

# Influencia de la raza, estación del año y etapa de lactación sobre el contenido mineral de leche de búfalas\*

Patiño, E.M.<sup>1</sup>; Pochon, D.O.<sup>2</sup>; Faisal, E.L.<sup>1</sup>; Cedres, J.F.<sup>1</sup>;  
Mendez, F.I.<sup>1</sup>; Guanzirolí Stefani, C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Cátedra Tecnología de los Alimentos, <sup>2</sup>Cátedra Bioestadística, Facultad de Ciencias Veterinarias, UNNE, Sargento Cabral 2139, Corrientes (3400), Argentina, Tel/Fax: 03783-425753. Email: exepa@vet.unne.edu.ar

## Resumen

**Patiño, E.M.; Pochon, D.O.; Faisal, E.L.; Cedres, J.F.; Mendez, F.I.; Guanzirolí Stefani, C.: Influencia de la raza, estación del año y etapa de lactación sobre el contenido mineral de leche de búfalas.** *Rev. vet. 17: 2, 98-102, 2006.* El objetivo de este estudio fue determinar la composición mineral de la leche de búfala producida en la Provincia de Corrientes, Argentina, así como investigar variaciones atribuibles al estadio de lactación, época del año y raza. Se trabajó con leche de 25 búfalas de razas Murrah, Mediterránea, Jafarabadi y mestizas ½ Murrah x ½ Mediterránea, de segunda a séptima lactación, durante 19 meses, totalizando 105 muestras. Los animales pertenecían a un tambo localizado en una región de clima subtropical húmedo, con precipitaciones anuales de 1.690 mm y temperatura media anual de 22°C. Se obtuvieron valores medios para Ca ( $1,12 \pm 0,40 \text{ g.kg}^{-1}$ ), P ( $0,99 \pm 0,32 \text{ g.kg}^{-1}$ ), Mg ( $0,08 \pm 0,02 \text{ g.kg}^{-1}$ ), K ( $0,92 \pm 0,25 \text{ g.kg}^{-1}$ ), Na ( $0,35 \pm 0,11 \text{ g.kg}^{-1}$ ), Cu ( $0,35 \pm 0,16 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), Mn ( $0,27 \pm 0,10 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), Zn ( $4,10 \pm 1,40 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) y Fe ( $1,61 \pm 0,61 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). Estos parámetros no revelaron diferencias significativas atribuibles a la raza de los animales con excepción del Mg. La época del año afectó la composición de los minerales, con excepción de Mg y Zn. Las etapas de lactación influenciaron sobre los valores de Ca, P, K y Cu. Los resultados obtenidos indican que el contenido mineral en leche de búfalas resulta considerablemente influenciado por factores regionales.

**Palabras clave:** búfala, leche, minerales, variaciones regionales.

## Abstract

**Patiño, E.M.; Pochon, D.O.; Faisal, E.L.; Cedres, J.F.; Mendez, F.I.; Guanzirolí Stefani, C.: Influence of breed, year season, and lactation stage on the buffalo milk mineral content.** *Rev. vet. 17: 2, 98-102, 2006.* This study was conducted to determine the milk mineral composition of buffalo raised in Corrientes, Argentina, as well as to investigate variations attributed to breed, lactation period, and time of the year. Milk samples ( $n = 105$ ) were collected from 25 Murrah, Mediterranean, Jafarabadi and half-breed Murrah x Mediterranean buffaloes of second and fifth lactation, respectively. Animals were located in a dairy farm area with subtropical wet climate with 1,690 mm annual rains and annual mean temperature of 22°C. Mean records were: Ca ( $1.12 \pm 0.40 \text{ g.kg}^{-1}$ ), P ( $0.99 \pm 0.32 \text{ g.kg}^{-1}$ ), Mg ( $0.08 \pm 0.02 \text{ g.kg}^{-1}$ ), K ( $0.92 \pm 0.25 \text{ g.kg}^{-1}$ ), Na ( $0.35 \pm 0.11 \text{ g.kg}^{-1}$ ), Cu ( $0.35 \pm 0.16 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), Mn ( $0.27 \pm 0.10 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), Zn ( $4.10 \pm 1.40 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) and Fe ( $1.61 \pm 0.61 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). These parameters did not reveal significant differences attributable to breed, except for Mg. The time of the year affected the composition of minerals, except for Mg and Zn. The nursing stages affect the Ca, P, K and Cu concentrations. From the results obtained, it can be concluded that the mineral content in the milk of buffaloes, is considerably influenced by regional factors.

