por interpolación en las respectivas curvas de

calibración. Todas las determinaciones se realizaron por triplicado, previa dilución para ajustar los valores a las respectivas curvas de calibración. Los mineralizados para la determinación de Ca y Mg se diluyeron con una solución de cloruro de lantano 0,65% p/v para suprimir la interferencia causada por los fosfatos (22).

Se calculó el porcentaje de cobertura de los requerimientos diarios de P, Fe y Zn, para una porción de carne (100 g), según especificaciones del Código Alimentario Argentino (23) y considerando la Ingesta Diaria Recomendada (IDR) para cada mineral (24,25).

### Determinación de vitaminas

La determinación cuantitativa de vitaminas se llevó a cabo mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC).

- a)** Vitaminas liposolubles: para la determinación de vitamina A (retinol) y vitamina E ( $\alpha$ -tocoferol) se realizó una saponificación alcalina de las muestras con etanol, hidroquinona e hidróxido de potasio (KOH), calentando en baño de agua a  $70\text{-}80^\circ\text{C}$  durante 45 minutos. Inmediatamente, sin enfriar, se realizó la extracción de las vitaminas liposolubles en Mojonier con hexano, agitando durante 2 minutos. Se dejó en reposo para que se separen las fases y se recolectó la fase de hexano, previa filtración por papel de filtro Whatman N°2 que contenía sulfato de sodio anhidro. Se realizó una segunda extracción de la fase acuosa como se describió previamente. Una vez reunidas las fases de hexano, se evaporó en rotavapor a  $40^\circ\text{C}$  hasta sequedad. Se reconstituyó la muestra con metanol para su inyección. Se prepararon soluciones madre

de retinol y  $\alpha$ -tocoferol disolviendo una alícuota de los estándares (Sigma-Aldrich Company) en metanol calidad HPLC (JT Baker). Se realizaron diluciones con el mismo solvente hasta obtener valores de absorbancia entre 0,3 y 0,5 a 325 nm para retinol y a 294 nm para  $\alpha$ -tocoferol. Se calculó la concentración de estas soluciones utilizando la Ley de Lambert-Beer y se diluyó, aproximadamente a 0,5  $\mu\text{g/mL}$ , para realizar la inyección cromatográfica. Las muestras y los estándares se analizaron mediante un HPLC compuesto por un inyector con loop de 50  $\mu\text{l}$ , un detector de fluorescencia y una columna de fase reversa XBridge BEH Waters C18 (5  $\mu\text{m}$ , 4.6 mm x 150 mm). La fase móvil fue acetonitrilo: buffer fosfato diácido de potasio 50 mM con ácido octansulfónico 0,8 mM (10:90), ajustado a pH 2,2 con ácido fosfórico, a un flujo de 0,9 ml/min. La detección de vitamina B2 fue a  $\lambda_{\text{exc}}$  360 nm y  $\lambda_{\text{em}}$  525 nm, y la detección de la vitamina B6 fue  $\lambda_{\text{exc}}$  310 nm y  $\lambda_{\text{em}}$  380 nm. El procesamiento de datos se realizó con el programa Chromatography Station CSW (DataApex Ltd.) (27).

- b)** Vitaminas hidrosolubles: para la determinación de vitamina B2 (riboflavina) y vitamina B6 (piridoxina) se realizó una extracción con HCl 0,1 N disgregando mediante sonicador por 10 minutos. Luego, se autoclavaron las muestras por 20 minutos a 121°C y 1 atm. Se dejó enfriar y se trasvasaron a matraces de 100 ml completando a volumen con agua destilada. Se tomó un alícuota y se centrifugó a 3500 rpm durante 15 minutos. Se filtró la muestra obtenida a través de una membrana de 0,2  $\mu\text{m}$  de diámetro de poro. Se inyectaron 50  $\mu\text{l}$  al sistema HPLC para su cuantificación. Se utilizaron soluciones estándar (Sigma-Aldrich Company) con concentraciones de vitamina B2 de 0,0133  $\mu\text{g/ml}$  y de vitamina B6 de 0,166  $\mu\text{g/ml}$ , para trabajar dentro de la linealidad. Las

