

## Composición mineral de leche producida en Monterrey, N.L. México

Ma. Guadalupe Alanis Guzmán<sup>1</sup> y José Eduardo Castro Góngora<sup>2</sup>

Universidad Autónoma de Nuevo León

**RESUMEN.** La leche es un alimento rico en oligoelementos, aproximadamente 1g/100 ml, cuya concentración puede variar por factores genéticos, tipo de alimentación del ganado y la contaminación del área de producción. Debido a que el margen entre las concentraciones de minerales requeridas y tóxicas es a menudo tan pequeño que un leve exceso puede ser dañino para las especies más sensitivas (1), se realizó el presente trabajo en la Cd. de Monterrey, N.L. una zona industrial.

Se analizaron durante 6 meses, muestras de leche cruda de 17 productores distribuidos en 8 zonas, cuantificando los minerales nutricional y toxicológicamente importantes. Todos los elementos fueron determinados por absorción atómica, a excepción del fósforo que se cuantificó colorimétricamente. La significancia estadística se determinó por medio de análisis de varianza ( $\alpha.05$ ), y prueba de Duncan.

La composición mineral promedio en mg/Lt de la leche analizada fué la siguiente: calcio 1179, magnesio 109.7, zinc 5.89, fósforo 637.1, cobre 0.15, cadmio < 0.01, cromo < 0.02, hierro 0.59, plomo < 0.04, manganeso < 0.02, níquel 0.369. Se concluye que la leche de la región es buena fuente de calcio, magnesio, fósforo y zinc, obteniéndose con una porción de 237 ml. el 35, 7.4, 19 y 9 % respectivamente de las RDR.

**SUMMARY.** Mineral composition of the milk produced in Monterrey, N.L. México. Milk is a food rich in oligoelements (approx. 1g/100 ml) that can vary in concentration due to genetic factors, type of feed, fed to cattle and due to contamination in the area of production. Since the margin between the concentration of mineral requirements and the toxic levels is so narrow that a little excess results harmful to sensitive species, the present study was done in the city of Monterrey, N.L. located in an industrial zone.

Samples of raw milk from 17 producers distributed in 8 zones were analyzed during 6 months, measuring minerals of nutritional and toxicological importance. All elements were determined using atomic absorption, except for phosphorus, which was quantified colorimetrically. Statistical significance was determined through analysis of variance and Duncan test.

The average mineral composition of the milk analyzed was (mg/Lt): calcium 1179, magnesium 109.7, zinc 5.89, phosphorus 637.1, copper 0.15, cadmium < 0.01, chromium < 0.02, iron 0.59, lead < 0.04, manganese < 0.02, nickel 0.36.

The milk of this region is a good source of calcium, magnesium, phosphorus and zinc, with 35%, 7.4%, 19% and 9% respectively of the RDA being obtained from a 237 ml portion of milk.

### INTRODUCCION

La leche es consumida en mayor cantidad por infantes desde los 6 meses de edad hasta los 7 y 9 años, por lo cual, aún cuando la concentración de los elementos minerales sea baja, su alto consumo diario puede aportar los nutrientes

necesarios o bien excederse afectando negativamente al organismo.

El interés por los oligoelementos en la nutrición humana ha crecido como resultado de numerosos estudios, que demuestran la esencialidad de muchos de ellos; así como la toxicidad por exceso de otros (2,3,4,5). Los oligoelementos están presentes en todos los alimentos como componentes naturales o inherentes de tejidos y fluidos (6,7,8), sin embargo algunos de ellos se pueden presentar en los alimentos como resultado de contaminación accidental o adición tecnológica deliberada (9,10,11,8).

1. Jefe de Lab. de Ciencia de Alimentos. Fac. de Ciencias Biológicas, U.A.N.L. Monterrey, N.L. México
2. Graduado de la Carrera de Químico Bacteriólogo Parasitólogo. Fac. de Ciencias Biológicas. U.A.N.L. Monterrey, N.L. México.

