

METALES PESADOS EN LECHE CRUDA DE BOVINO

Humberto Rodríguez Fuentes¹, Ernesto Sánchez Alejo, Mauro Rodríguez Sánchez, Juan Antonio Vidales

Contreras¹, Karim Acuña Askar², Gustavo Martínez Turanzas¹ y Juan Carlos Rodríguez Ortiz¹.

¹Laboratorio de Suelos, Aguas y Plantas. Subdirección de Estudios de Posgrado, Facultad de Agronomía¹

Laboratorio de Biorremediación Ambiental², Facultad de Medicina. Universidad Autónoma de Nuevo León,

Monterrey, México.

E-mail: hrodrigu10@yahoo.com.mx

**Introducción**

Los metales pesados son de gran interés para los científicos debido a que la presencia de estos en el ambiente tiene efectos negativos sobre la salud del hombre, de los animales y de los cultivos agrícolas. Los metales pesados están en los alimentos y provienen de diversas fuentes, las más importantes son: el suelo contaminado en el que se producen los alimentos para el hombre y los animales; los lodos residuales, los fertilizantes químicos y plaguicidas empleados en agricultura, el uso de materiales durante el ordeño, almacenamiento y transporte de la leche, así como la contaminación por metales pesados de los alimentos y el agua que ingieren los bovinos afectan la calidad de la leche. La presencia de metales pesados en alimentos y particularmente en productos lácteos, constituye un tema de actualidad debido a la contaminación de la cadena trófica involucrada y a los daños que ocasionan a la salud pública. Es necesario enfatizar que los riesgos a la salud de la población infantil necesitan ser evaluados de una manera integral, considerando la exposición crónica de metales pesados en alimentos que por lo regular se presenta asintomática durante un tiempo prolongado de vida. Algunos metales, como el cobre y el zinc, son necesarios en niveles bajos para el funcionamiento normal de los organismos vivos, sin embargo, en concentraciones altas pueden ser muy tóxicos. (1).

La función de los nutrimentos puede ser dividida en dos categorías: 1. Metales esenciales (su ausencia o su insuficiencia en la dieta humana induce después de cierto tiempo algunas modificaciones a los procesos metabólicos y entonces aparecerán algunas enfermedades) por ejemplo: el sodio, potasio, calcio, cobre, zinc y manganeso y 2. Metales no esenciales como el plomo, cadmio, mercurio, aluminio entre otros; cuando estos metales son absorbidos en pequeñas cantidades existe la posibilidad de eliminarlos a través de la orina, jugos gástricos, etc. El incremento en la concentración de los metales pesados en los alimentos puede causar un efecto tóxico a quien los consume, la gravedad de este efecto dependerá de la naturaleza, cantidad y forma química de los metales, de la concentración del metal en el alimento y de la resistencia del organismo a los efectos sinérgicos o antagónicos a otros contaminantes químicos (2).

Rodríguez Sánchez en el 2003, (3) citando a la Organización Mundial de la Salud, menciona que se ha comprobado que la leche de bovinos que pastorean e ingieren agua a las orillas de lagos y ríos contaminados con desechos industriales y aguas negras contienen metales pesados como plomo, cadmio, mercurio y zinc; en estos estudios se ha encontrado que la concentración de metales pesados ingeridos por las vacas tienen influencia sobre las concentraciones de dichos elementos en la leche, además demostraron que una parte de estos elementos son excretados en la leche, unidos a compuestos orgánicos, principalmente en las proteínas, mientras que otros se asocian a una baja porción de grasa. En el estado de Nuevo León, México, muy poca investigación se ha realizado en relación al contenido de metales pesados en alimentos para consumo humano por lo cual, el objetivo de esta investigación fue: Evaluar la presencia y concentración de metales pesados en leche cruda de bovino en establos ubicados en la zona noreste del estado de Nuevo León, México.