muestras y los estándares se analizaron mediante un HPLC compuesto por un inyector con loop de 50  $\mu\text{l}$ , un detector de fluorescencia y una columna de fase reversa XBridge BEH Waters C18 (5  $\mu\text{m}$ , 4.6 mm x 150 mm). La fase móvil fue acetonitrilo: buffer fosfato diácido de potasio 50 mM con ácido octansulfónico 0,8 mM (10:90), ajustado a pH 2,2 con ácido fosfórico, a un flujo de 0,9 ml/min. La detección de vitamina B2 fue a  $\lambda_{\text{exc}}$  360 nm y  $\lambda_{\text{em}}$  525 nm, y la detección de la vitamina B6 fue  $\lambda_{\text{exc}}$  310 nm y  $\lambda_{\text{em}}$  380 nm. El procesamiento de datos se realizó con el programa Chromatography Station CSW (DataApex Ltd.) (27).

### Análisis estadístico

Los resultados descriptivos se expresaron como promedio  $\pm$  desvío estándar (DE) cuando presentaron distribución paramétrica. Se evaluaron las diferencias entre variables por el test *t* de Student para muestras no apareadas, con un post test de comparación múltiple Tukey-Kramer. Los cálculos estadísticos se realizaron con el paquete informático INSTAT 2.02 y se consideró como estadísticamente significativo un valor de  $p < 0,05$  y altamente significativo un  $p < 0,01$  (28).

### Declaración de aspectos éticos

El muestreo se ajustó a la legislación vigente respecto a la conservación de la fauna silvestre (Ley XI N° 10 de la Honorable Legislatura del Chubut).

### Resultados

El contenido de minerales en cortes de lomo y peceto, expresado en mg/100 g de base

húmeda, se muestra en la Tabla 1. No se observaron diferencias estadísticas significativas entre la composición nutricional de ambos cortes ( $p > 0,05$ ).

El contenido de vitamina A, expresado en  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  de base húmeda, y vitaminas E, B2 y B6, expresado en  $\text{mg}/100\text{ g}$  de base húmeda, en cortes de lomo y peceto, se muestra en la Tabla 2. No se observaron diferencias estadísticas significativas entre la composición nutricional de ambos cortes ( $p > 0,05$ ).

**Tabla 1.** Contenido de minerales en cortes lomo y peceto de carne de guanaco (*Lama guanicoe guanicoe*) analizada, expresado en base húmeda ( $n=10$ ).

Carne de guanaco ( <i>Lama guanicoe guanicoe</i> )		
Mineral	Lomo	Peceto
	$\text{mg}/100\text{ g (bh)}$ Promedio $\pm$ DE	
P	281 <sup>a</sup> $\pm$ 52,8	290 <sup>a</sup> $\pm$ 62,2
Ca	1,98 <sup>a</sup> $\pm$ 0,33	1,93 <sup>a</sup> $\pm$ 0,22
Na	57,4 <sup>a</sup> $\pm$ 0,38	56,1 <sup>a</sup> $\pm$ 0,71
K	159 <sup>a</sup> $\pm$ 1,31	158 <sup>a</sup> $\pm$ 1,37
Mg	5,04 <sup>a</sup> $\pm$ 0,23	4,82 <sup>a</sup> $\pm$ 0,38
Fe	2,61 <sup>a</sup> $\pm$ 0,04	2,13 <sup>a</sup> $\pm$ 0,04
Zn	1,65 <sup>a</sup> $\pm$ 0,01	1,63 <sup>a</sup> $\pm$ 0,03

Superíndices iguales en la misma fila indican que no existen diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ )

**Tabla 2.** Contenido de vitaminas A, E, B2 y B6 en los cortes lomo y peceto de carne de guanaco (*Lama guanicoe guanicoe*) analizada, expresado en base húmeda ( $n=10$ ).

