

CAMBIOS EN LAS CONCENTRACIONES DE HIERRO Y CINC EN LECHE DE BÚFALA MURRAH DURANTE LOS PRIMEROS 105 DÍAS DE LA LACTANCIA

**BELDOMENICO, H. R.¹, CAMPAGNOLI, D. U.¹,
LISOWYJ, P. C.¹, TSCHOPP, J.² & ALTHAUS, R. L.²**

RESUMEN

Los oligoelementos, preferentemente hierro, cinc, cobre y manganeso, presentan una gran importancia desde el punto de vista metabólico, además de cumplir funciones esenciales en el organismo, ya que actúan como cofactores de numerosos sistemas biológicos enzimáticos.

Considerando el rol que desempeñan estos microminerales en la nutrición humana y tendiendo a lograr la utilización íntegra de la leche de búfala, se planteó como objetivo determinar las concentraciones de hierro y cinc en leche de búfala de raza Murrah en diferentes momentos del período de lactancia, a fin de evaluar la calidad en estos oligoelementos.

Los niveles de hierro y cinc se determinaron por espectroscopía de absorción atómica en las cenizas secas de 72 muestras de leche de búfalas de raza Murrah procedentes de la provincia de Santa Fe, Argentina. Las concentraciones medias de hierro y cinc fueron $0,37 \pm 0,01$ mg/l y $5,07 \pm 0,71$ mg/l, respectivamente. Se observaron disminuciones significativas ($p < 0,05$) en los niveles de hierro (45 días del período de lactancia) y cinc (60 días del período de lactancia).

Los valores de cinc durante los diferentes momentos de la lactancia resultan suficientes para cubrir los requerimientos nutricionales de los lactantes, mientras que el hierro, por estar presente en baja concentración necesita de una suplementación adicional.

Palabras clave: hierro, cinc, leche, búfala, estado de lactancia.

1.- Laboratorio Central. Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral. Santiago del Estero 2829. (3000) Santa Fe.

2.- Departamento de Ciencias Básicas. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional del Litoral. Kreder 2805. (3080) Esperanza, provincia de Santa Fe.

Manuscrito recibido el 12 de noviembre de 2001 y aceptado para su publicación el 2 de diciembre de 2002.

SUMMARY

Nutritional levels of iron and zinc in Murrah buffalo milk: effect of the lactation periode.

Mineral nutrients (prevalently iron, zinc, copper, manganese) have a relevant behavior in metabolism and other body essential functions, as they actuates as enzyme cofactors in numerous biologic enzymatic systems.

Considering the important role of those trace elements in human nutrition and searching for a integral profitable utilization of buffalo milk, the objective of our work was to determine iron and zinc concentrations in Murrah buffalo milk, in different stages of the lactation period, in order to conclude, about it mineral nutrient quality.

Dry ash of samples and atomic absorption spectrophotometry determination for iron and zinc were made in 72 whole milk samples from buffaloes breded in Santa Fe Province, Argentina. Mean iron and zinc concentrations found were $0,37 \pm 0,01$ mg/l and $5,07 \pm 0,71$ mg/l, respectively. Significant decreasing ($p < 0.05$) in iron levels (45 days lactation period) and in zinc levels (60 days lactation period) were observed.

Milk during the different stages of the lactation present in all cases zinc concentrations that satisfies the nutritional requirements of the children, meanwhile iron, that is present in low concentrations, do not fully cover the necessary iron intake, leading to the need of additional supplementation to satisfy nutritional requirements.

Key words: iron, zinc, buffalo, milk, lactation period.

INTRODUCCIÓN

La producción oficial cuantificada de leche de búfala ocupa el segundo lugar en el marco pecuario mundial, representando el 10.22 % de la producción láctea, la cual alcanzó a los 56 millones de toneladas anuales (FAO, 2000).

En Argentina, los búfalos fueron introducidos a principios de siglo desde Brasil. Actualmente, se producen las razas Mediterránea, Murrah y Jafaradabi que se utilizan con un doble propósito, es decir, como productoras de carne y leche (Zava, 1995).

