

Composición de la leche de alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*) y de llama (*Lama glama*)

Milk composition in Huacaya alpaca (*Vicugna pacos*) and llama (*Lama glama*)

Edwin Ormachea V.^{1,3}, Uberto Olarte D.¹, Victor Zanabria H.¹, Maximo Melo A.¹, Yecenia Masias G.²

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo determinar las características fisicoquímicas de la leche en alpacas y llamas, considerando dos zonas agroecológicas para el caso de la alpaca. Se utilizaron 40 alpacas Huacaya y 20 llamas hembras que se encontraban entre los 40 y 45 días de lactación. El sistema de crianza de los animales fue extensivo. Se determinó la composición de sólidos totales (%), energía bruta (MJ/100 g), ceniza (%), grasa (%), sólidos no grasos (%), densidad (g/cm³), proteína (%), lactosa (%), sales (%), pH, punto de congelación (°C) y recuento de células somáticas (células/ml x 1000). Se concluye la composición fisicoquímica de la leche es similar entre llamas y alpacas y que la zona agroecológica influye la composición de la leche en alpacas Huacaya.

Palabras clave: alpaca, llama, composición física, composición química, recuento de células somáticas

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the physicochemical characteristics of milk in alpacas and llamas, considering two agroecological zones in the case of the alpaca. 40 Huacaya alpacas and 20 female llamas that were between 40 and 45 days of lactation were used. The animal husbandry system was extensive. The composition of total solids

¹ Instituto de Investigación y Promoción de Camélidos de la Región Puno, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú

² Research Laboratory in Nutrition Science, Puno, Perú

³ E-mail: edwinormachea@unap.edu.pe

Recibido: 14 de mayo de 2020

Aceptado para publicación: 24 de noviembre de 2020

Publicado: 23 de febrero de 2021

(%), gross energy (MJ/100 g), ash (%), fat (%), non-fatty solids (%), density (g/cm³), protein (%), lactose were determined. (%), salts (%), pH, freezing point (°C) and somatic cell count (cells/ml x 1000). It is concluded that the physicochemical composition of milk is similar between llamas and alpacas and that the agroecological zone influences the composition of milk in Huacaya alpacas.

Key words: alpaca, llama, physical composition, chemical composition, somatic cell count

INTRODUCCIÓN

La llama (*Lama glama*) y la alpaca (*Vicugna pacos*) son los herbívoros autóctonos que han sido domesticados en América del Sur hace 6000-7000 años de sus ancestros silvestres, el guanaco (*Lama guanicoe*) y la vicuña (*Vicugna vicugna*), respectivamente (Marín *et al.*, 2017; Kadwell *et al.*, 2001). El interés creciente por la crianza de alpacas es debido a la finura y suavidad de su vellón que compite con otras fibras en la industria textil y son de gran importancia económica para el poblador rural (Ormachea *et al.*, 2015; Roque y Ormachea, 2018; Cruz *et al.*, 2019; Paucar *et al.*, 2019). Por otro lado, las llamas son criadas como animales de carga y para consumo de carne (Coates y Ayerza 2004; Polidori *et al.*, 2007). A pesar de esta importancia, existen lagunas en la literatura científica con respecto a la nutrición, lactancia y composición de la leche en llamas y alpacas.

Por el contrario, existen varios trabajos de investigación sobre la composición de la leche en los camellos del viejo mundo (Mohamed *et al.*, 2005; El-Agamy *et al.*, 2009; Zhao *et al.*, 2015). Tal es así, que la leche del camello es considerada como el oro blanco del desierto, debido a que sus componentes son muy similares a la leche materna y se diferencia de la leche de otros rumiantes porque contiene bajo niveles de colesterol y azúcar, alto contenido de minerales y de vi-

tamina C (Yadav *et al.*, 2015). La leche de camello ha sido reconocida por proporcionar un tratamiento potencial para una serie de enfermedades como la hidropesía, ictericia, antihipertensivos, asma y leishmaniasis (Yadav *et al.*, 2015; Kula, 2016; Hammam, 2019). Asimismo, contiene proteínas protectoras similares a la insulina que son utilizadas para el tratamiento de la diabetes (Malik *et al.*, 2012; Shori, 2015; Mirmiran *et al.*, 2017), y posee propiedades antitumorales (Gul *et al.*, 2015). Además, se ha comprobado sus propiedades antioxidantes, antibacterianos, antivirales, antifúngicos, antihepatitis, y útil para el tratamiento de paratuberculosis (Al-Juboori *et al.*, 2013; Zibae, 2015).