Material y Métodos

Área de estudio, muestreo y preparación de la muestra

Se analizaron 120 muestras (durante el año 2002) correspondientes a 5 establos productores de leche de bovino ubicados en los municipios de General Zuazua y Marín, N.L., México; se colectaron 8 muestras, dos por semana en cada establo, cada muestra constó de tres repeticiones, éstas fueron depositadas en recipientes de polipropileno de 110 mL previamente esterilizados; las muestras fueron mantenidas en refrigeración hasta el momento de su análisis. En ninguna parte del proceso de colecta y análisis se utilizaron instrumentos metálicos.

Procedimientos analíticos

El procedimiento seguido para analizar los metales pesados (Pb, Cd, Cu y Zn) en las muestras fue el sugerido por Gabrielli Favretto (4) y consistió en: Se pesaron 50 g de leche cruda en crisoles de porcelana de 100 mL, se secaron en la estufa a 100°C hasta alcanzar peso constante y después se colocaron los crisoles en la mufla a 450°C por 16 horas para incinerar las muestras. Una vez enfriados se les añadieron 2 mL de ácido nítrico 2N para favorecer el blanqueado de las cenizas y se secaron las muestras ácidas en una placa termostática. Posteriormente, se evaporó el ácido y se volvieron a colocar los crisoles en la mufla a 450°C por una hora. Para la recuperación de las cenizas se añadieron 5 mL de ácido nítrico 2N y 20 mL de ácido nítrico 0.1N; posteriormente se realizó el filtrado con embudos y papel filtro Whatman No. 40, se almacenó en recipientes de polipropileno y se colocaron las muestras en refrigeración. Todo el material de vidrio y plástico fueron lavados con ácido nítrico al 10% antes de su uso. Las curvas de calibración se prepararon considerando las siguientes concentraciones: Plomo: 0.0, 0.5, 1.5, 3.0, 5.0; cadmio: 0.0, 0.5, 1.0, 1.5; cobre: 0.0, 0.5, 1.0, 3.0, 5.0; zinc: 0.0, 0.2, 0.6, 0.8, 5.0 mg/L respectivamente. Los análisis fueron realizados en el Laboratorio de Suelos, Plantas y Aguas de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León; y se efectuaron por espectroscopía de absorción atómica, para lo cual se empleó un equipo británico marca UNICAM Solar modelo 9626. Se utilizaron lámparas de cátodo hueco para cada elemento analizado, la llama de aire-acetileno fue empleada para la vaporización de las alícuotas; el límite de detección del método para cada elemento fue: 0.10 Pb, 0.032 Cd, 0.041 Cu y 0.013 Zn, mg/L respectivamente. Las muestras se analizaron por triplicado, se usó agua desionizada en todos los procesos de análisis; para realizar las curvas de calibración se emplearon estándares certificados, los cuales se adquirieron en Casa Rocas-Fisher Scientific (México); otros productos químicos grado reactivo que fueron empleados en este estudio se compraron en Sigma-Aldrich Química, S.A. de C.V. (México) y en Casa Rocas-Fisher Scientific (México). Soluciones en blanco fueron preparadas y tratadas igual que las muestras. Las señales de la solución muestra fueron calculadas sustrayendo el valor promedio del blanco de las señales de la muestra.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis estadístico utilizando un diseño de bloques al azar con cinco tratamientos (Establo) y ocho repeticiones; se utilizó el método de Tukey para realizar la comparación de medias con un nivel de significancia al 5 %.

Resultados

Presencia de metales pesados

En la Tabla 1, se muestra la concentración promedio de los metales analizados en cada establo estudiado. Como se puede observar en todos ellos se detectó la presencia de los metales (plomo, cadmio, cobre y zinc) analizados en concentraciones superiores al límite de detección del equipo de absorción atómica. Se observa el zinc con el valor de mayor promedio, mientras el cadmio con el valor menor, entre los metales analizados.

Tabla 1. Promedios de concentración de metales pesados por establo.