Se estima que la población bufalina en Argentina está próxima a las 15.000 cabezas, las que se encuentran distribuidas preferentemente en el subtropical húmedo del noreste, comprendiendo a las provincias de Corrientes, Chaco, Misiones, Formosa y norte de Santa Fe (Patiño *et al.*, 1998). No obstante, debido a la fácil adaptabilidad

de este ganado a zonas bajas e inundables, los sectores aptos para dicha explotación alcanzan en Argentina unos seis millones de hectáreas (Zava, 1995).

Desde el punto de vista de la composición química de la leche de búfala, es necesario destacar que al igual que la de oveja y cabra, ofrece interesantes ventajas para la elaboración de quesos (Abd-Rabo *et al.*, 1991; Latha *et al.*, 1992; Kanawjia and Singh, 1993; Rajesh *et al.*, 1993; Patel *et al.*, 1994; Mostafa *et al.*, 1996), ya que presenta una mayor concentración de sólidos totales, materia grasa y proteínas que la leche de vaca, obteniéndose, como consecuencia de ello, mayores rendimientos queseros.

No solamente se debe considerar la importancia de la leche de búfala para la fabricación de quesos, ya que otras alternativas han sido planteadas, como por ejemplo, la preparación de ricota (Abdel *et al.*, 1997), el

aprovechamiento íntegro de la leche para la elaboración de yogurt (Cardoso-Castaneda *et al.*, 1991) o su adaptación para la formulación de leche para infantes (Singh & Mathur, 1990).

La leche de búfala, constituye una fuente de aporte de oligoelementos y vitaminas, además del valor energético que presenta. Muchos de estos componentes se pierden en el proceso de elaboración y maduración de los quesos, por ello, la utilización entera de esta leche representa una alternativa que merece ser estudiada.

Con el propósito de lograr un aprovechamiento íntegro de la leche de búfala, el objetivo del presente trabajo fue determinar los niveles de hierro y cinc a lo largo del período de lactancia y evaluar de este modo su aporte nutricional.

MATERIALES Y MÉTODOS

CONDICIONES EXPERIMENTALES

Se trabajó con doce búfalas de la raza Murrah, clínicamente sanas, que habían tenido su parto treinta días antes del inicio del primer muestreo. Los animales que se hallaban en su tercera o cuarta lactancia eran ordeñados una sola vez al día. Se realizaron seis controles vespertinos los días 30, 45, 60, 75, 90 y 105 días posparto. En cada ordeño se procedió a limpiar las mamas de cada animal, desinfectándolas con productos comerciales, seguidamente se desecharon cinco chorros de leche y se extrajeron los primeros 200 ml de leche por ordeño manual para su análisis.

Las búfala provenían del Departamento San Cristóbal (Provincia de Santa Fe—República Argentina), ubicada a los 31° 28' de la-

titud sur, y 60° 55' de longitud oeste, siendo el clima de la región semihúmedo-húmedo, según la clasificación de Thourmthwaite, con precipitaciones anuales que oscilan entre los 652 y 1272 mm anuales, se registran temperaturas medias comprendidas entre los 17°C y 19°C, siendo los valores extremos de 6°C en invierno y 40°C en verano. Las búfalas fueron alimentadas con pasturas naturales de la región durante toda la fase experimental.

PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE MUESTRAS

Las muestras de leche, procedentes del único ordeño de la tarde, fueron recogidas en recipientes plásticos de un solo uso y sin la adición de conservante, a fin de evitar cualquier tipo de contaminación. Dichas muestras fueron conservadas a temperatura de refrigeración (4°C) en forma inmediata a su extracción, hasta la realización de los correspondientes análisis (12 h).

Alicuotas de muestra de 40 a 60 ml fueron procesadas por duplicado. Se secaron en estufa y se mineralizaron por vía seca mediante incineración en mufla con calentamiento gradual programado hasta alcanzar 500 °C en un período de dos horas, manteniendo esta temperatura durante 10 h. En el caso de no obtenerse cenizas blancas, se aplicó un calentamiento adicional de 4 h a la misma temperatura previo humedecimiento de las muestras con algunas gotas de ácido nítrico (Merck, Alemania) concentrado. Las cenizas se disolvieron en 10 a 20 ml de ácido clorhídrico calidad análisis de trazas (Merck, Alemania) 1:1 (AOAC, 1996).