Carne de guanaco ( <i>Lama guanicoe guanicoe</i> )		
Vitamina	Lomo	Peceto
	$\mu\text{g}/100\text{ g (bh)}$ Promedio $\pm$ DE	
Vitamina A	21,4 <sup>a</sup> $\pm$ 4,00	15,2 <sup>a</sup> $\pm$ 3,00
$\text{mg}/100\text{ g (bh)}$ Promedio $\pm$ DE		
Vitamina E	0,260 <sup>a</sup> $\pm$ 0,051	0,333 <sup>a</sup> $\pm$ 0,069
Vitamina B2	0,036 <sup>a</sup> $\pm$ 0,001	0,032 <sup>a</sup> $\pm$ 0,002
Vitamina B6	0,203 <sup>a</sup> $\pm$ 0,003	0,174 <sup>a</sup> $\pm$ 0,003

Superíndices iguales en la misma fila indican que no existen diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ )

## Discusión

Los contenidos de minerales de la carne de guanaco en comparación con las carnes de alpaca, llama, cordero y vaca se presentan en la Tabla 3 (29-32). Las variaciones en cuanto a la cantidad de un mismo micronutriente pueden explicarse por la raza, el género y la edad de los animales, las prácticas de alimentación, el corte seleccionado para el estudio y la región geográfica de crianza (33-36).

El mineral mayoritario determinado fue el P, su valor promedio de 286  $\text{mg}\%$  en carne de guanaco es mayor en comparación a los valores en carnes rojas tradicionales, siendo de 168  $\text{mg}\%$  en cordero y 194  $\text{mg}\%$  en vaca (32). Los valores de P determinados en el presente estudio son similares al valor de 295  $\text{mg}\%$  informado por Salvá BK, *et al.* (30) en carne de alpacas criadas en Perú, mayores a los valores de 166  $\text{mg}\%$  y 174  $\text{mg}\%$  reportados en carne de llamas argentinas (31), pero inferiores a los valores de 338  $\text{mg}\%$  en alpaca y 379  $\text{mg}\%$  en llamas estudiadas por Polidori P, *et al.* (29) en animales de Perú.

El contenido promedio de sodio de 56,8  $\text{mg}\%$  en carne de guanaco es significativamente inferior en comparación con las carnes de alpaca, llama, cordero y vaca. Se reportan contenidos en alpaca entre 88,4  $\text{mg}\%$  y 91,8  $\text{mg}\%$  (29,30), en llama entre 70,0  $\text{mg}\%$  y 110  $\text{mg}\%$  (29,31), en cordero de 97  $\text{mg}\%$  y en vaca de 79,0  $\text{mg}\%$  (32).

El nivel promedio de K en la carne de guanaco de 159  $\text{mg}\%$  es inferior que los contenidos en carnes de otros camélidos sudamericanos (entre 411  $\text{mg}\%$  en alpaca y 447  $\text{mg}\%$  en llama) (29) como en carnes rojas de consumo habitual (284  $\text{mg}\%$  en cordero y 306  $\text{mg}\%$  en vaca) (32). Los alimentos naturales contienen mayor cantidad de potasio que de sodio, con una relación superior a 3 (13). En el caso de la carne de guanaco, la relación K/Na es de 2,80.

Se puede observar que el contenido promedio de magnesio de 4,93  $\text{mg}\%$  en carne de guanaco es inferior a los contenidos en carnes de llama

y alpaca (entre 22,6 mg% y 33,8 mg%) (30,31) e incluso en carnes rojas tradicionales (17 mg% en vaca y 20 mg% en cordero) (32).

El contenido promedio de hierro en carne de guanaco de 2,37 mg% es algo superior al reportado en carnes de consumo habitual, siendo 1,43 mg% en cordero y 2,07 mg% en vaca (32). Asimismo, los valores determinados de Fe son similares al valor de 2,68 mg% reportado en pierna de llama argentina (31) y de 2,69 mg% en músculo de alpaca por Salvá BK, *et al.* (30), pero inferiores a los reportados por Polidori P, *et al.* (29) en carnes de alpaca (3,03 mg%) y llama (3,26 mg%), y en paleta de llama argentina (3,06 mg%) (31).

