

## LA ESPECTROSCOPIA DE ABSORCIÓN ATÓMICA APLICADA AL ANÁLISIS DE METALES EN LECHE DE VACA

**Minerva Juárez Juárez**

*UPIBI. Instituto Politécnico Nacional*  
*mjuarezju@ipn.mx*

**Dulce María Hernández Morales**

*UPIBI. Instituto Politécnico Nacional*  
*dulcemhdez@hotmail.com*

**Raquel Nava Álvarez**

*UPIBI. Instituto Politécnico Nacional*  
*[rnavaa@ipn.mx](mailto:rnavaa@ipn.mx)*

**Efrén Venancio García Baez**

*UPIBI. Instituto Politécnico Nacional*  
*[efren1003@yahoo.com.mx](mailto:efren1003@yahoo.com.mx)*

### Abstract

*Algunos metales son requeridos en cantidades pequeñas para el buen funcionamiento de los seres vivos, sin embargo, otros son dañinos para la salud aún en pequeñas cantidades <sup>(a)</sup>. Por lo que se recomienda realizar un monitoreo de ciertos metales en los productos alimenticios, sobre todo de aquellos metales que son tóxicos como el plomo. En este trabajo se analizaron los metales: plomo, cadmio, zinc, calcio y magnesio en leche cruda de vaca, por medio de la técnica de espectroscopía de absorción atómica, así mismo, se emplea la química analítica en el procesamiento de los resultados obtenidos por esta técnica. Las concentraciones obtenidas de plomo van de 1.5 – 2.0 mg/100 g de muestra,; el calcio y el magnesio se encontraron en concentraciones normales (100 mg/100g y 8 mg/100g, respectivamente), el zinc tiene como concentración promedio 0.38 mg/100g de muestra, por otro lado, el cadmio no fue detectado en ningún caso; es posible concluir que el contenido de plomo en las muestras se encuentra a concentraciones preocupantes para el consumidor.*

*Palabras clave: Metales pesados, leche de vaca, absorción atómica, plomo.*

Los efectos de los metales en alimentos pueden ser beneficiosos, tóxicos o simplemente molestos. Algunos metales son

esenciales, mientras que otros pueden perjudicar a los consumidores de los alimentos. Aquellos elementos

fundamentalmente nutritivos son: Co, Cu, Fe, I, Mn y Zn; los elementos que se consideran dañinos son: Al, B, Cr, Ni, As, Pb, Hg y Se entre otros, aún cuando en la dieta se consuma en menos de 50 mg/Kg. Es decir, que aunque el Cu y el Zinc son indispensables para los procesos vitales cuando están en trazas, tienen una acción vomitiva si son ingeridos en cantidades mayores<sup>(1)</sup>.

La leche puede contaminarse con productos químicos de distinto origen ya sea exógeno o endógeno. La causa más frecuente de contaminación exógena se halla en los establecimientos productores, en el curso de la obtención primaria de la leche y en las operaciones de su tratamiento y transformación. Las sustancias extrañas de esa clase son metales que se desprenden espontáneamente de las instalaciones o que son arrastrados por las sustancias limpiadoras y desinfectantes, así mismo, pueden ser componentes solubles en agua o grasa, estos residuos suelen aparecer en muy escasa concentración, por lo que no alteran directamente la salud, pero pueden resultar peligrosos, debido a la ingestión por largos períodos de tiempo en los que se acumula en el organismo. Eventualmente ejercen también influencia negativa sobre la calidad y capacidad de conservación de los productos lácteos<sup>(2)</sup>.

Como fuentes endógenas actúan en particular los piensos y aguas de regiones con precipitaciones radioactivas y cenizas de áreas industriales, el riego de los pastizales con aguas contaminadas, proximidades de carreteras, etc. Entre las causas exógenas se cuenta también todas las adulteraciones premeditadas de la leche, con las que se pretende encubrir la mala calidad del producto.<sup>(3)</sup>

Lo más probable es que el paso de los metales desde el medio ambiente a la leche se produzca al administrar a las vacas, forraje y pienso que fueron regadas con aguas contaminadas con estos elementos, ya que pueden permanecer retenidos en la matriz del suelo por absorción, precipitación química e intercambio iónico.