**Key words:** buffalo, milk, minerals, regional variations.

## INTRODUCCIÓN

La población actual de búfalos en Argentina se estima en una cantidad ligeramente superior a las 80.000 cabezas y está concentrada mayoritariamente en el subtropical húmedo de la zona nordeste, en las provincias

de Corrientes y Formosa<sup>23</sup>. Entre ambas reúnen casi el 80 % de la población bubalina del país. Otras provincias donde se crían búfalos son Misiones, Chaco, Entre Ríos, Santa Fe, Buenos Aires, Tucumán, La Pampa y Mendoza<sup>23</sup>. En nuestro país la producción de leche de búfala comenzó en el año 1992, existiendo actualmente establecimientos dedicados a la producción láctea en las provincias de Corrientes, Misiones, Formosa, Santa Fe, Buenos Aires y Tucumán<sup>16</sup>.

Recibido: 29 setiembre 2006 / Aceptado: 18 noviembre 2006

\*Trabajo subsidiado por SGCYT-UNNE, PI 007/03.

La leche de búfala es altamente nutritiva y a partir de ella se obtienen, con óptimo rendimiento, derivados lácteos como quesos, yogurt, manteca, dulce de leche y otros productos<sup>8</sup>. En Argentina la leche bubalina es habitualmente empleada para la elaboración de queso mozzarella, quesos artesanales y dulce de leche<sup>15,18</sup>.

Los minerales presentes en la leche son de gran importancia puesto que de ellos dependen propiedades tales como estabilidad al calor y capacidad de coagular. Por consiguiente, es primordial conocer sus concentraciones, especialmente teniendo en cuenta que la leche deberá ser sometida a distintos procesos tecnológicos tales como esterilización y coagulación, entre otros<sup>2</sup>.

El contenido mineral en leche puede variar por numerosos factores como raza, período de lactación, clima, estación del año y composición de la dieta<sup>22</sup>. Los minerales en leche de búfala han sido estudiados en países como India<sup>1,3,6,10,12,21,24,25</sup>, Italia<sup>5</sup>, Egipto<sup>11,27</sup>, EEUU<sup>13</sup> y Brasil<sup>8,26</sup>. En Argentina se han estudiado algunos aspectos de las propiedades físicas y composición química de la leche de búfala<sup>14</sup> y los factores que la afectan<sup>17</sup>, pero la composición mineral ha sido solo parcialmente determinada<sup>14,19</sup>.

El objetivo de la presente investigación fue establecer el contenido mineral de la leche de búfala producida en el norte de la provincia de Corrientes y verificar variaciones atribuibles a raza, período de lactación y estación del año.

## MATERIAL Y MÉTODOS

**Lugar geográfico, animales.** Los animales pertenecían al plantel del establecimiento Santa María del Rosario, ubicado en el Departamento San Cosme, Provincia de Corrientes. Se trabajó con búfalas de razas Murrah, Mediterránea, Jafarabadi y mestizas Murrah x Mediterránea, de segunda a séptima lactación, identificadas con caravanas alfanuméricas. Las búfalas, alimentadas con pasturas naturales sin suplementación, fueron ordeñadas mecánicamente por la mañana.

**Muestras de leche.** Las unidades muestrales (n = 105) fueron obtenidas entre los meses de agosto de 2004 y febrero de 2006, en forma mensual previa a la rutina de ordeño. Luego de eliminar los primeros chorros, se tomaron unos 200 ml de leche de cada animal, muestras que fueron colectadas en recipientes descartables que se conservaron a baja temperatura en cajas de poliuretano (4°C) hasta su llegada al laboratorio, procesándose dentro de las 24 horas.

