

COMPOSICIÓN Y ASPECTOS COMPARATIVOS DE LA SECRECIÓN LÁCTEA DE VICUÑA

Fernández^{1,2}, F.M., Saad², S., Calvo³, M., Canedi⁴, A. y Hernández¹, M. 1996.
Rev. Arg. de Producción Animal, 16(4):343-349.

1)Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina.

2)Fc.Cs.Naturales, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.

3)Fac. de Veterinaria, Universidad de Zaragoza, España.

4)Estación de Fauna Silvestre, Universidad Nacional de Jujuy, Argentina.

Este trabajo fue realizado con el apoyo del CONICET y del Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Tucumán.

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Vicuña](#)

RESUMEN

Se presentan los resultados sobre la composición de la leche de vicuñas obtenidos en un rebaño de la puna (Jujuy-Argentina). Los valores encontrados fueron los siguientes: proteínas totales: $3,70 \pm 0,98$; caseínas: $3,17 \pm 0,87$; proteínas del lactosuero: $0,53 \pm 0,17$; lípidos: $4,58 \pm 1,35$; glúcidos: $7,43 \pm 0,75$; pH: $7,022 \pm 0,141$. Mediante electroforesis en geles de poliacrilamida en presencia de SDS se evidencia la presencia de tres bandas mayores de caseínas y trece bandas menores de distinto peso molecular. Asimismo las corridas electroforéticas mostraron que las dos principales proteínas del lactosuero son la Ó-Lactalbúmina y la seroalbúmina. También se detectaron 17 bandas menores de proteínas en el lactosuero. No se detectó la presencia de β -lactoglobulina por los procedimientos empleados.

Palabras clave: vicuña, leche, proteínas, Jujuy.

INTRODUCCIÓN

La secreción láctea de los mamíferos contiene una cantidad muy grande de compuestos que poseen funciones nutritivas, de acción hormonal y defensivas para la cría (Donovan y Odie, 1994; Neville y Daniel, 1987; Mesteky, Blair y Ogra, 1991). Existen grandes diferencias interespecíficas que reflejan influencias adaptativas, comportamentales taxonómicas (Ofteidal, 1984; Jenness, 1982), siendo importantes, sobre todo en las especies de interés económico, las derivadas de la alimentación. En lo que respecta a la etiología de la lactación y bioquímica de éstos componentes los mayores avances se han efectuado en bovinos, caprinos y roedores de laboratorio. En los aspectos bioquímicos y fisiológicos la información general sobre el tema en camélidos proviene de los estudios efectuados en el género *Camelus* del viejo mundo. En este sentido la fisiología de los camélidos sudamericanos constituye un campo de investigación en el que sólo recientemente se han empezado a conocer detalles de las características de la lactación y de los componentes de la secreción láctea.

El objetivo del presente trabajo fue determinar los tipos mas importantes de proteínas de la leche de vicuña, como así también las características principales de ésta.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras se extrajeron de animales pertenecientes al rebaño que el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Argentina posee en la Estación Experimental de Abra Pampa (Provincia de Jujuy) a 3500 msnm y en la cual aquellos son criados en condiciones de semicautiverio. Las muestras se obtuvieron en oportunidad de llevarse a cabo uno de los dos principales arreos anuales para control (mayo de 1995). Durante la experiencia las vicuñas hembras permanecían con sus crías y eran separadas solamente en el momento del control, lapso siempre menor a dos horas. La edad de las madres estaban comprendidas entre 3 y 6 años y el tiempo de lactación de uno a dos meses. Se obtuvieron 15 muestras correspondientes a siete animales en dos días consecutivos. Las muestras eran extraídas mediante ordeño manual previa inyección de 0,1 U de oxitocina. En cada muestra se extrajo una cantidad media de 30 mL. A cada muestra se le agregó una gota de bicromato de potasio al 1 % como conservador y se guardaron en hielo hasta su congelamiento a -20°C al día siguiente, previa determinación del pH en un peachímetro Metrohm 704. Ninguna de las hembras mostraba signos externos de lesión mamaria o mastitis. Tampoco hubo accidentes ni problemas derivados del manejo.