Los minerales se encuentran en la leche en proporciones de 3 a 10 g/l; conteniendo principalmente fósforo, calcio, magnesio, y elementos traza como zinc, cobre y hierro (12,13).

Además de la importancia nutricional, la relación de las concentraciones de sales en la leche es de interés tecnológico, pues determina la estabilidad térmica de los productos lácteos, de tal forma que los iones de calcio y magnesio inestabilizan el sistema proteico, los citratos y el fósforo lo estabilizan, mientras que el cobre y el hierro catalizan la oxidación lipídica (6,13).

Por lo anterior y siendo la Ciudad de Monterrey y su área metropolitana una zona eminentemente industrial se consideró prudente determinar la composición mineral de la leche producida en la región, y conocer el aporte potencial de la leche a las raciones dietéticas recomendadas (RDR) de los elementos esenciales (14), así cómo determinar si las concentraciones de cadmio, plomo y zinc están dentro de los límites tolerables permitidos.

#### MATERIALES Y METODOS

Las muestras de leche cruda de vaca fueron tomadas mensualmente, al azar, de 17 productores en 8 zonas del área metropolitana de Monterrey, N.L., durante los meses de febrero a julio. De cada productor se tomaron dos muestras de campo de un litro cada una en frascos de polietileno, se transportaron en refrigeración y se analizaron por duplicado. La digestión y extracción de las muestras se realizó el mismo día.

Para el análisis de cadmio, cromo, cobre, hierro, plomo, manganeso y níquel, se empleó la técnica de extracción de Hankinson, 1975, descrita por López, et al (15). El procedimiento de Brooks, et al. (1970) descrito por Juárez, et al (13) fue usado en la extracción del zinc, y diluciones 1:10 del extracto anterior se trataron con 0.1% de lantano para determinar calcio y magnesio. Los extractos fueron analizados con un espectrofotómetro de absorción atómica Carl Zeiss modelo FMD4, con lámpara sencillas de cátodo hueco. Se utilizaron estándares Sigma en solución de 1g/l, y con ellos se prepararon dos tipos de soluciones patrón, para evitar en lo posible las interferencias de matriz. La composición de las soluciones se muestra en las Tablas 1 y 2.

El fósforo fué determinado colorimétricamente en un espectrofotómetro Baush & Lomb modelo Spectronic 21 a 680 nm., usando la técnica de Olsen descrita por Black, et al (16), sólo que partiendo de una dilución 1:4 del extracto para zinc.

TABLA 1  
COMPOSICION DE LAS DISOLUCIONES PATRON  
PARA EL ANALISIS DE Ca, Mg, Zn.

Solución*	Contenido en mg/l		
	Ca	Mg	Zn
1	2.0	0.2	1.0
2	4.0	0.4	1.5
3	6.0	0.6	2.0
4	8.0	0.9	2.5

\* Todas las disoluciones contenían 1.2% de ac. tricloroacético y 1000 ppm de lantano.

TABLA 2  
COMPOSICION DE LAS DISOLUCIONES PATRON  
PARA EL ANALISIS DE  
Fe, Cu, Mn, Cd, Cr, Pb y Ni

Solución* Fe	Contenido en mg/l						
	Cu	Mn	Cd	Cr	Pb	Ni	
1	1.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.5
2	2.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	1.0
3	3.0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.6	1.5
4	4.5	0.45	0.45	0.45	0.45	0.9	2.0

\* Todas las disoluciones contenían 1.2% de ac. tricloroacético.

Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente con un análisis de varianza a nivel de confianza 0.05 y usando la prueba de Duncan para comparar independientemente, los 6 meses de muestreo, las 8 zonas y los 17 productores.

#### RESULTADOS

El estudio se realizó en leche cruda, sin embargo, previamente (15) se ha encontrado que no hay diferencia significativa en los valores obtenidos en cuanto a elementos esenciales, cadmio y plomo en leche de vaca cruda y pasteurizada, por lo que los resultados obtenidos pueden indicar el valor alimenticio de la leche que se consume.