**Técnicas de laboratorio.** Mediante espectrofotometría de absorción atómica fueron determinadas las concentraciones de Ca, Mg, K, Na, Cu, Mn, Zn y Fe<sup>20</sup>, en tanto que el contenido de P se obtuvo por fotocolorimetría, utilizando reactivo vanadomolibdofosfórico acidificado con ácido nítrico<sup>9</sup>.

**Estadísticas.** Se realizó un análisis diagnóstico de los datos mediante estadísticas descriptivas (promedio, desvío estándar, rango y coeficiente de variación), gráficos de cajas y patillas y análisis de frecuencia. Previo

**Tabla 1.** Contenido mineral en leche para el total de búfalas estudiadas.

variable	n	$\bar{x}$	DE	CV%	rango
Ca (g.kg <sup>-1</sup> )	80	1,12	0,40	35,36	0,55 – 2,00
P (g.kg <sup>-1</sup> )	84	0,99	0,32	32,48	0,50 – 1,55
Mg (g.kg <sup>-1</sup> )	82	0,08	0,02	25,78	0,03 – 0,13
K (g.kg <sup>-1</sup> )	105	0,92	0,25	26,57	0,33 – 1,68
Na (g.kg <sup>-1</sup> )	102	0,35	0,11	30,33	0,11 – 0,68
Cu (mg.kg <sup>-1</sup> )	88	0,35	0,16	46,26	0,10 – 0,74
Mn (mg.kg <sup>-1</sup> )	89	0,27	0,10	37,20	0,09 – 0,52
Zn (mg.kg <sup>-1</sup> )	83	4,10	1,40	34,17	1,53 – 7,26
Fe (mg.kg <sup>-1</sup> )	85	1,61	0,61	38,05	0,57 – 3,10

n: tamaño de la muestra, DE: desvío estándar, CV: coeficiente de variación. Datos obtenidos entre agosto de 2004 y febrero de 2006. Las diferencias en el tamaño de la muestra se deben a datos perdidos durante el muestreo o procesamiento.

al análisis de la variancia se analizaron los supuestos de normalidad (*Shapiro–Wilk*), homogeneidad de la variancia (*Bartlett*) e independencia. Mediante un diseño completo al azar se realizó el análisis de la variancia a una vía<sup>7</sup> con un alfa de 0,05. En caso de ser rechazada la hipótesis nula, se efectuó la comparación de medias por el test de *Duncan*<sup>4</sup> con el auxilio de los programas *Statistix 3,4* y *Statistica 6,0* bajo entorno *Windows*.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos para las variables minerales estudiadas se muestran en la Tabla 1 (totalidad de animales), Tabla 2 (valores según raza), Tabla 3 (diferencias según estación del año) y Tabla 4 (diferencias según etapa de lactación).

No se registraron diferencias significativas atribuibles a razas con excepción del Mg, que manifestó diferencias ( $p < 0,05$ ) entre las razas Mediterránea y Jafarabadi entre sí y con respecto a Murrah y mestizas que no revelaron diferencias entre ellas (Tabla 2).

Los valores de Ca, P, K y Cu presentaron valores significativamente menores durante el invierno, en cambio, Na, Mn y Fe lo hicieron durante el otoño. La concentración de Ca fue significativamente más alta en verano respecto a las otras estaciones; P, K, Cu y Mn registraron valores estadísticamente inferiores en invierno. En verano, el Na fue más alto con relación a las demás estaciones. Únicamente Mg y Zn no presentaron diferencias entre estaciones (Tabla 3).

