

## Contenido de nutrientes minerales en leches de vaca y derivados de Argentina

*Sara Josefina Closa, María C. de Landeta, Daniel Andérica, Andrés Pighín, Juan A. Cufre*

Departamento de Tecnología. Universidad Nacional de Luján. Argentina.

**RESUMEN.** La leche de vaca y los derivados lácteos aportan elementos inorgánicos esenciales para el organismo humano y son la fuente más importante de calcio biodisponible de la dieta. Con el objetivo de obtener datos sobre la composición de nutrientes minerales de los lácteos que se producen y comercializan en Argentina, se analizó el contenido de Ca, P, Mg, Na, K, Fe, Zn y Cu de leches fluidas, leches en polvo y yogures, tanto enteros como reducidos en grasa. El P se determinó por un método colorimétrico y los restantes elementos por espectrometría de absorción atómica. En la leche cruda el contenido de elementos inorgánicos presenta cierto grado de variabilidad al que se le suman los cambios que introducen los diferentes tratamientos a que es sometida para adecuarla tanto a las normas reglamentarias de comercialización como para producir los derivados lácteos. En todos los casos, el descremado aumenta la concentración de nutrientes minerales, destacándose especialmente el incremento de la densidad de Ca en la leche en polvo descremada. El agregado de sólidos en los yogures, como leche en polvo o concentrados de leche, incrementa el contenido de minerales y tanto más si se utilizan ultrafiltrados de leche. Los ultrafiltrados aumentan la relación Ca/P lo que probablemente mejore la biodisponibilidad del Ca. Los resultados obtenidos en este estudio aportan datos hasta ahora no disponibles en la tabla de composición de alimentos nacional, que resultan necesarios para diagnosticar o evaluar la adecuación de las dietas de nuestra población.

**Palabras clave:** Leche de vaca, productos lácteos, contenido de minerales.

**SUMMARY.** Mineral nutrient content in cow milk and dairy products in Argentina. Cow milk and dairy products supply essential inorganic elements for humans, and constitute the most important source of bioavailable calcium in our diet. In order to obtain data about mineral nutrient composition of dairy products that are produced and sold in Argentina, the contents of Ca, P, Mg, Na, K, Fe, Zn and Cu in whole and low fat fluid milk, dried milk and yogurt were analyzed. P was assessed by a colorimetric method, and the other elements by atomic absorption spectroscopy. In raw milk, the mineral content shows a certain degree of variability, in addition to the variability introduced by the different processing conditions, in order to meet the requirements prescribed by trade regulations and to produce dairy products. In all cases, skimming increases the concentration of mineral nutrients, which is especially remarkable in Ca contained in skimmed milk powder. In yogurt, added milk solids like dried milk or evaporated milk appreciably increase the mineral content, even more so if ultrafiltrates are used. These ultrafiltrates increase the Ca/P ratio, which probably improves Ca bioavailability. The results obtained in these analyses provide data that are not yet available from the National Table of Food Composition, and which prove necessary and fundamental for nutritional and dietary evaluation.

**Key words:** Cow milk, dairy products, mineral contents.

### INTRODUCCION

La leche aporta elementos minerales esenciales para el organismo humano y es la fuente más importante de calcio biodisponible de la dieta.

La leche de vaca contiene en promedio, alrededor de 7 gramos de minerales por litro. La distribución y concentración de estos elementos en la mezcla de fases en equilibrio que la constituyen, difiere de acuerdo al elemento de que se trate. En la fase acuosa continua se encuentran disueltas,

conjuntamente con lactosa y compuestos nitrogenados solubles, sales minerales u orgánicas como citratos, fosfatos y cloruros de Ca, K, Mg, Na y trazas de Fe. En la fase coloidal están en suspensión micelas de caseína insoluble que contienen aproximadamente un 20% del Ca y P unidos a su estructura y sales compuestas de fosfato de Ca coloidal, citratos y Mg en proporciones fijas, que contribuyen a estabilizar las micelas. Los glóbulos de grasa emulsionados contienen un 1% de fosfolípidos y en sus membranas se fijan Fe, Cu, Zn y Mn. Más de la mitad del Fe y alrededor del 80% del Zn y Cu se fijan a micelas de caseína y entre el 15 al 30% del Fe, Zn y Cu se unen a las proteínas solubles. Las  $\alpha$ -lactoalbúminas contienen un átomo de Ca por molécula. (1-3).