El conocimiento sobre la composición de la leche facilita una mejor comprensión de los requerimientos de nutrientes por parte de las crías que básicamente depende de factores como la alimentación, edad reproductiva y época del año (Palmquist, 2006). No existe una tradición histórica de ordeñar camélidos en América del Sur; sin embargo, diversos estudios han descrito la composición de la leche de los camélidos sudamericanos, principalmente de la llama (Riek y Gerken, 2006; Schoos *et al.*, 2008) y de la alpaca (Parraguez *et al.*, 2003; Chad *et al.*, 2014; Martini *et al.*, 2015; Medina *et al.*, 2019). Es así, que el objetivo del presente estudio fue conocer la composición físicoquímica de la leche en alpacas Huacaya (*Vicugna pacos*) y de las llamas (*Lama glama*).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó con un grupo de 20 alpacas Huacaya y 20 llamas madres del Centro Experimental La Raya, que se encuentra ubicada en la zona agroecológica puna húmeda, a una altitud entre 4136 y 5470 msnm, temperatura media de 6.6 °C (-10 a 17 °C), en el distrito de Santa Rosa, provincia de Melgar, Puno. Asimismo, se trabajó con un segundo grupo de 20 alpacas Huacaya del Centro Experimental Carolina, que se encuentra en la zona agroecológica de puna seca, a una altitud de 3995 msnm, caracterizada por su clima frío y seco con fuertes corrientes de aire, donde la temperatura llega a 18 °C en el día. Esta zona también se encuentra en Puno, Perú.

La crianza de los animales en ambos grupos estuvo bajo un sistema extensivo con praderas naturales conformado con pastos de los géneros *Calamagrostis*, *Festuca*, *Stipa*, *Muhlenbergia*, *Trifolium* e *Hipochaeris*. En el estudio, las crías estuvieron dentro de los 40-45 días de lactación y las muestras se obtuvieron mediante ordeño manual. Para esto, las crías fueron separadas de las madres durante la noche por 12 horas (cría separada a las 17:30 y el ordeño se hizo al día siguiente a las 05:30). Se colectaron 30 ml de leche, se almacenaron a 4 °C y se llevaron al laboratorio para su análisis a 20 °C.

El recuento de células somáticas se realizó con el equipo Lactoscan SCC (Milkotronic Somatic Cell Counter, Bulgaria). El análisis fisicoquímico de grasa, proteína, sólidos no grasos, densidad, lactosa, sales, pH y punto de congelación fueron analizados con el equipo Lactoscan (Milkotester Milk Analyzing, Bulgaria), previamente calibrado y validado, presentando un error promedio de 0.025% con las determinaciones realizadas de acuerdo con la AOAC (2005). Los sólidos totales (TS) se analizaron de acuerdo con IDF (1982). Las cenizas se calcularon por diferencia entre los sólidos no grasos del conte-

nido de proteínas, lípidos y lactosa. La energía bruta se determinó utilizando la fórmula: $EB \text{ (MJ/100 g)} = 39.8 \text{ (\% de grasa)} + 23.9 \text{ (\% de proteína)} + 16.7 \text{ (\% de lactosa)}$ (Perrin, 1958).