En cuanto a las etapas de lactación, se encontraron diferencias para Ca, P, K y Cu; Ca y Cu entre el primer tercio y el segundo; P entre el primero y el tercero con respecto al segundo y K entre el segundo y el tercero con respecto al primero (Tabla 4). En otra investigación<sup>11</sup> se hallaron altas concentraciones de P en la segunda semana de lactación y luego un decrecimiento de los valores con fluctuaciones irregulares; lo mismo sucedió con Ca, K y Fe. En cambio los contenidos de Na, Mg, Zn, Cu y Mn mostraron altos niveles de concentración

**Tabla 2.** Variación de los minerales según raza ( $\bar{x}\pm DE$ ).

variable	raza				p
	Murrah	Mediterránea	Jafarabadi	Mestiza	
Ca (g.kg <sup>-1</sup> )	0,83 ± 0,20	0,99 ± 0,26	0,95 ± 0,25	0,94 ± 0,22	NS
P (g.kg <sup>-1</sup> )	1,11 ± 0,29	1,00 ± 0,26	0,85 ± 0,30	1,10 ± 0,31	NS
Mg (g.kg <sup>-1</sup> )	0,08 <sup>b</sup> ± 0,02	0,10 <sup>a</sup> ± 0,02	0,07 <sup>c</sup> ± 0,01	0,08 <sup>b</sup> ± 0,02	*
K (g.kg <sup>-1</sup> )	0,88 ± 0,26	0,98 ± 0,29	0,98 ± 0,22	0,94 ± 0,22	NS
Na (g.kg <sup>-1</sup> )	0,36 ± 0,12	0,34 ± 0,13	0,34 ± 0,09	0,38 ± 0,12	NS
Cu (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,29 ± 0,11	0,29 ± 0,10	0,28 ± 0,08	0,32 ± 0,12	NS
Mn (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,23 ± 0,09	0,25 ± 0,10	0,22 ± 0,07	0,23 ± 0,11	NS
Zn (mg.kg <sup>-1</sup> )	3,74 ± 1,25	4,08 ± 1,35	3,69 ± 1,10	3,67 ± 1,64	NS
Fe (mg.kg <sup>-1</sup> )	1,56 ± 0,58	1,56 ± 0,58	1,58 ± 0,66	1,55 ± 0,70	NS

p: significación, NS: no significativo, (\*): p<0,05, letras distintas en cada fila indican diferencias significativas entre medias.

**Tabla 3:** Variación de los minerales según estación del año ( $\bar{x}\pm DE$ ).

variable	estación				p
	invierno	primavera	verano	otoño	
Ca (g.kg <sup>-1</sup> )	0,76 <sup>a</sup> ± 0,21	0,82 <sup>ab</sup> ± 0,23	1,13 <sup>c</sup> ± 0,21	0,95 <sup>b</sup> ± 0,28	*
P (g.kg <sup>-1</sup> )	0,63 <sup>a</sup> ± 0,17	1,00 <sup>b</sup> ± 0,34	1,10 <sup>b</sup> ± 0,30	1,02 <sup>b</sup> ± 0,33	*
Mg (g.kg <sup>-1</sup> )	0,08 ± 0,02	0,08 ± 0,02	0,09 ± 0,02	0,09 ± 0,02	NS
K (g.kg <sup>-1</sup> )	0,82 <sup>a</sup> ± 0,37	0,89 <sup>ab</sup> ± 0,24	0,98 <sup>b</sup> ± 0,20	1,00 <sup>b</sup> ± 0,21	*
Na (g.kg <sup>-1</sup> )	0,34 <sup>a</sup> ± 0,15	0,33 <sup>a</sup> ± 0,11	0,42 ± 0,09 <sup>b</sup>	0,30 <sup>a</sup> ± 0,08	*
Cu (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,22 <sup>a</sup> ± 0,08	0,29 <sup>ab</sup> ± 0,10	0,36 <sup>b</sup> ± 0,12	0,33 <sup>b</sup> ± 0,10	*
Mn (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,29 <sup>a</sup> ± 0,08	0,21 <sup>b</sup> ± 0,10	0,22 <sup>ab</sup> ± 0,09	0,18 <sup>b</sup> ± 0,03	*
Zn (mg.kg <sup>-1</sup> )	3,35 ± 0,74	3,83 ± 1,57	3,94 ± 1,30	3,71 ± 1,36	NS
Fe (mg.kg <sup>-1</sup> )	1,25 <sup>ab</sup> ± 0,47	1,51 <sup>b</sup> ± 0,49	1,66 <sup>b</sup> ± 0,38	1,02 <sup>a</sup> ± 0,37	*

p: significación, NS: no significativo, (\*): p<0,05, letras distintas en cada fila indican diferencias significativas entre medias.