Las corridas electroforéticas en geles de poliacrilamida en presencia de dodecilsulfato de sodio (PAGE-SDS) se efectuaron de acuerdo a Laemmli (1970), y las correspondientes en presencia de urea según Harris y Angal (1989). Los procedimientos para immunoblotting e immunodot se llevaron a cabo según Tijssen (1985) y las recomendaciones de fabricantes (Millipore). Para la detección por immunoblotting de la β -Lactoglobulina y de lacto-

ferrina se utilizaron anticuerpos policlonales anti-β-Lg bovina y anti-lactoferrina producidos en conejos (Dto. Producción Animal, Fac. Veterinaria, Universidad de Zaragoza).

Las determinaciones cuantitativas de proteínas se llevaron a cabo según Lowry (1955), las de glúcidos según Winzler (1955) y las de lípidos de acuerdo a Kates (1972). El aislamiento de la Lactalbumina (Ó-La) se llevó a cabo según el método de Richter (1973), que demostró ser eficaz para la Ó-La de llama (Fernández y Oliver, 1992).

El tratamiento con quimosina se efectuó incubando caseína ácida resuspendida en buffer imidazol 50 mM, pH 6,80, durante 20 min a 37°C, en una relación 1/1000 respecto a la concentración de caseína. La precipitación de β Caseína (β-Cn) se llevó a cabo según lo recomendado por McKenzie (1967) para β-Cn bovina que demostró ser adecuado para la β-Cn de llama (Fernández y Oliver, 1988).

La determinación de actividad de lactoperoxidasa se llevó a cabo según Marshall y otros (1986).

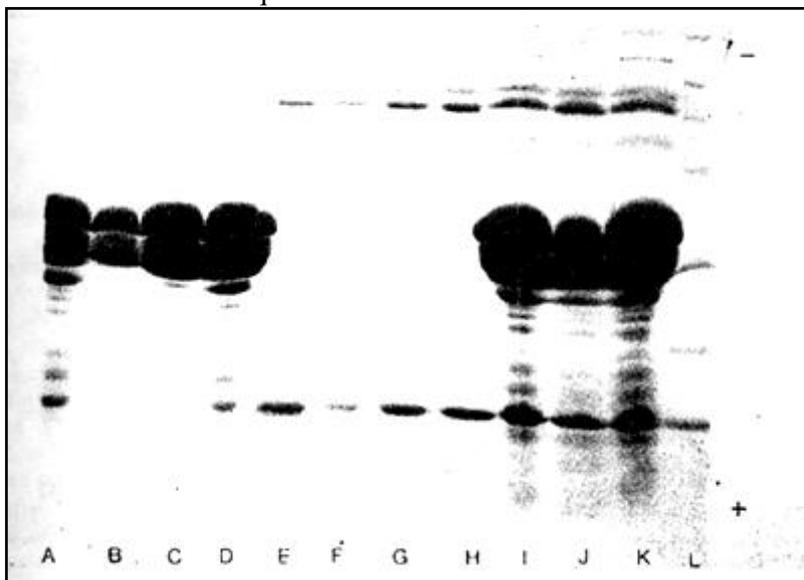
RESULTADOS

En el Cuadro 1 se muestran las concentraciones de los componentes mayores de leche de vicuña.

Cuadro 1: Principales componentes de la leche de vicuña.	
Variable	Concentración (g/100 ml)
Proteínas Totales	3,705 ± 0,976
Proteínas Lactosuero	0,535 ± 0,170
Caseínas	3,170 ± 0,866
Glúcidos	7,429 ± 0,748
Lípidos	4,582 ± 1,354
pH	7,022 ± 0,141

En la Figura 1, correspondiente a una corrida electroforética PAGE-SDS de distintos animales, se muestran las bandas proteicas de leche entera, caseínas y proteínas del lactosuero (PLS) que migran de acuerdo á sus pesos moleculares. En el Cuadro 2 se muestran los pesos moleculares aproximados de las proteínas que se observan en las corridas electroforéticas efectuadas. Con respecto a las PLS se observa que las dos ondas de mayor intensidad corresponden a proteínas con migración idéntica a la Ó-La aislada del lactosuero de vicuña y a la seroalbúmina de la sangre de vicuña.