También se puede observar que el contenido promedio de zinc de 1,64 mg% en carne de guanaco es similar al valor de 1,60 mg% reportado en pierna de llama argentina (31), pero algo inferior que en carne de camélidos sudamericanos de Perú, al comparar valores de 3,87 mg% y 4,44 mg% alpaca y llama, respectivamente (29). Asimismo, los valores descriptos en carnes rojas de consumo habitual son mayores, siendo de 3,67 mg% en cordero y 4,82 mg% en vaca (32). La ingesta insuficiente de Fe y Zn causa anemia, fatiga, disminución del crecimiento y del desarrollo cognitivo (37). El consumo de 100 g de carne de guanaco permite cubrir los requerimientos diarios de fósforo en un 41% (24), de zinc en un

23% y de hierro en un 17% (25), con una biodisponibilidad del 10% para ambos elementos, en base a una dieta de 2000 kcal. Además, la carne de guanaco presenta un contenido de sodio 23% menor con respecto a la carne de cordero y 7% menor con respecto a la carne de vaca, como se observa en la Tabla 3. Esto significaría un beneficio ya que las dietas ricas en sodio y bajas en potasio contribuyen a la presión arterial elevada. La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda disminuir la ingesta media de sodio de la población mediante estrategias eficaces y seguras para reducir la hipertensión y la carga de enfermedad asociada (40).

Los contenidos de vitaminas de la carne de guanaco en comparación con las carnes de alpaca, cordero, vaca, res, ternera y oveja se presentan en la Tabla 4 (30,32,41-43).

El contenido promedio de vitamina A de 18,3 µg% determinado en carne de guanaco es similar al reportado en alpaca, con un valor de 17,0 µg% (30). Estos valores son superiores al valor de 3 µg% informado en carne de vaca (32).

Asimismo, el valor promedio de vitamina E de 0,297 mg% encontrado en guanaco es superior al valor de 0,031 mg% en alpacas de Perú (30) pero inferior al valor de 0,540 mg% en alpacas de Australia (41) y al valor de 0,430 mg% en oveja (43). Estas variaciones podrían deberse a la genética, pero también a la variación entre

**Tabla 3.** Contenido de minerales (mg/100 g) en carne cruda de camélidos sudamericanos y carnes rojas de consumo habitual.

Referencia	Especie	n	Corte	P	Ca	Na	K	Mg	Fe	Zn
Polidori P, <i>et al.</i> (29)	Alpaca	30	Lomo	338±58,9	8,79±2,21	91,8±22,7	411±80,1	23,1±5,43	3,03±0,89	3,87±0,93
	Llama	20	Lomo	379±67,7	11,6±3,31	105±33,1	447±69,5	28,4±7,11	3,26±0,71	4,44±0,81
Salvá BK, <i>et al.</i> (30)	Alpaca	20	Lomo	295±30	10,7±4,0	88,4±15,2	419±48	33,8±4,11	2,69±0,96	4,44±2,14
Farfán N. y Sammán N. (31)	Llama	3	Pierna	174±8,45	1,96±0,47	110±10	n/d	22,6±3,15	2,68±0,15	1,60±0,04
	Llama	3	Paleta	166±3,63	2,07±0,20	70,0±10	n/d	28,8±3,20	3,06±0,24	2,11±0,31
Garrido BR, <i>y col.</i> (4)	Guanaco	10	Lomo	281±52,8	1,98±0,33	57,4±0,38	159±1,31	5,04±0,23	2,61±0,04	1,65±0,01
	Guanaco	10	Peceto	290±62,2	1,93±0,22	56,1±0,71	158±1,37	4,82±0,38	2,13±0,04	1,63±0,03
SARA 2 (32)	Cordero	n/d	n/d	168	13	74	284	20	1,43	3,67
	Vaca	n/d	Lomo	194	13	61	306	17	2,07	4,82

n/d = datos no disponibles o no informados.