**Tabla 4.** Variación de los minerales según etapa de lactación ( $\bar{x}\pm DE$ ).

variable	etapa de lactación			p
	tercio 1	tercio 2	tercio 3	
Ca (g.kg <sup>-1</sup> )	1,10 <sup>a</sup> ± 0,22	0,83 <sup>b</sup> ± 0,29	0,95 <sup>ab</sup> ± 0,30	*
P (g.kg <sup>-1</sup> )	0,69 <sup>a</sup> ± 0,23	0,56 <sup>b</sup> ± 0,17	0,76 <sup>a</sup> ± 0,17	*
Mg (g.kg <sup>-1</sup> )	0,07 ± 0,01	0,08 ± 0,02	0,08 ± 0,02	NS
K (g.kg <sup>-1</sup> )	1,07 <sup>a</sup> ± 0,16	0,87 <sup>b</sup> ± 0,28	0,85 <sup>b</sup> ± 0,29	*
Na (g.kg <sup>-1</sup> )	0,35 ± 0,08	0,29 ± 0,08	0,33 ± 0,08	NS
Cu (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,35 <sup>a</sup> ± 0,09	0,24 <sup>b</sup> ± 0,11	0,31 <sup>ab</sup> ± 0,11	*
Mn (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,25 ± 0,10	0,26 ± 0,11	0,26 ± 0,13	NS
Zn (mg.kg <sup>-1</sup> )	4,00 ± 1,18	3,72 ± 1,04	3,47 ± 1,62	NS
Fe (mg.kg <sup>-1</sup> )	1,42 ± 0,91	1,27 ± 0,54	1,51 ± 0,42	NS

p: significación, NS: no significativo, (\*): p<0,05, letras distintas en cada fila indican diferencias significativas entre medias.

en la segunda semana, decreciendo luego de la sexta a la octava semana y finalmente incrementándose hasta la semana 40. En otros ensayos se registraron fluctuaciones irregulares para Na, Cu y Mg durante todo el periodo de lactación<sup>21</sup>. En cambio, fueron reportadas altas concentraciones de Cu en el segundo mes de lactación y luego un decrecimiento hasta el quinto mes, con fluctuaciones irregulares para Fe, Zn, Mg, Ca y P durante todo el periodo de lactación<sup>1</sup>.

En la Tabla 5 se comparan los valores obtenidos en el presente trabajo con los reportados por otros investigadores, surgiendo que la mayoría de los promedios locales de los minerales estudiados (P, Mg, K, Na, Cu,

Mn y Zn) se encuadran dentro de los rangos admitidos para la leche de búfalas en otros países. En cambio, Ca y Fe presentaron valores ligeramente inferiores a los publicados por otros autores<sup>1,25,27</sup>. Se hace notar que los estadígrafos obtenidos al ser comparados con los ( $\mu$ ) reportados por otros autores, fueron significativamente diferentes.

Los niveles de minerales en el suelo juegan un importante rol en la regulación de la concentración de los minerales en el cuerpo animal<sup>1</sup>, por lo cual el contenido mineral en la leche está muy influenciado por

los correspondientes niveles de minerales en el alimento. Esta puede ser la razón por la cual trabajos realizados en diferentes regiones reportan diferentes niveles de minerales, como ha sido descrito<sup>1</sup>.