---

Subsidiado por el Departamento de Tecnología (Disp. CDDT 73/96) de la Universidad Nacional de Luján.

La alimentación del animal y los cambios estacionales no influyen de manera significativa en la concentración de minerales de la leche, por lo tanto el contenido mineral no varía demasiado a lo largo del año. El contenido de Ca, P y Mg no depende de la ingesta porque el animal puede recurrir a sus reservas óseas; tampoco se modifican las concentraciones de Na, K y Cl aún cuando aumente la ingesta, debido a que junto con la lactosa deben mantener el equilibrio entre la presión osmótica sanguínea y de la leche en la mama. Con respecto a los oligoelementos, tanto el Fe, Zn y Cu no son significativamente dependientes de la dieta pero si la ración es carente disminuye el contenido de esos nutrientes en la leche. En cambio, si la alimentación aporta mayor cantidad de elementos como Co, B, Mo, F, Se, I, o Br su concentración en la leche se incrementa. Durante el último período de lactancia aumenta el contenido de algunos minerales, tales como Ca, P, Na y Cl (1, 2).

En Argentina, la mayoría de las leches y productos lácteos derivados es sometido a alguna forma de procesamiento. La leche es pasteurizada, homogeneizada, esterilizada, desecada y también puede ser microfiltrada, ultrafiltrada, fortificada. En los últimos 15 años, la producción y el consumo de productos reducidos en grasa se ha incrementado en forma notablemente significativa debido a los cambios en el interés de los consumidores, ya sea por preferencias o por problemas de salud (4). La tendencia creciente en el consumo de leches y lácteos procesados reducidos en grasa, particularmente de yogures y quesos, probablemente contribuya a incrementar la densidad de minerales de la dieta.

Los procesos que utiliza la industria para producir esta amplia y creciente variedad de derivados lácteos, introducen cambios en el contenido de nutrientes minerales. Con el objetivo obtener datos actualizados sobre el contenido de estos nutrientes en los lácteos que se ofrecen en el mercado nacional, información indispensable para evaluar o diagnosticar la adecuación de las dietas, se determinó el contenido de Na, K, Ca, P, Mg, Zn, Fe y Cu en leches fluidas de vaca enteras y parcialmente descremadas, leches en polvo enteras y descremadas y yogures enteros, descremados y fortificados con Ca.

## PROCEDIMIENTOS EXPERIMENTALES

### Materiales

#### Recolección de las muestras

El criterio utilizado para la toma de muestras a analizar tuvo en cuenta las marcas con mayores volúmenes de producción y con sistemas de distribución en la mayor parte del país, a su vez fueron ponderadas de acuerdo a los volúmenes de venta en la Ciudad de Buenos Aires y en el Gran Buenos Aires (5), que agrupa a más del 40% de la

población del país. Las muestras fueron adquiridas en supermercados de la zona de influencia de la universidad.

Se muestrearon entre 6 y 12 unidades para cada tipo de producto, tomadas de distintas partidas de elaboración. En el caso de yogur fortificado con Ca sólo se analizaron 3 muestras de la misma marca.

Los lácteos que se comercializan en el país deben cumplir con la reglamentación establecida en el Código Alimentario Argentino (CAA) (6). Las especificaciones de los productos analizados están señaladas entre paréntesis:

- leches fluidas pasteurizadas y UHT enteras (Materia grasa: 3,0 g/100 cm<sup>3</sup>) y parcialmente descremadas (Materia grasa entre: 1,5 y 2,0 g/100 cm<sup>3</sup>) adicionadas con vitaminas A y D, envasadas en sachets de polietileno de alta densidad.
- leches fluidas esterilizadas (Materia grasa: 3,0 g/100 cm<sup>3</sup>) y parcialmente descremadas (Materia grasa entre: 1,5 y 2,0 g/100 cm<sup>3</sup>) adicionadas con vitaminas A y D en envases tipo tetrabrik.
- leches en polvo enteras (Humedad máx: 3,50% p/p; Materia grasa mín: 26,0% p/p) y descremadas (Humedad máx: 4,0% p/p; Materia grasa máx: 2,0% p/p) adicionadas con vitaminas A y D, envasadas en bolsas de material laminado constituido por una hoja de aluminio recubierta en ambas caras por polietileno, cerradas herméticamente y embaladas en cajas de cartón y/o en latas de aluminio con cierre hermético.
- yogures enteros (Materia grasa entre: 3,0 y 5,9% p/p) al natural y saborizados; yogures descremados (Materia grasa máx: 0,3% p/p) adicionados con vitamina A y D, al natural y saborizados, envasados en potes de plástico con cubierta de aluminio.