Los datos estadísticos fueron evaluados con el análisis de varianza y la distribución normal y homocedasticidad de los datos se realizó con las pruebas de Shapiro-Wilks y Levene, respectivamente. La comparación múltiple de los datos se realizó con la prueba de Kruskal Wallis. Todos los datos fueron analizados con el software R v. 3.0.2 (R Core Team, 2014).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores medios encontrados para las variables en estudio de la leche en alpacas y llamas fueron similares, con excepción del pH, en el periodo de 40 a 45 días de lactación (Cuadro 1). Estos resultados concuerdan con lo mencionado por Chad *et al.* (2014); quienes indican que los principales componentes de la leche de la alpaca no cambian durante el periodo de lactancia. Sin embargo, estas características están influenciadas por la zona agroecológica (Cuadro 2). Por lo tanto, la composición de nutrientes de la leche es variable y probablemente refleje las necesidades específicas de las crías según la especie (Akers, 2016).

La energía bruta en leche de alpacas (361.43 MJ/100 g) y en llamas (373.13 MJ/100 g) fue ligeramente inferior a los valores reportados en Argentina de 380 MJ/100 g (Medina *et al.*, 2019) y de 395 MJ/100 g (Schoos *et al.*, 2008), diferencias posiblemente atribuidas al mayor contenido de grasa, proteína y lactosa, los cuales tienen mayor aporte calórico (Riek y Gerken, 2006).

El contenido de ceniza en la leche de llama (1.12%) y de alpaca (1.10%) fue ligeramente superior a los reportados en otros

Cuadro 1. Composición fisicoquímica de la leche en alpacas (*Vicugna pacos*) y en llamas (*Lama glama*) en el periodo de 40-45 días de lactación (20 muestras por especie animal)

Características de la leche	Alpacas		Llamas	
	Promedio	D.E.	Promedio	D.E.
Energía bruta, (Mj/100 g)	361.43 ^a	67.93	373.13 ^a	46.19
Ceniza, %	1.10 ^a	0.16	1.12 ^a	0.07
Sólidos totales, %	16.03 ^a	2.53	16.41 ^a	1.6
Grasa, %	3.42 ^a	1.13	3.65 ^a	0.8
Sólidos no grasos, %	12.06 ^a	1.67	12.75 ^a	0.9
Densidad, g/cm ³	1.042 ^a	5.12	1.042 ^a	2.82
Proteína, %	4.59 ^a	0.6	4.65 ^a	0.34
Lactosa, %	6.90 ^a	0.9	6.99 ^a	0.51
Sales, %	0.98 ^a	0.14	0.99 ^a	0.08
pH	7.05 ^a	0.17	7.12 ^b	0.11
Punto de congelación, °C	0.88 ^a	0.15	0.90 ^a	0.08
RCS, células/ml x 1000	93.9 ^a	51.6	83.9 ^a	71.6

D.E: Desviación estándar, RCS: Recuento de células somáticas

Superíndices diferentes dentro de filas indican que los valores fueron estadísticamente significativos ($p < 0.05$)

estudios (Riek y Gerken, 2006; Schoos *et al.*, 2008; Medina *et al.*, 2019), aunque inferior al valor de 1.4-1.7% obtenido por Parraguez *et al.* (2003). Sobre esto, se conoce que el contenido de cenizas está influenciado por el número de partos y la etapa de lactancia (Abdalla *et al.*, 2015), estación del año (Shuiep *et al.*, 2008) e ingesta de agua (Haddadin *et al.*, 2008).

La cantidad de sólidos totales en alpacas (16.03%) y llamas (16.41%) fue similar al 16.32% reportado por Schoos *et al.* (2008) en llamas. Asimismo, Larico *et al.* (2018) encontró 16.84% de sólidos totales en leche de alpacas, mientras que Chad *et al.* (2014) obtuvieron valores inferiores (15.05%). Al respecto, Medina *et al.* (2019) mencionan que

el contenido de sólidos totales en la leche de vicuña y guanaco fueron significativamente mayores que aquellos en alpacas y llamas.