Se concluye que la raza no ejerció influencia significativa sobre el contenido de la mayoría de los macrominerales y elementos traza estudiados, con excepción del Mg que manifestó diferencias entre Mediterránea y Jafarabadi con respecto a Murrah y mestizas. Con respecto a la raza Mediterránea, el Mg fue menor en Jafarabadi (30%) y en Murrah y mestizas (20%). La estación del año afectó significativamente la composición de los minerales evaluados con excepción del Mg

y Zn. Los valores de Ca, P, Na, Cu y Fe disminuyeron respectivamente 32, 42, 19, 38 y 24% en invierno, 27, 9, 21, 19 y 9% en primavera y 15,16, 28, 8 y 38% en otoño, con respecto al verano. Las etapas de la lactación influyeron significativamente sobre el contenido mineral de Ca, P, K y Cu. Así, Ca, K y Cu disminuyeron 24,18 y 31% en el segundo tercio de la lactación y 13,20 y 11% en el tercer tercio respectivamente, con respecto al primer tercio. En cambio, P disminuyó un 9% en el primero y 26% en el segundo, con respecto al tercer tercio.

**Tabla 5.** Comparación de los contenidos minerales obtenidos en el presente estudio con los valores informados por otros autores.

variable	valores informados por otros autores		este estudio
	mínimo valor	máximo valor	
Ca (g.kg <sup>-1</sup> )	1,47 <sup>(1)</sup> – Sig.	2,49 <sup>(27)</sup> – Sig.	1,12 ± 0,40
P (g.kg <sup>-1</sup> )	0,88 <sup>(11–24)</sup> – Sig.	1,26 <sup>(1)</sup> – Sig.	0,99 ± 0,32
Mg (g.kg <sup>-1</sup> )	0,023 <sup>(1)</sup> – Sig.	0,19 <sup>(11–24)</sup> – Sig.	0,08 ± 0,02
K (g.kg <sup>-1</sup> )	0,41 <sup>(13–21)</sup> – Sig.	1,72 <sup>(11)</sup> – Sig.	0,92 ± 0,25
Na (g.kg <sup>-1</sup> )	0,071 <sup>(13)</sup> – Sig.	0,63 <sup>(10–11)</sup> – Sig.	0,35 ± 0,11
Cu (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,12 <sup>(19)</sup> – Sig.	0,47 <sup>(11)</sup> – Sig.	0,35 ± 0,16
Mn (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,17 <sup>(3)</sup> – Sig.	1,20 <sup>(26)</sup> – Sig.	0,27 ± 0,10
Zn (mg.kg <sup>-1</sup> )	1,90 <sup>(12)</sup> – Sig.	8,59 <sup>(25)</sup> – Sig.	4,10 ± 1,40
Fe (mg.kg <sup>-1</sup> )	1,7 <sup>(1)</sup> – Sig.	5,38 <sup>(25)</sup> – Sig.	1,61 ± 0,61

Sig: significativo (p<0,05): diferencias significativas entre el dato bibliográfico ( $\bar{x}$ ) y el promedio inferido por este trabajo.