#### Preparación de las muestras

Las leches fluidas fueron homogeneizadas con movimientos suaves para evitar la formación de espuma, las leches en polvo por volteo y los yogures por batido.

Para la determinación de Na, K, Ca, P y Mg se pesaron exactamente en balanza analítica alrededor de 0,2 gramos de leche fluida y de yogur, y 0,1 gramo de leche en polvo. Las porciones analíticas fueron mineralizadas por vía húmeda con el agregado de 2 ml de HNO<sub>3</sub> concentrado (Merck suprapuro) en horno de microondas utilizando bombas Parr (7). El tiempo y la potencia de operación se determinó experimentalmente para cada tipo de producto. Una vez fríos los productos de la digestión se transfirieron a matraces de 25 ml y se llevó a volumen con agua ultrapura (18 MΩ).

Para la determinación de los micronutrientes Fe, Zn y Cu, se pesaron exactamente en balanza analítica alrededor de 10 gramos de leche fluida, 3 gramos de leche en polvo y 20 gramos de yogur. Previo desecado de las muestras de leche fluida y yogur en baño maría, las porciones analíticas se

calcinaron en mufla a 500°C (8) hasta cenizas blancas que luego fueron solubilizadas con HNO<sub>3</sub> y trasvasadas a matraces aforados de 10.0 ml llevando a volumen con agua ultrapura (18 MΩ).

El material de vidrio, las cápsulas de porcelana y las bombas de Parr utilizadas en los ensayos, fueron lavadas previamente con HNO<sub>3</sub>.

### Métodos

Las determinaciones se hicieron en un espectrofotómetro de absorción atómica (457 AA/AE Instrumentation Laboratory). Se operó en condiciones estándar, usando el modo de emisión para determinar Na y K, previo agregado de CsCl a las muestras y estándares, y el modo de absorción atómica para Ca, Mg, Fe y Zn. Para la determinación de Ca se adicionó La(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> (1.5% p/v) a las muestras y a los estándares. El P se determinó por el método colorimétrico de Gomori (9).

En todos los casos se utilizaron reactivos Merck de calidad p.a. y estándares para Absorción Atómica (Titrisol, Merck)

con los que se efectuaron las calibraciones.

Cada porción analítica se procesó por triplicado y los valores fueron promediados. Cuando las réplicas se desviaron en más de un 5% con respecto al valor promedio, se repitió el ensayo.

Todas las determinaciones fueron validadas y controladas periódicamente con material de referencia certificado (NIST 1846).

### RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 se presentan los resultados promedio y los valores extremos correspondientes a los macro elementos minerales, y en la Tabla 2, los de los micro nutrientes minerales. En ambos casos los valores están expresados en base húmeda y por 100 gramos de producto. En las últimas columnas de la Tabla 2 se incluyen los datos del contenido de agua y de lípidos y el número de muestras analizadas de los respectivos lácteos.

TABLA 1  
Contenido de macronutrientes minerales en productos lácteos

Producto	mg por 100 g									
	Na	Rango	K	Rango	Ca	Rango	P	Rango	Mg	Rango
Leche fluida entera	57	52 - 62	139	131 - 146	123	114 - 149	95	90 - 105	10	8-12
Leche fluida parc. descremada	55	53 - 58	138	126 - 150	120	108 - 134	109	103 - 116	10	9 -12
Leche en polvo entera	404	339 - 451	1224	1108 - 1299	821	741 - 968	761	751 - 767	93	89 - 95
Leche en polvo descremada	563	512 - 620	1640	1543 - 1740	1303	1091-1445	1027	998 - 1063	120	107 - 130
Yogur entero	59	54 - 65	172	139 - 204	125	112 - 144	114	104 - 120	13	11 - 15
Yogur descremado	75	62 - 89	177	148 - 240	110	92 - 141	125	116 - 132	12	10 - 15
Yogur descr. fortificado con Ca	121	80 - 148	200	124 - 265	247	209 - 284	188	173 - 202	13	10 - 17