La determinación final se efectuó por espectrofotometría de absorción atómica (F AAS) mediante un equipo Perkin Elmer modelo 3110 y lámparas de cátodo hueco PE HCL de hierro y de cinc, siendo las longitudes de onda de trabajo 248,3 nm y 213,9

nm, respectivamente.

La función de validación del método se obtuvo mediante estudio de tres réplicas de muestras enriquecidas en tres niveles de concentración, siendo los rangos de trabajo para las mediciones espectrométricas 0,05-10 mg/l para hierro y 0,01-2 ppm mg/l para cinc. Las calibraciones y los enriquecimientos de las matrices lácteas se efectuaron utilizando soluciones patrón de 1 mg/ml Titrisol (Merck, Alemania). Las mediciones de cinc se efectuaron sobre muestra diluidas con agua desmineralizada y destilada para entrar en el ámbito de trabajo de la metodología. Se observaron medidas de control para asegurar la calidad de la información analítica, consistentes en ensayos intralaboratorio, test de comparación interlaboratorio, ensayos de recuperación.

TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

Con el propósito de evaluar el efecto del estado de lactancia sobre los concentraciones de hierro y cinc en la leche de búfala, se utilizó el análisis de la varianza (ANOVA) con medias repetidas (Littell *et al.*, 1997; Ximénez & San Martín, 2000) mediante el procedimiento General Lineal Model contenido en el paquete estadístico STATGRAPHICS® Plus 5.0 (Statgraphics, 1999). El modelo estadístico empleado fue:

$$Y_{ijk} = \mu + EL_i + B_j + \varepsilon_{ijk}$$

Donde: Y_{ijk} : variable dependiente, m : media general, EL_i : efecto del estado de lactación ($i=6$), B_j : efecto individual del animal ($j=12$), ε_{ijk} = error residual del modelo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestran los principales parámetros estadísticos calculados para las concentraciones de hierro y cinc en leche de búfala de raza Murrah.

La concentración media de hierro en leche de búfala de raza Murrah (0,37 mg/l) resultó inferior a los rangos 1,636-3,455 mg/l (Mathur & Roy, 1977), 0,64-1,94 mg/l (El-Shabrawy & Hagrass, 1980) y 1,80-3,18 mg/L (Singh *et al.*, 1980) determinados en leche de búfala, mientras que la concentración de cinc (5,07 mg/l) obtenida en este trabajo fue similar a los rangos 5,07-8,37 mg/l (Mathur & Roy, 1977), 2,80-9,60 mg/l (El-Shabrawy & Hagrass, 1980), 5,34-6,34 mg/l (Singh *et al.*, 1980), 1,95-6,80 mg/l (Mathur & Roy, 1981), aunque Dilanyan & Aslanyan (1983) establecieron un valor de cinc en leche de búfala (2,39 mg/l) mas bajo al calculado en este trabajo.

El mayor coeficiente de variación que presenta el cinc con respecto al hierro (Cuadro 1), pone de manifiesto la mayor variabilidad

Cuadro 1. Concentraciones de hierro y cinc (mg/l) en leche de búfala de raza Murrah

Micromineral	Media*	D.S.	C.V. (%)	Rango
Hierro	0,37	0,01	2,70	0,11-0,74
Cinc	5,07	0,71	14,00	3,13-8,12

* Determinaciones por duplicado de 72 muestras de leche de búfala
D. S.: desviación estándar, C. V.: coeficiente de variación

de este micromineral a lo largo del período en estudio.

La evolución de las concentraciones promedio de hierro y cinc en leche de doce búfala Murrah durante los primeros 105 días del período de lactancia se muestran en las Fig. 1 y Fig. 2, respectivamente.

En la Fig. 1 se puede apreciar una disminución en la concentración de hierro hacia los 45 días del período de lactancia que resultó significativa a un nivel $p < 0.05$, mientras que el cinc disminuyó en forma significativa ($p < 0.05$) hacia los 60 días del

período en estudio (Fig. 2). Estas disminuciones observadas entre los 45 y 60 días de la lactancia están próximas al pico de máxima producción láctea (Khan, 2000), motivo por el cual podrían atribuirse a un posible efecto dilución de los microminerales en ese período. Resulta necesario destacar que Agababyan (1973) observa una disminución en la concentración de hierro hacia finales de la lactancia.