En la Tabla 3 se muestra el contenido promedio de los 11 elementos analizados y en la Tabla 4 el porcentaje, que un vaso de 237 ml. de leche aportaría a las raciones dietéticas recomendadas.

TABLA 3  
CONTENIDO MINERAL DE LA LECHE  
ANALIZADA (mg/Lt)

	X*	E.E.**
Níquel	0.3693	0.0006
Hierro	0.5948	0.0012
Cobre	0.1510	0.0005
Calcio	1179.32	0.4570
Magnesio	109.70	0.0720
Zinc	5.89	0.0060
Fósforo	637.17	0.2440
Cadmio	<0.01	
Manganeso	<0.02	
Cromo	<0.02	
Plomo	<0.04	

\* Media, \*\* Error estándar

TABLA 4  
APORTE POTENCIAL DE LA LECHE A  
LAS RACIONES DIETETICAS RECOMENDADAS

	RDR*	%**
Níquel	1	8.7
Hierro	10	1.4
Cobre	2-3	1.4
Calcio	800	34.9
Magnesio	350	7.4
Zinc	15	9.3
Fósforo	800	18.82
Manganeso	2.5-5	
Cromo	0.05-2	

\* En mg/dfa, \*\*Con 237 ml

Los elementos que se encontraron en mayor concentración en la leche analizada y que presentan un aporte importante a las RDR, son los siguientes: El calcio que ha sido el elemento de mayor interés en la leche, los valores obtenidos por diversos autores, varían de 960 a 1690 mg/Lt, (13,15). En este estudio se encontró un contenido de calcio promedio de 1179 mg/Lt; de tal forma que un vaso aporta el 34.93% de la RDR. El fósforo que diversos autores (13,15) han mencionado, se encuentra en concentraciones de 765 a 1260 mg/Lt, en la leche analizada por

nosotros se presentaron concentraciones levemente inferiores.

Los elementos que se encontraron en un nivel medio de concentración fueron: el zinc que puede variar con la estación del año y el grado de contaminación ambiental, ya que en un estudio realizado en un área industrial de Missouri en E.U.A. (17) se encontraron valores de 375.9 mg/Lt; y otros autores (15) mencionan valores normales de 0.5 a 7 mg/Lt, estos últimos valores concuerdan con el presente estudio. Otro elemento que se encontró en este nivel de concentración fué el magnesio, el cuál se ha reportado previamente en rango de 79 a 140 mg/Lt. Y el níquel, que en la leche analizada representa, con un vaso de leche un aporte potencial de 9% a las necesidades nutricionales, a pesar de que este elemento no se considera un nutriente propio de la leche (15); ya que, evitando el contacto con recipientes de metal, el níquel está ausente.

Los elementos que se encontraron en muy baja concentración en la leche, aportando con 1 vaso menos de 2% de las RDR son: el cobre cuya presencia en la leche de vaca varía, de 0.02 a 2.2 mg/Lt, (13,15). Al igual que para el cobre, la leche es una fuente pobre de hierro, con concentraciones de 0.21 a 6.35 mg/Lt, (15).

El cromo y el manganeso se encontraron en niveles inferiores a los límites de detección del aparato empleado; 0.02 mg/Lt. Considerando que la RDR para manganeso es de 2.5 a 5 mg/día y para el cromo es de 0.05 a 0.2 (14), la leche no puede ser considerada en este caso fuente de estos elementos, y menos aún un problema toxicológico.

Considerando el aspecto tóxico de los minerales, la leche de esta región se considera adecuada; ya que el cadmio se presentó en niveles no detectables a una sensibilidad de 0.01 mg/Lt, y los límites de tolerancia recomendados por FAO/OMS son de 0.95 a 1.19 mg/kg de peso corporal (17).

En lo que respecta al plomo, el límite marcado por la FDA para la leche entera es de 0.3 ppm (17), y la dieta normal contiene de 0.120 a 0.350 mg de plomo, del cuál se absorbe sólo el 10% (18).