Figura 1: Electroforesis en PAGE-SDS. A-D: caseínas, E-H: PLS, I-K: leche entera, L: marcadores de peso molecular (14,2; 20; 29; 45; 66; y 97 KDa). En cada columna se sembraron cantidades equivalentes a su concentración en la secreción láctea.



Cuadro 2: Pesos moleculares aproximados obtenidos por PAGE-SDS.

Bandas de Caseínas	p.m. Da	Bandas de PLS	p.m. Da
I ?	> 100.000	I (Lf?)(++)	78.000
II (+++)	32.000	II (SA)(+++)	66.000
III (+++)	29.500	III	62.000
IV (++)	28.500	IV	50.000
V	25.000	V	45.000
VI	24.500	VI	42.000
VII	22.200	VII	34.000
VIII	21.500	VIII	26.000
IX	20.000	IX	25.000
X	18.500	X	24.500
XI	17.000	XI	24.000
XII	16.000	XII	22.000
XIII	14.000	XIII	21.500
XIV	13.200	XIV	17.500
XV	12.000	XV	16.500
XVI	11.000	XVI	16.000
		XVII (α -La)(+++)	14.800
		XVIII	14.000
		XIX	13.200

(+++): banda muy intensa; (++): banda intensa.

Lo mismo fue observado en las corridas en presencia de urea.

Se observa asimismo en el lactosuero una banda de peso molecular 78.000 ± 3.000 Da. No se destaca ninguna banda proteica importante que sea común a todas las muestras estudiadas en la zona de 16.000 a 18.000 Da.

De la misma manera los ensayos de inmunoblotting para detectar la presencia de β -Lg no reaccionaron con ninguna banda del lactosuero. Entre las PLS se evidencian 7 ú 8 bandas de muy pequeña intensidad de migración similar a las caseínas, que puede ser resultante de una ligera solubilidad de éstas a pH 4,3.

En cuanto a las caseínas es notoria la diferencia cuantitativa de éstas respecto a las proteínas del lactosuero (Cuadro 1). Se destaca asimismo la presencia de, por lo menos, 16 bandas de caseínas de distinto peso molecular, de las cuales hay tres de gran intensidad cuyos pesos están comprendidos entre 28 y 32 KDa. Estas bandas más intensas y otras ocho de menor intensidad también se observan en las corridas en presencia de urea. En los geles de las corridas en PAGE-SDS se observó una banda de peso molecular superior a 100 KDa que coprecipitaba con las caseínas y no se lo encontraba en el lactosuero. El procedimiento de precipitación diferencial para separar β -Cn (v sus derivadas gamma caseínas) del resto de las caseínas mostró que varias de las bandas precipitan en las condiciones en que precipitan las caseínas β . Por otra parte el tratamiento con quimosina no disminuye el número de estas bandas. En realidad este número aumenta después de dicho tratamiento. Las determinaciones por inmunodot mostraron la presencia de lactoferrina.

Las determinaciones de actividad de lactoperoxidasa en lactosuero proporcionaron un valor de 0,76 U/mL.

DISCUSIÓN

Los valores de los componentes mayores de la leche de vicuña difieren de los correspondientes al resto de los artiodáctilos. En este sentido hay que destacar algunas peculiaridades. Los valores de glúcidos son los mas altos publicados hasta ahora entre los animales del orden citado. Debido al hecho que los incrementos en los valores de lactosa generalmente se acompañan de aumentos en el volumen de leche que se produce (Walstra Jenness, 1987; Faulkner y Peaker, 1987) cabría esperar un mayor volumen de leche y a concentración relativamente menor de materia seca. Ello se refleja en un porcentaje lípidos ($4,58 \pm 1,35$ %) que si bien es superior al de las especies domésticas del orden, es baja en relación a las especies silvestres ($8,0 \pm 1,7$ %) (Ofteidal, 1984). No obstante hay que señalar que este valor se asemeja a los registrados en *Camelus bactrianus* (4,35%) (Ofteidal, 1984) y *Lama glama* (4,72%) (Fernández y Oliver, 1988). El valor calórico total correspondiente a la suma de los componentes principales es de 0,928 Kcal/gr, el cual es similar al de los otros camélidos mencionados. Como hecho destacable hay que mencionar que la alta concentración de glúcidos señalaría a la vicuña como la especie en la cual la contribu-

ción calórica de los hidratos de carbono es la más alta de las registrada entre los mamíferos con la excepción de los primates y perisodáctilos.