Los bajos niveles de hierro presentes en la leche de búfala en los diferentes momentos del período de lactancia (Fig. 2) resultan

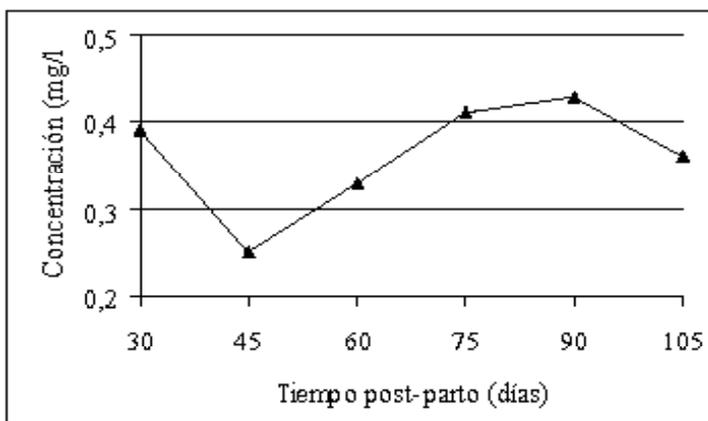


Fig. 1. Cambios en la concentración de hierro (mg/l) en leche de búfala Murrah durante los primeros 105 días de la lactancia.

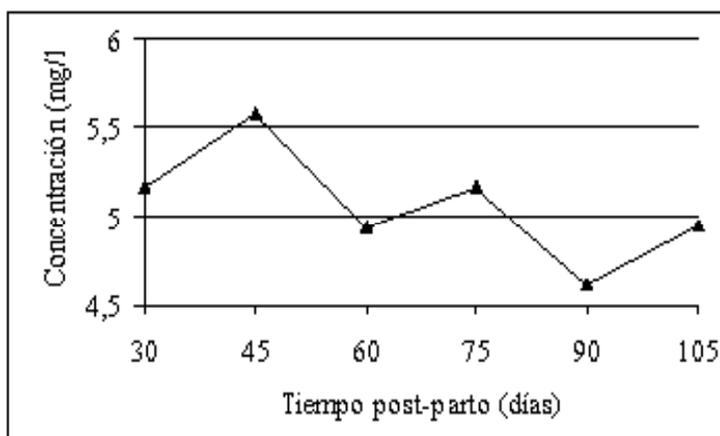


Fig. 2. Cambios en la concentración de cinc (mg/l) en leche de búfala Murrah durante los primeros 105 días de la lactancia.

insuficientes para cubrir los requerimientos nutricionales de la alimentación humana. “Food and Nutrition Board” (1980) recomienda la ingesta de 10-15 mg Fe/día (lactantes y niños), 18 mg Fe/día (varones y mujeres) y 10 mg Fe/día (ancianos), mientras que la “Junta de Alimentación y Nutrición de la Dirección de Investigación Nacional en E.U.A.” establece rangos de 10-12 mg Fe/día para varones y 10-15 mg Fe/día para mujeres. Por ello, esta leche constituye una fuente pobre de aporte de hierro, siendo necesario enriquecerla mediante la adición de sales de hierro como por ejemplo sulfato ferroso (Randhawa & Kawatra, 1994, Duatis, 1997).

Batilde-Lima *et al.* (1995) añaden 10 mg Fe/l a la leche y 7 mg Fe/l al yogurt en la forma de $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ y sugieren que la ingestión diaria de un litro de leche enriquecida de esta forma provee el 70 % de las necesidades recomendadas para infantes, niños y la población en general.

A fin de evitar cambios en el flavor de la leche producidos por la adición de sulfato ferroso, Saini *et al.* (1994) procedieron a incorporar ácido ascórbico (0 a 150 mg/l) a leche de búfala enriquecida con 20 mg Fe/l y 30 mg Fe/l. Dichos autores no observaron diferencias significativas en el flavor, motivo por el cual recomiendan la adición de ácido ascórbico a leche enriquecida con hierro.