TABLA 2  
Contenido de micronutrientes minerales en productos lácteos

Producto	µg por 100 g						Agua %	Lípidos %	N*
	Zn	Rango	Fe	Rango	Cu	Rango			
Leche fluida entera	328	280 - 380	74	40 - 150	12	8 - 17	88.7	2.9	12
Leche fluida parc. descremada	330	300 - 360	80	63 - 110	11	9 - 12	90.1	1.4	10
Leche en polvo entera	3323	2910 - 3740	539	420 - 620	54	49 - 64	2.8	24.8	6
Leche en polvo descremada	272	4120 - 4430	531	430 - 600	83	76 - 90	3.2	1.0	6
Yogur entero	441	359 - 480	97	67 - 135	11	8 - 17	79.0	2.4	8
Yogur descremado	372	299 - 588	93	72 - 120	14	9 - 17	89.6	0.1	10
Yogur descr. fortificado con Ca	510	436 - 588	100	-	20	13 - 25	85.1	0.1	3

\* : número de muestras

Los datos de las leches fluidas enteras y descremadas incluyen los valores de las muestras que recibieron diferentes procesos de conservación y formas de presentación, por no haberse encontrado diferencias apreciables entre ellas. El mismo criterio se aplicó con los yogures.

En nuestro país las empresas lácteas someten a la leche fluida a diferentes tratamientos para ajustarla a las especificaciones del Código Alimentario Argentino CAA, que establece contenidos mínimos de 2.9% para proteína y 3% para lípidos en leche entera y de 1.5% de grasa para leches parcialmente descremadas además de estos tratamientos aplicados para normalizar las leches de acuerdo a las disposiciones reglamentarias. Algunas empresas además, suelen microfiltrarlas para reducir la carga bacteriana (10). En la elaboración de yogures, que pueden ser naturales o saborizados, se agregan habitualmente sólidos de leche o proteínas lácteas y aditivos para otorgar sabores y consistencia al producto terminado, aditivos que en algunos casos suelen ser sales de K o Na.

Todos estos procesos a los que es sometida la leche para obtener los diferentes tipos de lácteos que se comercializan, introducen cambios en el perfil de minerales de los productos, tanto en las leches fluidas como en los lácteos derivados sean enteros o reducidos en grasa.

Los valores hallados en leche fluida entera están en el orden de magnitud y rangos informados en datos de literatura y de tablas de composición de alimentos extranjeras (1,2,11-13) con excepción del Fe que en promedio arrojó un valor más elevado de 74  $\mu\text{g}\%$  pero con un coeficiente de variación muy amplio (46%). El descremado parcial de la leche que reduce el tenor graso al 1.5%, prácticamente no ha producido modificaciones apreciables en el perfil de minerales, salvo un ligero incremento del P.

La eliminación de la grasa de la leche en polvo, que pasa de un contenido de 25% de lípidos al 1.0% en la leche en polvo descremada produce como era de esperar, un aumento de la densidad de todos los elementos minerales y de Ca en particular. El Fe en cambio, se mantuvo prácticamente en el mismo valor que en la leche en polvo entera.

En los yogures se observa un aumento en el contenido de los minerales en general con respecto al de las leches a partir de las cuales se elaboran, atribuible al agregado de sólidos de leche y de aditivos en el caso del K, mientras que el Ca se ha mantenido prácticamente en el mismo nivel de la leche fluida entera. En los yogures descremados se produjo un ligero aumento en el contenido de minerales con respecto a los yogures enteros, con excepción del Ca y el Zn, que en promedio aparecen disminuidos.

En cuanto al yogur descremado fortificado con Ca, puede observarse que además de contener una cantidad mayor de Ca, hay un incremento importante en la concentración de los restantes minerales. El perfil mineral de estos yogures

fortificados debe ser consecuencia de la técnica empleada para efectuar la suplementación, ya sea con el agregado de leche concentrada o con ultrafiltrados de leche. Este último proceso, que suele aplicarse en la industria para concentrar las proteínas lácteas, también incrementa en forma significativa la concentración de Ca, P y Mg y del primero en especial, dado que la mayor parte de estos elementos minerales están asociados a las proteínas. De allí que la relación Ca/P mejora desde el punto de vista nutricional a medida que aumenta la concentración proteica del ultrafiltrado, resultando por lo tanto una excelente tecnología para enriquecer alimentos con Ca de mayor disponibilidad (14). De acuerdo a los resultados obtenidos, la relación Ca/P de 0,88 en el yogur descremado pasó a 1,31 en el yogur fortificado.