Este hecho es bastante atípico si se tiene en cuenta que la vicuña vive en un ambiente muy árido y con temperaturas nocturnas muy bajas, sobre todo en invierno. Si bien las estrategias de las distintas especies que viven en ambientes áridos-desérticos como las que viven en climas fríos son diferentes, todas las que se han estudiado hasta el presente tienden a tener, como característica general, baja concentración de lactosa y alta proporción de materia seca (Maltz y Shkolnik, 1984; White y Luick, 1984). En el caso de la vicuña estamos frente a una estrategia de lactación distinta para cuya elucidación completa hace falta investigar algunos hechos adicionales.

Los valores de concentración de PLS y Cn encontrados muestran que en esta especie el número de caseína (% del total de proteínas) es muy alto, 0,865, el cual es superior a media conocida de los artiodáctilos mas comunes ($N^{\circ} Cn = 0,815 \pm 0,039$) (Parkes, 1967).

La presencia casi dominante de Ó-La y seroalbúmina parece ser un carácter casi distintivo de la leche de este camélido sudamericano. Hay que señalar que no se encuentra ninguna banda proteica importante (ni que aparezca en forma constante) en las muestras estudiadas en la zona de peso molecular de 16 a 18 KDa, ni se detectó la presencia de β -Lg mediante la técnica de Western-blotting. Todo ello permite afirmar que no hay β -lactoglobulina en la leche de vicuña o por lo menos que, de existir, sería una proteína que se encuentra en cantidades tan pequeñas que estaría por debajo del límite de detección aún por las técnicas mencionadas. Estaríamos frente a un caso similar al de la leche de llama donde no ha sido posible identificarla (Fernández, 1991; Puyol de León, 1994). La otra banda de peso molecular ligeramente superior a la seroalbúmina no sería la LPO dado la actividad relativamente baja que hemos encontrado en el lactosuero, por lo menos no sería la forma "hemo" (activa) de la enzima (Dumontet y Rousset, 1983). Es probable que esta banda pertenezca a la lactoferrina que fue efectivamente detectada por la técnica de inmunodot.

La gran cantidad de bandas de caseínas encontradas puede deberse a distintos subtipos de caseínas que son sintetizados en la forma en que se los encuentra en la leche o podrían ser el resultado de una hidrólisis post-traducciona que se lleva a cabo en la célula del epitelio secretor o en la luz del alvéolo de la glándula mamaria. En este último caso pudiera deberse a la existencia de una gran actividad de la plasmina láctea. Aunque este aspecto permanece por ahora abierto a nuevas investigaciones, de todas maneras es una característica notoria de la especie que merece destacarse.

AGRADECIMIENTOS

Al Director, Dr. G. Rebuffi, y personal del INTA (Abra Pampa), a la Dra. Patricia Black de Décima y a las Srtas Julieta Carilla y María Inés Fernández por la colaboración y apoyo brindado.