Con respecto al cinc, es necesario destacar que sus necesidades dietéticas están relacionadas con las cantidades requeridas para el crecimiento, la reparación de los tejidos y la excreción obligatoria. Los ancianos, mujeres embarazadas, niños y adolescentes pueden sufrir deficiencias leves de cinc debido a su reducida ingesta en las comidas que aportan cinc, tales como la carne y los mariscos (Harland, 1989). “Food and Nutrition Board” (1980) establece requerimientos de 3-5 mg Zn/día (lactantes), 10 mg Zn/día (niños) y

15 mg Zn/día (varones y mujeres), mientras que la “Junta de Alimentación y Nutrición de la Dirección de Investigación Nacional en E.U.A. (1990)” indica valores de 15 mg Zn/día (varones) y 12 mg Zn/día (mujeres). Por ello, puede considerarse que la leche de búfala a lo largo del período estudiado (Fig. 1) puede suplir los requerimientos nutricionales de los lactantes.

CONCLUSIONES

Los niveles de hierro y cinc de la leche de búfala de raza Murrah mostraron disminuciones significativas a los 45 y 60 días del período de lactancia, respectivamente. Las concentraciones de cinc presentes en la leche de búfala en los diferentes momentos de la lactancia resultan adecuadas para cubrir los requerimientos nutricionales de los lactantes, mientras que los bajos niveles de hierro ponen de manifiesto la necesidad de llevar a cabo un enriquecimiento mediante la incorporación de este micromineral.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue desarrollado dentro del marco del proyecto CAI+D 96 N° 0094-0716-013-082, de la Universidad Nacional del Litoral (Argentina).

BIBLIOGRAFÍA

- ABDEL, R. S.; A. S. SALEM & A. M. ISMAIL.** 1997. Studies on the manufacture of buffalo ricotta cheese. *Ann. Agr. Sci. Cairo.* 42 (1): 305-311.
- ABD-RABO, F. H.; S. H. TAHAH & M. N.**

- ASAN.** 1991. Ras cheese manufacture from buffalo milk using different renneting systems. *Egyptian J. Food Sci.* 19 (1/2): 169-178.
- AGABABYAN, A. A.** 1973. Trace elements in the milk of various species of animals. *Tr. Stavrop. Skh. Inst.* 3 (36): 3-6.
- AOAC,** 1996. Official Method 969.32 Zinc in food Atomic Absorption Spectrophotometric Method. *Official Methods of Analysis of AOAC International*, 16th Ed. I, 9:31.
- BATILDE-LIMA, L.; S. BANGUELA-PEREZ; M. J. ORTEGA-BOLANOS; R. TORRI-CELLA & J. CAMEJO-CORRALES.** 1995. Leche fluida y yogur natural enriquecidos con hierro. *Alimentaria, Cuba.* 32 (260): 63-66.
- CARDOSO CASTANEDA, F; C. ÑIGUEZ-ROJAS; R. HOMBRE MORGADO; F. CASTANEDA; C. ROJAS & R. MORGADO.** 1991. Effect of heat treatment on firmness of yoghurt made from buffalo milk. *Rev. Cubana de Alimentación y Nutrición.* 5 (2): 114-117.
- DILANYAN, Z. Kh. & E. S. ASLANYAN.** 1983. Change in the level of trace elements in the milk of buffalo cows during lactation, en *Fiziol. Obmena Veshchestv Laktatsii Prod. Buivolits*, 81-87. Editor: Karaev, A. I. Publisher: Izd. Akad. Nauk Azerb. SSR, Baku, USSR.
- DUATIS, M. J.** 1997. Fórmulas para lactantes- Estimaciones mediante ensayos “*in vitro*” de las interacciones entre calcio, cinc, cobre e hierro. Tesis Doctoral. Universidad de Valencia, Valencia, España. 236 pp.
- EL-SHABRAWY, S. A. & A. E. A. HAGRASS.** 1980. Some trace elements of buffaloes' milk as determined by atomic absorption. *Egypt. J. Dairy Sci.* 8 (2): 103-107
- FAO.** 2000. Anuario de producción, vol. 47: 1998. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.
- FOOD and NUTRITION BOARD.** 1980. Recommended Dietary Allowances, 9th Food and Nutrition Board, National Research Council National Academy of Sciences.
- HARLAND, B. F.** 1989. Dietary Fibre and Mineral Bioavailability. *Nutr. Res. Rev.* 2: 133-147.
- JUNTA DE ALIMENTACION Y NUTRICION.** 1990. Dirección de Investigación Nacional en E.U.A. citado por Murria, R., Granner, D., Mayes, P. Nad V. Rodwell. 1992. *Bioquímica de Harper.* Ed. El Manual Moderno S. A. de C. C. duodécima edición, México. 586-587.
- KANAWJYA, S. K. & S. SINGH.** 1993. Effect of heat treatment of milk on quality of buffalo milk Cheddar cheese. *Buffalo J.* 9 (3): 203-211.
- KHAN, M. S.** 2000. Lactation length adjustment in Nili-Ravi buffaloes- A new procedure. *Buffalo Newsletter.* 14: 4-5.
- LATHA, S.; S. K. KANAWJYA; S. SINGH & L. SABIKHI.** 1992. Research developments in Mozzarella cheese technology: A review. *Indian J. Dairy Sci.* 45 (10): 497-510.
- LITTELL, R. C.; P. R. HENRY & C. B. AMMERMAN.** 1997. Statistical analysis of repeated measures data using SAS procedures. *J. Anim. Sci.* 76: 1216-1231.
- MATHUR, O. N. & N. K. ROY.** 1977. Studies on trace minerals in buffalo milk. I. Iron, copper and zinc by atomic absorption spectrophotometry. *Indian J. Dairy Sci.* 30 (3): 250-252.
- MATHUR, O. N. & N. K. ROY.** 1981. Studies on trace minerals in buffalo milk. III. Zinc. *Indian J. Dairy Sci.* 34 (4): 379-384.
- MOSTAFA, M. B.; N. M. SHAHEIN; Y. ABDEL-KADER & A. S. EL ZOGHBY.** 1996. Properties of Mozzarella cheese as affected by milk type. II. Proteolysis, physical properties and organoleptic quality of cheese. *Egyptian J. Dairy Sci.* 24 (2): 289-296.
- PATEL, H. G.; K. G. UPADHYAY & A. J.**