**Agradecimientos.** A la Lic. Lucrecia Felquer por traducir el resumen al inglés.

## REFERENCIAS

- Anilkumar K, Syman Mohan KM, Ally K, Sathian CT. 2003. Composition and mineral levels of the milk of Kuttanad Dwarf buffaloes of Kelara. *Buff Bull* 22: 6770.
- Centro de Investigaciones Tecnológicas de la Industria Láctea (CITIL). 1986. Composición y variaciones estacionales de leches crudas provenientes de los tambos de la cuenca de Lincoln, Buenos Aires. *Rev Citol* 23: 13–23.
- Dilanyan ZK, Aslanyadan ES. 1967. Trace elements in buffaloes milk. *Moloch Prom SSSR* 28: 31–32.
- Duncan DB. 1955. Multiple range and multiple X test. *Biomet* 11: 1–42.
- Ferrara B, Intrieri F. 1975. Características e emprego do leite de búfala. *Zootec SP* 13: 25–50.
- Garg AN, Weginwar RG, Chutke NL. 1993. A comparative study of minor and trace elements in human, animal and commercial milk samples by newton activation analysis. *J Radioan Nucl Chem* 172: 125–135.
- Harvey WR. 1968. *Least-Square analysis of data with unequal subclass number*, Department of Agriculture Research Service, Washington, 175 p.
- Hühn S, Guimarães MC, Nascimento CN, Moura Carvalho LO, Moreira ED, Lourenço JB. 1982. Estudo comparativo da composição química do leite de zebuínos e bubalinos. *Bol Pesq EMBRAPA-CPATU*, Belem, 15 p.
- Jackson ML. 1964. *Análisis Químico de Suelos*, Omega, Barcelona, 662 p.
- Kay HD. 1974. Milk and milk production. In: *The Husbandry and Health of the Domestic Buffalo* (Cockrill WR Ed), FAO, Roma, p. 329–376.
- Kholif AM. 1997. Effect of number and stage of lactation on the yield, composition and properties of buffaloes' milk. *Egypt J Dairy Sci* 25: 25–39.
- Mathur ON, Roy NK. 1981. Studies on trace minerals in buffaloes milk III. Zinc. *J Dairy Sci* 34: 379–384.
- Merkel RC, McDowell LR, Popence HL, Wilkinson NS. 1992. Comparison of minerals content of milk and calf serum from water buffalo and charolais cattle. *Buff J* 8: 9–10.
- Patiño EM, Jacobo RA, Mendez FI, Giorgi EJ, Cipolini FM, Stamatti GM, Guanziroli MC. 1999. Fatty acids, minerals and vitamins of water buffalo (*Bubalus bubalis*) milk in Argentina. *Buff Newslet* 13: 8–9.
- Patiño EM, Jacobo RA, Mendez FI, Giorgi EJ, Cipolini FM, Stamatti GM, Guanziroli MC. 2000. Composición de leche bubalina (*Bubalus bubalis*) obtenida en un tambo de Corrientes (Argentina). *Rev Arg Lact* 19: 6974.
- Patiño EM. 2004. Leche de Búfala. En: *Búfalos en Argentina* (Crudelli GA, Patiño EM, Cedrés JF, Maldonado Vargas P, Racioppi O, Zava M, González Fraga JA, Pellerano GS Ed.), Moglia, Corrientes (Argentina), 230 p.
- Patiño EM. 2004. Factores que afectan las propiedades físicas y la composición química de la leche de búfalas (*Bubalus bubalis*) en Corrientes, Argentina. *Rev Vet* 15: 21–25.
- Patiño EM, Faisal EL, Mendez FI, Cedres JF. 2005. Queso de campo artesanal con leche de búfala. *Rev Tecnología Láctea Latinoamericana* 35: 51–53.
- Patiño EM, Faisal EL, Cedres JF, Mendez FI, Guanziroli Stefani MC. 2005. Contenido mineral de leche de búfalas (*Bubalus bubalis*) em Corrientes, Argentina. *Rev Vet* 16: 40–42.
- Perkin-Elmer. 1976. *Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrophotometry*, Perkin-Elmer, Norwalk, 586 p.
- Praphulla HB, Anantkrishnan CP. 1959. Composition of milk. Part I. Influence of breed, season, and time of milking on copper, iron, sodium, potassium, chlorine and lactose contents of milk. *Indian J Dairy Sci* 11: 48–58.
- Rodríguez Rodríguez EM, Sanz Alaejos M, Díaz Romero C. 2001. Mineral concentration in cow's milk from the Canary Island. *J Food Comp & An* 14: 419–430.
- Romero, F. 2006. Situación del búfalo en Argentina. *Memorias III Simposio de Búfalos de las Americas*, Medellín, p. 31–34.
- Sindhu JS, Roy NK. 1976. Partitioning of buffalo milk minerals. 2. Study through ultracentrifugation. *Milchwissenschaft* 31: 479–482.
- Singh M, Ludri RS, Sageantha N. 1994. Minerals in milk and plasma of buffaloes treated with a slow release somatotropin. *Indian J Dairy Sci* 47: 708711.

26. **Verruma MR, Salgado JM.** 1994. Analise química do leite de búfala en comparacao ao leite de vaca. *Sci Agric Piracicaba* 51: 131–137.
27. **Yadav PS, Mandal AB, Dahiya DV.** 2002. Feeding pattern and mineral state of buffaloes in Panipat State of Haryana. *Anim Nutr Feed Technol* 2: 127–139.