**Tabla 4.** Contenido de vitaminas en carne cruda de camélidos sudamericanos y carnes rojas de consumo habitual.

Referencia	Especie	n	Corte	Vitamina A	Vitamina E	Vitamina B2	Vitamina B6
				( $\mu\text{g}/100\text{ g}$ )	( $\text{mg}/100\text{ g}$ )	( $\text{mg}/100\text{ g}$ )	( $\text{mg}/100\text{ g}$ )
Salv BK, et al. (30)	Alpaca	20	Lomo	17,0 $\pm$ 16,0	0,031 $\pm$ 0,021	n/d	n/d
Garrido BR, y col.(4)	Guanaco	10	Lomo	21,4 $\pm$ 4,00	0,260 $\pm$ 0,051	0,036 $\pm$ 0,001	0,203 $\pm$ 0,003
	Guanaco	10	Peceto	15,2 $\pm$ 3,00	0,333 $\pm$ 0,069	0,032 $\pm$ 0,002	0,174 $\pm$ 0,003
Smith MA, et al. (36)	Alpaca	39	Lomo	n/d	0,540 $\pm$ 0,062	n/d	n/d
SARA 2 (32)	Cordero	n/d	n/d	0	n/d	0,261	n/d
	Vaca	n/d	Lomo	3	n/d	0,192	n/d
INCAP (42)	Cordero	n/d	n/d	0	n/d	0,230	0,160
	Res	n/d	n/d	0	n/d	0,190	0,510
Tablas alemanas (43)	Ternera	n/d	Pierna	n/d	n/d	0,006	0,400
	Oveja	n/d	Filete	n/d	0,430	0,250	0,290

n/d = datos no disponibles o no informados

los diferentes sistemas de producción de suelos y pastoreos (44).

El contenido promedio de vitamina B2 de 0,034 mg% determinado en carne de guanaco es superior al contenido de 0,006 mg% informando en pierna de ternera (43) pero inferior a los contenidos en otras carnes rojas tradicionales, siendo de 0,192 mg% en vaca (32), entre 0,230 mg% y 0,261 mg% en cordero (32,42), de 0,190 mg% en res y de 0,250 m% en oveja (42,43).

El nivel promedio de vitamina B6 de 0,189 mg% en carne de guanaco es superior al contenido de 0,160 mg% en cordero (42) pero inferior a los contenidos de 0,290 mg% en oveja, de 0,400 mg% en ternera (43) y 0,510 mg% en res (42). No se encuentran en la bibliografía valores de vitamina B2 y B6 informados para camélidos sudamericanos, por lo que los valores reportados en nuestro estudio marcan un precedente.

## Conclusiones

Este estudio sobre el contenido de micronutrientes que se investigaron en la carne de

guanaco podra tener un alto impacto ya que podra ofrecer una fuente alternativa de nutrientes para el consumo humano y promover este alimento a los potenciales consumidores en los mercados locales e internacionales. La carne cruda de guanaco presenta niveles de fósforo significativamente más elevados que las carnes de cordero y vaca. Igualmente, en comparación con las carnes rojas de consumo habitual, presenta mayor contenido de hierro y menor contenido de sodio. Además, presenta niveles de vitamina A significativamente más elevados que las carnes de cordero y vaca. Los valores de vitamina B2 y B6 informados para guanaco en este estudio son los primeros reportados en carne de camélidos sudamericanos.

## Agradecimientos

Las autoras agradecen a la Ing. Paola Fazzari, al Ing. Juan José Anglesio y al Sr. Alberto Miño de la Estancia "La Paulina", por su valiosa ayuda en la recolección de las muestras para poder realizar este trabajo.