BIBLIOGRAFIA

- DONOVAN, S.M. y ODLE, J. 1994. Growth factors in milk as mediators of infant development. *Annu. Rev. Nutr.* 14: 147-167.
- DUMONTET, Ch. y ROUSSET, B. 1983. Identification, purification, and characterization of a non-heme lactoperoxidase in bovine milk. *J. Biol. Chem.* 258: 14166 - 14172.
- FAULKNER, A. y PEAKER, M. 1987. Regulation of mammary glucose metabolism in lactation. In: "The Mammary Gland. Development, Regulation and Function". Neville, M.C. and Ch.W. Daniel (Ed). Plenum Press. New York. USA. 625 pp.
- FERNANDEZ, F.M. 1991. Proteínas de la leche de llama (*Lama glama L.*) *Opera lilloana* N° 38. Centro Editor Fundación Lillo. 70 pg.
- y OLIVER, G. 1988. Proteins present in llama milk. I. Quantitative aspects and general characteristics. *Milchwissenschaft*, 43(5): 299-302.
- y OLIVER, G. 1992. Studies on α -lactalbumin in llama milk. *Small Ruminant Research.* 8: 97-106
- HARRIS, E.L.V. y ANGAL, S. 1989. Protein purification methods: a practical approach. IRL Press. Oxford University Press. England. 317 pp.
- JENNESS, R. 1982. Inter-species comparison of milk proteins. In: *Developments in Dairy Chemistry.* 1. Editado por P.F. Fox. Applied Science Publishers. London & New York. pp. 87-114.
- KATES, M. 1972. Techniques of lipidology: Isolation, analysis and identification of lipids. In: "Laboratory techniques in Biochemistry and Molecular Biology". North Holland Publishing Company". 610 pp.
- LAEMMLI, U.K. 1970. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature.* 227: 680-685.
- LOWRY, O.H., ROSENBROUGH, N.J., FARR, A.L. y RANDALL, R.J. 1955. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* 193: 265-275.
- Mc KENZIE, H.A. 1967. Milk proteins. *Adv. Protein Chem.* 22: 56-234.
- MALTZ, E. y SCHKOLNIK, A. 1984. Lactational strategy of desert ruminants: the bedouin goat, ibex and desert gazelle. In: "Physiological Strategies in Lactation". Editado por Peaker, Vernon and Knights. Zoological Society of London- Academic Press, London. pg 193-213.
- MARSHALL, V., COLE, W.M. y BRAMLEY, A.J. 1986. Influence of the lactoperoxidase system on susceptibility of the udder to *Streptococcus uberis* infection. *J. Dairy Res.* 53: 507-514.

- MESTECKY, J., BLAIR, C. y OGRA, P.L. 1991. Immunology of milk and neonate. *Advance in Experimental Medicine and Biology*, v:310 Plenum Press, New York. 490pp.
- NEVILLE, M.C. y DANIEL, Ch.W. (Ed). 1987. "The Mammary Gland. Development, Regulation and Function". Plenum Press, New York. USA. 625 pp.
- OFTEDAL, O.T. 1984. Milk composition, milk yield and energy output at peak lactation: a comparative review. In: "Physiological Strategies in Lactation". Editado por Peaker, Vernon and Knights. Zoological Society of London - Academic Press, London. pg 33-85.
- ARKES, A.S. (Editor). 1967. *Marshall's Physiology of Reproduction*. Third Edition. Longmans, Green and C.LTD. London. 880 pp.
- PUYOL DE LEON, P. 1994. Estudio de la interacción del retinol y de los ácidos grasos con la S-Lactoglobulina bovina. Efecto sobre sus propiedades físico-químicas y biológicas. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza, Facultad de Veterinaria, Departamento de Producción Animal. 172 pp.
- RICHTER, R.L., MORR, C.W. y REINECCIUS, G.A. 1973. Simple technique for preparing high purity α -lactalbumin. *J. Dairy Sci.* 56: 1095-1097.
- TIJSSSEN, P. 1985. Practice and theory of enzyme immunoassays. *Laboratory Techniques in Biochemistry and Molecular Biology*. Vol. 15. Elsevier, Amsterdam. 549 pp.
- WALSTRA, P. y JENNESS, R. 1987. *Química y Física Lactológica*. Ed. Acribia, S.A. 423 pp•
- WHITE, R.G. y LUICK, J.R. 1984. Plasticity and constraints in the lactational strategy of reindeer and caribou. In: "Physiological Strategies in Lactation". Editado por Peaker, Vernon and Knights. Zoological Society of London - Academic Press, London. pg 215-232.
- WINZLER, R.J. 1955. Determination of serum glycoproteins. *Meth. of Biochem. Anal.* 2: 279-311.

[Volver a: Vicuña](#)