<i>Establo</i>	<i>Concentración (mg/kg) base seca</i>			
	Plomo	Cadmio	Cobre	Zinc
1	0.8714	0.2857	0.4278	3.3735
2	0.5998	0.2936	0.3396	3.2061
3	0.6296	0.3048	0.4167	3.6048
4	0.7723	0.3142	0.4816	4.0177
5	0.8299	0.2794	0.3968	3.1990
Promedio	0.7406	0.2955	0.4125	3.4802
Límite permitido				
Unión Europea	0.02	-	-	-
Rumanía	0.10	0.01	0.5	5
Codex- FAO	0.02	-	.	-

Concentración de metales pesados en leche cruda en los establos

Al realizar el análisis de varianza con respecto a la concentración de plomo, cadmio y cobre entre establos no se encontró diferencia ($P \geq 0.05$); por lo cual podemos inferir que los establos presentaron estadísticamente la misma concentración para cada uno de estos metales. Sin embargo, para zinc sí fue significativa la diferencia entre establos ($P \geq 0.05$). En la Tabla 2, se presenta la comparación de medias con una probabilidad al 5%, observándose que el establo 4 fue el que presentó la mayor concentración de zinc (4.0177 mg/kg). El contenido de plomo en promedio en los cinco establos fue de 0.7406 mg/kg. El contenido de cadmio en promedio en los cinco establos fue de 0.2965 mg/kg. El contenido de cobre y zinc en promedio, en los cinco establos, fue de 0.4125 mg/kg y 3.4802 mg/kg respectivamente.

Tabla 2. Comparación de medias de la concentración de zinc en la leche.

<i>Establo</i>	<i>Promedio (mg/kg)</i>		
4	4.0177	a	
3	3.6049	a	b
1	3.3736	a	b
2	3.2061		b
5	3.1991		b

Medias con letras diferentes en las hileras denotan diferencias estadísticas al 5 % de probabilidad.

Discusión

En todas las muestras analizadas se detectó la presencia de los metales pesados estudiados en concentraciones mayores al límite mínimo que el equipo puede detectar (Ver Tabla 1). Asuero *et al*, en 1984 (5) establecen que para determinar cationes metálicos en concentraciones de mg/kg, se recomienda se emplee la espectroscopía de absorción atómica por ser selectiva, rápida, con un grado de sensibilidad y precisión aceptable. Por otra parte, Moreno *et al* (6) han reportado que el contenido de minerales en la leche de bovino puede estar influido por factores tan variados como el agua de bebida del animal, los forrajes y/o el alimento balanceado, y la época del año; además de factores como la técnica y/o el método de análisis de los metales.

La concentración de plomo, cadmio y cobre (Tabla 2) no presento diferencia significativa ($P \geq 0.05$) entre establos. Para el caso de zinc la concentración entre establos fue significativa ($P \geq 0.05$); Pennington *et al*, (7) reportan que valores de hasta 3.82 ± 0.42 mg/kg de zinc son apropiados para el consumo de la leche como alimento; lo cual coincide también con lo reportado por Moreno Rojas *et al* (8).

En el caso de plomo, la norma de Rumanía establece un máximo de 0.10 mg/kg (9); por lo que se puede inferir que los establos no cumplen con esta normatividad internacional; cabe señalar que en México no existe normatividad para metales pesados en leche. El contenido de cadmio en promedio en los cinco establos fue de 0.2965 mg/kg y la norma de referencia de Rumania establece un máximo de 0.01 mg/kg; esto significa que la leche que se ordeña en los establos no cumple con la normatividad. El contenido de cobre y zinc en promedio, en los cinco establos, fue de 0.4125 mg/kg y 3.4802 mg/kg respectivamente, por lo cual, en ambos casos se cumple con la norma de referencia que se establece en Rumanía que es de 0.5 y 5.0 mg/kg respectivamente. Al comparar los valores de concentración promedio obtenidos en los establos estudiados, en relación con los límites máximos permitidos para leche de bovino por las normatividades para metales pesados de la Unión Europea, Rumanía y la FAO (Tabla 1) se puede establecer que para plomo y cadmio, la concentración estuvo por arriba del máximo permitido por estas normatividades, lo que puede representar un riesgo para la salud de los consumidores, incluyendo la población infantil.