El contenido de grasa en alpacas fue similar a lo observado en otros estudios (Parraguez *et al.*, 2003; Chad *et al.*, 2014; Martini *et al.*, 2015; Medina *et al.*, 2019). No obstante, Riek y Gerken (2006) y Schoos *et al.* (2008) reportan valores superiores (4.70 y 4.55%, respectivamente), diferencias que pudieran deberse a las condiciones de manejo, estación, edad y etapa de lactancia (Konuspayeva *et al.*, 2009). Por otro lado, el contenido de proteína fue similar al de otros estudios (Parraguez *et al.*, 2003; Riek y Gerken, 2006; Schoos *et al.*, 2008; Medina *et al.*, 2019), aunque el contenido de lactosa

Cuadro 2. Composición fisicoquímica de la leche en alpacas (*Vicugna pacos*) en el periodo de 40-45 días de lactación según la zona agroecológica (20 muestras por zona)

Características de la leche	Puna húmeda		Puna seca	
	Promedio	D.E.	Promedio	D.E.
Energía bruta, (Mj/100 g)	341.99 ^a	64.07	380.86 ^a	67.62
Ceniza, %	1.01 ^b	0.14	1.20 ^a	0.12
Sólidos totales, %	15.07 ^b	2.46	16.98 ^a	2.28
Grasa, %	3.29 ^a	1.02	3.55 ^a	1.25
Sólidos no grasos, %	11.78 ^b	1.7	13.43 ^a	1.18
Densidad, g/cm ³	1.039 ^b	5.26	1.044 ^a	3.51
Proteína, %	4.30 ^b	0.60	4.88 ^a	0.42
Lactosa, %	6.40 ^b	0.90	7.35 ^a	0.65
Sales, %	0.91 ^b	0.14	1.055 ^a	0.1
pH	7.16 ^a	0.11	6.94 ^b	0.16
Punto de congelación, °C	0.81 ^b	0.15	0.95 ^a	0.11
RCS, células/ml x 1000	101.3 ^a	60.56	96.5 ^a	71.3

D.E: Desviación estándar, RCS: Recuento de células somáticas

Superíndices diferentes dentro de filas indican que los valores fueron estadísticamente significativos (p<0.05)

en ambas especies fue superior al 6-0% reportado por Chad *et al.* (2014) y al 5.93% de Riek y Gerken (2006).

Con respecto al recuento de células somáticas (RCS), los niveles de 93.9 y 83.9 células/ml x 1000 en alpacas y llamas, respectivamente, fueron ligeramente inferiores al valor de 130.9 células/ml x 1000 reportado por Schoos *et al.* (2008).

CONCLUSIONES

- Las características fisicoquímicas de la leche de llamas (*Lama glama*) y alpacas (*Vicugna pacos*) fueron similares.
- La zona agroecológica influyó las características de la leche de las alpacas.

Agradecimientos

Los autores manifiestan su agradecimiento al personal directivo y administrativo del Centro Experimental la Raya (puna húmeda) y Carolina (puna seca), por facilitar la ejecución del estudio.

LITERATURA CITADA

1. Abdalla EB, Anis Ashmawy AEH, Farouk MH, Abd El-Rahman Salama O, Khalil FA, Seioudy AF. 2015. Milk production potential in Maghrebi she-camels. Small Ruminant Res 123: 129-135. doi: 10.1016/j.smallrumres.-2014.11.004