## CONCLUSIONES

Si bien la concentración de elementos minerales en alimentos suele mostrar una amplia variabilidad, en el caso de la leche - alimento único que producen los mamíferos para cubrir específicamente las necesidades de sus crías inmaduras - se mantiene en concentraciones y rangos más definidos. Dada la particular distribución de los elementos inorgánicos en la compleja mezcla de fases de la leche entera, cuando es sometida a diferentes procesos para obtener los derivados lácteos se producen cambios en el perfil de nutrientes minerales. El descremado parcial y/o total, incrementa la concentración de estos nutrientes en general, destacándose especialmente el aumento de la densidad de Ca en la leche en polvo descremada. La fortificación de lácteos con ultrafiltrados de leche incrementa la relación Ca/P.

Los resultados obtenidos en este trabajo sobre la composición de nutrientes minerales de productos lácteos que se producen y comercializan en el país, aportan información hasta el momento no disponible que puede incorporarse en la base de datos de composición de alimentos de carácter nacional. Es de especial interés en el caso de los yogures cuyo consumo ha crecido en forma notable en los últimos años.

## REFERENCIAS

1. J Goursaud. Composición y propiedades fisico-químicas. En: Leche y Productos Lácteos. Société Scientifique D'Hygiène Alimentaire. F.M.Luquet. Ed. Acirbia, S.A. Zaragoza, España. Vol 1 1991; 2-92.
2. HE Swaisgood. Characteristics of Milks. In: Food Chemistry. Ed. O.R.Fennema. 3rd ed. Marcel Dekker Inc. New York, Basel, Hong Kong. 1996; 842-876.
3. Renner E. Effects of Agricultural Practices on Milk and Dairy Products. In: Nutritional Evaluation of Food Processing. Ed. E. Karmas & R.S. Harris. An AVI Book. Published by Van Nostrand Reinhold. New York. 1988;203-224, 1988.

4. S Britos, S Scacchia y E Abellá Gilardón. Informe del Grupo de Trabajo sobre Disponibilidad de Alimentos en Argentina., pag. 10, 1997. Sociedad Argentina de Nutrición. XII Congreso Argentino de Nutrición, Mendoza 11-15 de Mayo, 1997.
5. R Blousson. El desafío de la lechería argentina. Ed. R. Blousson. 1994.
6. Código Alimentario Argentino Ley 18284/69, Decreto 2126/71, Anexo 1 (versión actualizada). Ed. de la Canal y Asociados
7. De la Fuente MA, Juárez M. Rapid Determination of Calcium, Magnesium, Sodium and Potassium in Milk by Flame Atomic Spectrometry After Microwave Oven Digestion. *Analyst* 1995; 120:107-111.
8. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of the AOAC. 14th Ed. Washington DC, The Association. 1984.
9. Gomori G. A modification of the colorimetric phosphorus determination for use with the photoelectric colorimeter. *J Lab Clin Med.* 1942;27: 955-960.
10. PM Kelly, JJ Tuohy. The effectiveness of microfiltration for the removal of microorganisms. *Bulletin of the International Dairy Federation* 1997;Nº 320: 26-31.
11. Die Zusammensetzung der Lebensmittel, Nährwert-Tabellen im Auftrag des Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Bonn. Edited by Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie, Garching b Munchen. [Souci - Fachmann - Kraut] 5<sup>th</sup> revised and completed edition. Compiled by H. Scherz und F. Senses. 1994. Stuttgart: Medpharm. Scientific Publ.; CRC Press, 1994.
12. US Department of Agriculture. Composition of Foods. Raw, processed, prepared. *Agricultural Handbook N° 8-1.* Washington DC. 1976.
13. Composition of New Zeland Foods: 3 Dairy Products. F Visser, I. Gray, M. Williams. Ed. B. Burlingame and K. Silvester. Design Print. Auckland. 1991.
14. Novák, Á. Application of membrane filtration in the production of milk protein concentrates. *Bulletin of International Dairy Federation* 1996; N° 311. pag 26-27.

Recibido:11-08-2000

Aceptado:23-07-2003