## Referencias bibliográficas

1. de Lamo DA. Camélidos sudamericanos. Historia, usos y sanidad ambiental. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria, 2011.
2. Bay Gavuzzo A, Gáspero P, Bernardos J, Pedrana J, de Lamo D, von Thungen J. Distribución y densidad de guanacos (*Lama guanicoe*) en la Patagonia. Informe relevamiento 2014–2015. INTA, 2015.
3. Código Alimentario Argentino (CAA). Capítulo VI - Alimentos cárneos y afines. (Revisado el 17 de junio de 2024) Disponible en: [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/anmat\\_caa\\_capitulo\\_vi\\_carneos\\_act\\_2023\\_5.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/anmat_caa_capitulo_vi_carneos_act_2023_5.pdf).
4. Garrido BR, Crovetto C, Binaghi MJ, González MA, Fajardo MA. Aspectos nutricionales de la carne de guanaco (*Lama guanicoe*) de la Patagonia Argentina. Libro de resúmenes del X Congreso de Alimentos Siglo XXI: alimentos, nutrición y salud. Santa Fe. 2023; 54.
5. Garrido BR, Cuffia F, Leiva P, González MA, Simoncini M, Fajardo MA. Aceptabilidad y caracterización sensorial de la carne de guanaco (*Lama guanicoe*) de la Patagonia Argentina. Libro de resúmenes del X Congreso de Alimentos Siglo XXI: alimentos, nutrición y salud. Santa Fe. 2023; 55.
6. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome declaration on World Food Security. World Food Summit. Rome. FAO, 1996.
7. Tilman D, Clark M. Global diets link environmental sustainability and human health. *Nature*. 2014; 515(7528): 518–522.
8. Piskin E, Cianciosi D, Gulec S, Tomas M, Capanoglu E. Iron absorption: factors, limitations, and improvement methods. *ACS Omega*. 2022; 7(24): 20441–20456.
9. Chasapis CT, Ntouna PSA, Spiliopoulou SA, Stefanidou ME. Recent aspects of the effects of zinc on human health. *Arch Toxicol*. 2020; 94(5): 1443–1460.
10. Wood JD. Meat Composition and Nutritional Value. In: Toldrá F. *Lawrie's Meat Science*. 9th Edition. Valencia. Elsevier, 2023. P 665–685.
11. Suwannasom N, Kao I, Pruiß A, Georgieva R, Bäuml H. Riboflavin: The health benefits of a forgotten natural vitamin. *Int J Mol Sci*. 2020; 21(3): 950
12. Olfat N, Ashoori M, Saedisomeolia A. Riboflavin is an antioxidant: a review update. *Br J Nutr*. 2022; 128(10): 1887–1895.
13. Pita Martín de Portela ML. Aspectos nutricionales de vitaminas y minerales en el siglo XXI. 1ra Edición revisada. Buenos Aires. Asociación Argentina de Tecnólogos Alimentarios, 2015.
14. Descalzo AM, Sancho AM. A review of natural antioxidants and their effects on oxidative status, odor and quality of fresh beef produced in Argentina. *Meat Sci*. 2008; 79: 423–436.
15. Kraemer K, Semba RD, Eggersdorfer M, Schaumberg DA. Introduction: the diverse and essential biological functions of vitamins. *Ann Nutr Metab*. 2012; 61(3): 185–191.
16. Proctor A, Meullenet JF. Sampling and sampling preparation. In: Nielsen SS. *Food analysis*. 2nd Edition. Gaithersburg. Aspen Publications, 1998. P 71–82.
17. Greenfield H, Southgate DAT. Datos de composición de alimentos. Obtención, gestión y utilización. 2da Edición. Roma. FAO, 2006.
18. Harper DJ, Fileman CF, May PV, Portmann JE. Methods of analysis for trace metals in marine and other samples. *Aquat Environ Prot*. 1989; 3:38.
19. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of AOAC International. 16th Edition. Arlington. AOAC International, 1995.