2. **Akers RM. 2016.** Lactation and the mammary gland. Blackwell Publishing. 278 p. doi: 10.1002/978111926880
3. **Al-Juboori AT, Mohammed M, Rashid J, Kurian J, El Refaey S. 2013.** Nutritional and medicinal value of camel (*Camelus dromedarius*) milk. *Wit Trans Ecol Envir* 170: 221-232. doi: 10.2495/FENV130201
4. **AOAC. 2005.** Official Methods of Analysis of AOAC. 18th ed. Association of Officiating Analytical Chemists, Washington DC
5. **El-Agamy EI, Nawar M, Shamsia SM, Awad S, Haenlein GFW. 2009.** Are camel milk proteins convenient to the nutrition of cow milk allergic children? *Small Ruminant Res* 82: 1-6. doi: 10.1016/j.smallrumres.2008.12.01
6. **Cruz A, Morante R, Gutiérrez JP, Torres R, Burgos A, Cervantes I. 2018.** Genetic parameters for medullated fiber and its relationship with other productive traits in alpacas. *Animal* 20: 1-7. doi: 10.1017/S1751731118003282
7. **Chad EK, DePeters EJ, Puschner B, Taylor SJ, Robison J. 2014.** Preliminary investigation of the composition of alpaca (*Vicugna pacos*) milk in California. *Small Ruminant Res* 117: 165-168. doi: 10.1016/j.smallrumres.2013.-12.032
8. **Coates W, Ayerza R. 2004.** Fatty acid composition of llama muscle and internal fat in two Argentinian herds. *Small Ruminant Res* 52: 231-238. doi: 10.1016/j.smallrumres.2003.07.002
9. **Gul W, Farooq N, Anees D, Khan U, Rehan F. 2015.** Camel milk: a boon to mankind. *Int J Res Stud Biosci* 3: 23-29.
10. **Hammam ARA. 2019.** Compositional and therapeutic properties of camel milk: a review. *Emir J Food Agr* 32: 83-91. doi: 10.9755/ejfa.2019.v31.i3.1919
11. **Haddadin MSY, Gammoh SI, Robinson RK. 2008.** Seasonal variations in the chemical composition of camel milk in Jordan. *J Dairy Res* 75: 8-12. doi: 10.1017/S0022029907002750
12. **[IDF] International Dairy Federation. 1982.** Determination of total solids content of cheese and processed cheeses. Tech ID. Brussels, Belgium.
13. **Kadwell M, Fernandez M, Stanley HF, Baldi R, Wheeler JC, Rosadio R, Bruford MW. 2001.** Genetic analysis reveals the wild ancestors of the llama and the alpaca. *P R Soc B* 268: 2575-2584. doi: 10.1098/rspb.2001.1774
14. **Kula J. 2016.** Medicinal values of camel milk. *Int J Vet Sci Res* 2: 18-25. doi: 10.17352/ijvsr.000009
15. **Konuspayeva G, Faye B, Loiseau G. 2009.** The composition of camel milk: a meta-analysis of the literature data. *J Food Compos Anal* 22: 95-101. doi: 10.1016/j.jfca.2008.09.008
16. **Larico H, Fernández E, Rodrigo Y, Machaca P, Roque B, Sumari R, Chui H, et al. 2018.** Queso de leche de alpaca: una nueva alternativa. *Rev Inv Vet Perú* 29: 848. doi: 10.15381/rivep.-v29i3.14015
17. **Malik A, Al-Senaidy A, Skrzypczak-Jankun E, Jankun J. 2012.** A study of the anti-diabetic agents of camel milk. *Int J Mol Med* 30: 585-592. doi: 10.3892/ijmm.2012.1051
18. **Marín JC, Romero K, Rivera R, Johnson WE, González BA. 2017.** Y-chromosome and mtDNA variation confirms independent domestications and directional hybridization in South American camelids. *Anim Genet* 48: 591-595. doi: 10.1111/age.12570
19. **Martini M, Altomonte I, da Silva Santana AM, Del Plavignano G, Salari F. 2015.** Gross, mineral and fatty acid composition of alpaca (*Vicugna pacos*) milk at 30 and 60 days of lactation. *Small Ruminant Res* 132: 50-54. doi: 10.1016/j.smallrumres.-2015.-10.001
20. **Medina MA, Van Nieuwenhove GA, Pizarro PL, Van Nieuwenhove CP. 2019.** Comparison of the nutritional value and fatty acid composition of milk from four South American camelid species.