Conclusiones

En todos los establos evaluados se detectó la presencia de plomo, cadmio, cobre y zinc en leche bronca; los intervalos de concentración para plomo oscilaron entre 0.8714 y 0.5998 mg/kg y para cadmio entre 0.3142 y 0.2794 mg/kg, que superaron los niveles máximos permisibles establecidos por normas internacionales para leche cruda de bovino. La concentración de cobre fluctuó entre 0.3968 y 0.4816 mg/kg y de zinc osciló entre 3.199 a 4.0177 mg/kg por lo que la concentración de ambos metales se considera que se encuentran dentro de los parámetros permitidos.

Resumen

Se determinó el contenido de plomo, cadmio, cobre y zinc en 120 muestras de leche cruda pertenecientes a 5 establos ubicados en municipios del noreste de Nuevo León, México. En todos los establos evaluados se detectó la presencia de plomo, cadmio, cobre y zinc. Los intervalos de concentración para plomo oscilaron entre 0.8714 y 0.5998 mg/kg y para cadmio entre 0.3142 y 0.2794 mg/kg, que superan los niveles máximos permisibles establecidos por normas internacionales para leche cruda de bovino. La concentración de cobre fluctuó entre 0.3968 y 0.4816 mg/kg y de zinc osciló entre 3.199 a 4.0177 mg/kg por lo que ambos metales se presentaron dentro de los parámetros tolerables permitidos.

Palabras clave: Metales pesados, leche de bovino.

Abstract

The content of lead, cadmium, copper and zinc was analyzed in 120 samples of raw milk from five stables located in the northeastern side of the State of Nuevo Leon, Mexico. Lead, Cadmium, Copper and Zinc were detected in all stable samples evaluated. Lead and Cadmium concentrations in raw milk samples ranged 0.8714-0.5998 mg/kg and 0.3142-0.2794 mg/kg, respectively, and were above the maximum concentration levels set by international bovine raw milk regulations. Copper and Zinc concentrations in raw milk samples ranged 0.3968-0.4816 mg/kg and 3.199-4.0177 mg/kg and were within the maximum concentration levels allowed by international bovine raw milk regulations.

Keywords: Heavy metals, bovine milk

Agradecimientos

Al Programa de Apoyo a la Investigación Científica y Tecnológica de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Paicyt 2004. Por su apoyo al Proyecto 1078. Clave: CT876-04.

Referencias

1. Mubbasher Sabyr S., S. Waheed Khan and I. Hayat. 2003. Effect of environmental pollution on quality of meat in district Bagh, Azad Kashmir. Pakistan Journal of Nutrition. Vol. 2 No. 2: 98-101.
2. Muntean N., R. Laslo, R. Ghitulescu and E. Muntean. 2004. Heavy metal's content in some food products. Institute of Public Health Cluj Napoca, Romania. University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj Napoca, Romania. Recuperado el 17 de noviembre del 2004 www.date.hu/kiadvany/tessedik/3/muntea1.pdf
3. Rodríguez Sánchez, M. 2003. Determinación de presencia y concentración de metales pesados en leche bronca. Tesis de Licenciatura. Ingeniero en industrias Alimentarias. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 86p.
4. Gabrielli Favretto, L. 1990. Investigation of trace element content of chesse. Food addit. Contam. Vol. 7: 425-432.
5. Asuero, A.G., M. A. Jiménez y M. A. Herrador. 1984. Elementos traza en alimentos. Determinación de trazas de metales en leche. Alimentaria. Vol. 156:41-52.
6. Moreno Rojas, R., M. Amaro López, y G. Zurero Cosano. 1993. Contenido mineral de leche pasteurizada producida en la comunidad Autónoma Andaluza. Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Vol. 33 No. 4: 435-444.

7. Pennington, J.A.T., D. B. Wilson, B. E. Young, R. D. Johnson and J. E. Vanderveen. 1987. Mineral content of market samples of fluid whole milk. J. Am. Diet. Assoc. Vol. 87: 1036-1042.
8. Moreno Rojas *et al*, 1994., *Op. Cit.*
9. Muntean *et al*, 2004., *Op. Cit.*