Teniendo la leche analizada en el presente trabajo cantidades inferiores a 0.04 mg/Lt; puede ser considerada inocua.

Al determinar la variación en el contenido de los elementos analizados en los 6 meses de muestreo, se observaron diferencias significativas, con una concentración levemente mayor principalmente de hierro, calcio y magnesio en los meses calurosos de Mayo, Junio y Julio.

Al comparar la composición de la leche en las 8 zonas y los 17 productores, se encontraron pocas diferencias significativas, y cuando se presentaron fue entre una o dos zonas, o productores con el resto de ellos; lo anterior sólo

para calcio, zinc, magnesio y níquel. Por lo que, en la región, los datos obtenidos son muy similares independientemente del productor o zona de muestreo.

#### REFERENCIAS

1. Brown, J.R. & Y. Chow. Heavy metal concentration in Ontario Fish. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, XVII 2:190-195, 1982.
2. Driesbach, R.H. *Toxicología Clínica; Prevención y Tratamiento*. México, Ed. Manual Moderno, 1983, p. 202-222.
3. Food Agricultural Officer & Organización Mundial de la Salud. *Evaluación of certain food additives and of the contaminants, mercury, lead and cadmium*. 16<sup>o</sup> report of joint experts committee on foods additives. Roma. 1972.
4. Lefauconier, J. M., Lavielle, E., Terrien, N., Bernard, G. & E. Fournier. Effect of various lead doses on some cerebral capillary functions in the suckling rat. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 55(3): 467-476. 1980.
5. Lefevre, M., C.L. Keen, B. Lonnerdal, L.S. Hurley & B.O. Schneeman. Different effects of zinc and copper deficiency on composition of plasma high density lipoproteins in rats. *J. Nutr.* 115 (3): 359-368. 1985.
6. Badui-Dergal, S. *Química de los Alimentos*. México, D.F. Ed. Alhambra, 1982, p. 663-667.
7. Linder, E. *Toxicología de los Alimentos*. España. Ed. Acribia. 1978, P. 110-112.
8. Underwood, E.J. *Toxicants occurring naturally in foods*. U.S.A., Ed. National Academy of Sciences. 1973, p. 43-77.
9. Kincaid, R.L. & J.D. Conrath. Amounts and distribution of minerals in Washington forages. *J. Dairy Sci.* 66(4): 821-824. 1983.
10. Molina, G.B. Contaminación ambiental por plomo en áreas industriales. *Gaceta Médica de México*. 113 (5): 213-215, 1976.
11. Montor, R. Ibáñez, N. & N. Catalá. Contenido en cadmio de conservas vegetales. *Rev. Agroquím. Tecnol. Aliment.* 22(2): 265-270, 1982.
12. Charles, A. *Ciencia de la Leche, Principios de Técnica Lechera*. México, Ed. C.E.C.S.A. 1980, p. 150-159.
13. Juárez, M. & I. Martínez-Castro. Determinación de sodio, potasio, calcio, magnesio, hierro, cobre, zinc y manganeso en leche de mercado por espectrofotometría de absorción atómica. *Rev. Agroquím. Tecnol. Aliment.* 19 (1): 45-54, 1979.
14. Sheider, W.L. *Nutrición. Conceptos Básicos y Aplicaciones*. México, Ed. McGraw Hill, 1985, p. 237-269.
15. López, A., W.F. Collins, & H.L. Williams. Essential elements, cadmium and lead in raw and pasteurized cow and goat milk. *J. Dairy Sci.* 68(8): 1878-1886, 1985.
16. Black, C.A., D.D. Evans, J.L. White, L.E. Ensminger & F.E. Clark. *Methods of soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties*. American Society of Agronomy, Inc., Publisher Madison, 1965, p. 143-144.
17. Russell, L.H. *Toxicity of heavy metals in the environment*. Part I, Edited by Frederick W. Oehme, 1978, p. 3-16.
18. Assad-Morrel, C.J. & G. Amador-López. *Farmacología y Toxicología*. México, Ed. U.A.N.L. 1985, p. 256-271.