- Can J Zool 97: 203-209. doi: 10.1139/cjz-2018-0067
21. **Mirmiran P, Ejtahed HS, Angoorani P, Eslami F, Azizi F. 2017.** Camel milk has beneficial effects on diabetes mellitus: a systematic review. *Int J Endocrinol Metab* 15: e42150. doi: 10.5812/ijem.42150
 22. **Mohamed HE, Mousa HM, Beynen AC. 2005.** Ascorbic acid concentrations in milk from Sudanese camels. *J Anim Physiol An* 89: 35-37. doi: 10.1111/j.1439-0396.2004.00507.x
 23. **Ormachea E, Calsín B, Olarte U. 2015.** Características textiles de la fibra en alpacas Huacaya del distrito de Corani Carabaya, Puno. *Rev Invest Altoandinas* 17: 215. doi: 10.18271/ria.2015.115
 24. **Paucar-Chanca R, Alfonso-Ruiz L, Soret-Lafraya B, Mendoza-Ordoñez G, Alvarado-Quezada F. 2019.** Textile characteristics of fiber from Huacaya alpacas (*Vicugna pacos*). *Sci Agropec* 10: 429-432. doi: 10.17268/sci.agropecu.-2019.03.14
 25. **Palmquist DL. 2006.** Milk fat: origin of fatty acids and influence of nutritional factors thereon. In: *Advanced dairy chemistry. Vol 2 Lipids*. Springer. p 43-92.
 26. **Parraguez V, Thénot M, Latorre E, Ferrando G, Raggi L. 2003.** Milk composition in alpaca (*Lama Pacos*): comparative study in two regions of Chile. *Arch Zootec* 52: 431-439.
 27. **Perrin DR. 1958. 2003.** The calorific value of milk of different species. *J Dairy Res* 25: 215-220. doi: 10.1017/S0022029900009213
 28. **Polidori P, Renierim C, Antonini M, Passamonti P, Pucciarelli F. 2007.** Meat fatty acid composition of llama (*Lama glama*) reared in the Andean highlands. *Meat Sci* 75: 356-358. doi: 10.1016/j.meatsci.2006.07.010
 29. **Riek A, Gerken M. 2006.** Changes in llama (*Lama glama*) milk composition during lactation. *J Dairy Sci* 89: 3484-3493. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(06)-72387-6
 30. **Roque LA, Ormachea E. 2018.** Características productivas y textiles de la fibra en alpacas Huacaya de Puno, Perú. *Rev Inv Vet Perú* 29: 1325-1334. doi: 10.15381/rivep.v29i4.14117
 31. **R Core Team. 2014.** R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. [Internet]. Available in: <http://www.R-project.org>
 32. **Schoos V, Medina M, Saad S, Van Nieuwenhove CP. 2008.** Chemical and microbiological characteristics of llama's (*Lama glama*) milk from Argentina. *Milchwissenschaft* 63: 398-401.
 33. **Shori AB. 2015.** Camel milk as a potential therapy for controlling diabetes and its complications: a review of *in vivo* studies. *J Food Drug Anal* 23: 609-618. doi: 10.1016/j.jfda.2015.02.007
 34. **Shuiep ES, El Zubeir IEM, El Owni OAO, Musa HH. 2008.** Influence of season and management on composition of raw camel (*Camelus dromedarius*) milk in Khartoum state, Sudan. *Trop Subtrop Agroecosyst* 8: 101-106.
 35. **Yadav AK, Kumar R, Priyadarshini L, Singh J. 2015.** Composition and medicinal properties of camel milk: a review. *Asian J Dairy Food Res* 34: 83. doi: 10.5958/0976-0563.2015.00018.4
 36. **Zhao DB, Bai YH, Niu YW. 2015.** Composition and characteristics of Chinese bactrian camel milk. *Small Ruminant Res* 127: 58-67. doi: 10.1016/j.smallrumres.2015.04.008
 37. **Zibae S, Hosseini SM, Yousefi M, Taghipour A, Kiani MA, Noras MR. 2015.** Nutritional and therapeutic characteristics of camel milk in children: a systematic review. *Electron Physician* 7: 1523-1528. doi: 10.19082/1523