20. Gomori G. A modification of the colorimetric phosphorus determination for use with the photoelectric colorimeter. *J Lab Clin Med.* 1942; 27: 955-960.
21. Sapp RE, Davidson SD. Microwave digestion of multi-component foods for sodium analysis by atomic absorption spectrometry. *J Food Sci.* 1991; 56(5): 1412-1414.
22. Perkin-Elmer. Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry. Norwalk. The Perkin-Elmer Corporation, 1982.
23. Código Alimentario Argentino (CAA). Capítulo V - Normas para la Rotulación y Publicidad de los Alimentos. (Revisado el 17 de junio 2024). Disponible en: [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/anmat\\_caa\\_capitulo\\_v\\_rotulacion\\_actualiz\\_2021-09.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/anmat_caa_capitulo_v_rotulacion_actualiz_2021-09.pdf)
24. Food and Nutrition Board of the Institute of Medicine, The National Academies. Dietary reference intakes. Washington. The National Academies Press, 2002.
25. Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Health Organization. Human Vitamin and Mineral Requirements. Report of a Joint FAO/OMS Expert Consultation Bangkok, Thailand. Rome. FAO, 2001.
26. López LB, Baroni AV, Rodríguez VG, Greco CB, Macías de Costa S, Rodríguez de Pece S y Ronayne de Ferrer P. Desarrollo y validación de un método por HPLC para la determinación de niveles de vitamina A en leche materna. Su aplicación a una población rural de Argentina. *Arch Latinoam Nutr.* 2005; 55(2): 140-143.
27. De Leenheer AP, Lambert WE, Van Bocxlaer JF. Modern Chromatographic Analysis of Vitamins: revised and expanded. 3rd Edition. Ghent. CRC Press, 2000.
28. Pagano M, Gauvreau K. Fundamentos de Bioestadística. 2da Edición. México. International Thomson Editores SA, 2001.
29. Polidori P, Antonini M, Torres D, Beghelli D, Renieri C. Tenderness evaluation and mineral levels of llama (*Lama glama*) and alpaca (*Lama pacos*) meat. *Meat Sci.* 2007; 77: 599-601.
30. Salvá BK, Zumalacárregui JM, Figueira AC, Osorio MT, Mateo J. Nutrient composition and technological quality of meat from alpacas reared in Peru. *Meat Sci.* 2009; 82: 450-455.
31. Farfán N, Sammán N. Secado solar de carne de llama (*Lama glama*). Investigaciones docentes en Ingeniería. Ciencia y Tecnología de alimentos, 2008.
32. Ministerio de Salud de la Nación. SARA 2: tabla de composición química de alimentos para Argentina: compilación para ENNyS 2. 1ra Edición. Buenos Aires, 2022.
33. Hintze KJ, Lardy GP, Marchello MJ, Finley JW. Selenium accumulation in beef: Effect of dietary selenium and geographical area of animal origin. *J Agric Food Chem.* 2002; 50: 3938-3942.
34. Duckett SK, Wagner DG, Yates LD, Dolezal HG, May SG. Effects of time on feed on beef nutrient composition. *J Anim Sci.* 1993; 71: 2079-2088.
35. Purchas RW, Busboom JR. The effect of production system and age on levels of iron, taurine, carnosine, coenzyme Q10, and creatine in beef muscles and liver. *Meat Sci.* 2005; 70: 589-596.
36. Smith MA, Bush RD, van de Ven RJ, Hall EJS, Greenwood PL, Hopkins DL. The impact of gender and age on the nutritional parameters of alpaca (*Vicugna pacos*) meat, colour stability and fat traits. *Meat Sci.* 2017; 123: 21-28.
37. Cabrera MC, Ramos A, Saadoun A, Brito G. Selenium, copper, zinc, iron and manganese content of 7 meat cuts from Hereford and Braford steers fed pasture in Uruguay. *Meat Sci.* 2010; 84: 518-528.
38. Food and Nutrition Board of the Institute of Medicine, The National Academies. Dietary reference intakes. Washington. The National Academies Press, 2002.
39. Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Health Organization. Human Vitamin and Mineral Requirements. Report of a Joint FAO/OMS Expert Consultation Bangkok, Thailand. Rome. FAO, 2001.
40. Brand A, Visser ME, Schoonees A, Naude CE. Replacing salt with low-sodium salt substitutes (LSSS) for cardiovascular

health in adults, children and pregnant women. *Cochrane Database Syst Rev.* 2022; 8(8): CD015207.

41. Smith MA, Nelson CL, Biffin TE, Bush RD, Hall EJS, Hopkins DL. Vitamin E concentration in alpaca meat and its impact on oxidative traits during retail display. *Meat Sci.* 2019; 151: 18-23.
42. Menchú MT, Méndez H. Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica. INCAP. 2da Edición. Guatemala. INCAP/OPS, 2007.
43. Souci SW, Fachmann W, Kraut H. Die Zusammensetzung der Lebensmittel (Nährwert-Tabellen). 2da Edición. Zaragoza. Acribia, 1991.
44. Popova T, Tejeda L, Peñarrieta JM, Smith MA, Busch RD. Meat of South America camelids - Sensory quality and nutritional composition. *Meat Sci.* 2021; 171: 108285.

Bioq. Garrido Betiana Romina  0000-0001-5243-7931

Dra. Binaghi María Julieta  0000-0003-4335-3028

Farm. Rodríguez Viviana  0009-0005-5919-4676

Dra. Greco Carola Beatriz  0000-0001-5129-668X

Dra. López Laura Beatriz  0000-0003-2302-522X

Dra. González Marcela Aida  0000-0003-1483-3049

Dra. Fajardo María Angélica  0000-0003-4934-2389

#### Como citar:

Garrido, B y col. Contenido de minerales y vitaminas en carne de guanaco de la Patagonia argentina. *DIAETA (B.AIRES)* 2024; 42:e2404201