- PANDYA.** 1994. Buffalo milk Cheddar cheese: A review. *Indian J. Dairy Sci.* 47 (1): 1-13.
- PATIÑO, E. M.; R. A. JACOBO; G. A. CRUDELLE; P. MALDONADO VARGAS & S. A. FLORES BARBARAN.** 1998. The water Búfalo (*Bubalus bubalis*) in Argentina. *Buffalo Newsletter.* 10: 2-4.
- RAJESH, P.; S. K. KANAWJIA & S. SINGH.** 1993. Technological studies on the manufacture of Gouda cheese from buffalo milk. *Japanese J. Dairy Food Sci.* 42 (2): A51-58.
- RANDHAWA, R. K. & B. L. KAWATRA.** 1994. Biological evaluation of iron availability from pre-adolescent diets by using anaemic rats. *Plant Foods for Human Nutrition.* India. 45 (4): 315-320.
- SAINI, S. P.; S. C. JAIN & G. S. BAINS.** 1994. Sensory characteristics of milk enriched with ascorbic acid. *Indian J. Nutrition and Dietetics.* 31 (5): 157-160.
- SINGH, M. N. & B. M. MATHUR.** 1990. Mineral modification of buffalo milk for infant formula manufacture employing electro-dialysis. *Indian J. Dairy Sci.,* 43: 1-5.
- SINGH, P.; P. C. GUPTA & D. P. SHARDA.** 1980. Zinc, copper and iron contents in buffalo milk of Haryana region. *Indian J. Dairy Sci.* 33 (3): 394-396.
- STATGRAPHICS.** 1999. STATGRAPHICS® Plus 5.0, en www.statgraphics.com. Statistical Graphics Corps.
- XIMENEZ, C. & R. SAN MARTIN.** 2000. Análisis de la varianza con medidas repetidas. Ed. La Muralla S. A., Salamanca, España. 139 pp.
- ZAVA, M.** 1995. Ideal para producir en zonas agrestes. *Revista Super Campo.* 7: 84-89.