También se conocen ciertas fluctuaciones de la composición de la leche en lo referente a sustancias minerales, de acuerdo con la estación del año. Estas oscilaciones son de origen biológico, debiendo estudiarse durante largos plazos antes de proporcionar información para enjuiciar cada caso en particular (alteraciones de la calidad de la leche y trastorno del estado de salud de las vacas, etc.).

En lo referente a la dosis diaria de ingestión relativamente baja, la amenaza en adultos no es muy significativa.<sup>(4)</sup> Otra cosa sucede en lactantes y niños pequeños. Por eso, son siempre más estrictas las tolerancias de metales en productos para la nutrición infantil en lo que se refiere a dosis diarias aceptables.<sup>(5)</sup> La toxicidad de estos metales tiene características comunes a ellos y efectos específicos de cada uno. La interacción de los metales con los materiales biológicos es de gran intensidad, pero no es específica para el metal ni para las estructuras biológicas. En general, los metales<sup>(6)</sup> tienen la capacidad de combinarse con una gran cantidad de moléculas orgánicas, especialmente con aquellas que contienen grupos sulfhidrilos (-SH).

La Espectroscopía de Absorción Atómica, es una de las técnicas empleada para el análisis cualitativo y cuantitativo de casi todos los elementos metálicos de la tabla periódica. En este caso se analizaron los metales cadmio, plomo, zinc, además de

calcio y magnesio que son elementos que son regulados por la NOM- SSA1-117-1994.

## Materiales y métodos

### Toma y manejo de muestras

Se tomaron muestras de leche cruda o bronca del Establo “El Sauz”, ubicado en Calle 2, No. 10, Col. Praderas de San Mateo, Estado de México. Las muestras fueron recolectadas mensualmente durante ocho meses de acuerdo a la norma NOM-SSA1-109-1994.

Se llevó a cabo el tratamiento de muestra de acuerdo al método descrito en NOM-SSA1-117-1994.

Se empleó el equipo de Absorción Atómica (Marca GBC, MODELO 932AA) para el análisis de los metales, así mismo se empleó el programa de cómputo denominado “GBC AVANTA, Versión 1.31” para llevar a cabo la cuantificación de los metales pesados.

## Resultados y discusión

En la digestión de las muestras para el análisis, las cantidades de ácido requerido fueron similares. Después de la digestión, en todos los casos se obtuvo sobre la superficie de la muestra una capa de grasa, que al ser tratada durante más tiempo y agregando mayor cantidad de ácido fue prácticamente imposible de eliminar, por lo que se filtró la muestra (en frío) para separar esta capa.

Para la determinación de Ca y Mg, es importante considerar la interferencia química entre ellos, para lo cual se empleó una solución de 2000 µg/mL de potasio para eliminar dicha interferencia.

En la tabla I se indican los intervalos de concentración empleados en el análisis cuantitativo de cada elemento, así como, la correlación obtenida.

**Tabla 1.** Intervalos de concentración y correlación de datos.

Metal	Intervalo de concentraciones (ppm)	R <sup>2</sup>
Plomo	0.0 5.0	0.9982
Calcio	0.0 - 16	0.9935
Magnesi o	0.0 - 2.5	0.9324
Cadmio	0.0 - 1.2	0.9926
Zinc	0.0 - 1.5	0.9982

Por otro lado, se determinaron los parámetros estadísticos: sensibilidad, límite de detección, desviación estándar y media (Tabla 2), en la determinación cuantitativa de plomo, calcio, magnesio, cadmio y zinc, ya que los parámetros estadísticos nos permiten confiar en los resultados de concentración obtenidos en las diferentes muestras de leche cruda.

**Tabla 2.** Parámetros estadísticos

Metal	Media	$\sigma$	LD (µg/mL)	Sensibilidad (µg/mL)
Ca	95.9609	12.4876	2.054	0.0388
Pb	1.7682	0.1780	2.801	0.0252
Mg	9.7679	1.0648	0.572	0.1681
Cd	ND	ND	0.1584	0.0783
Zn	0.7137	0.5656	0.1255	0.0749

**Tabla 3.** Resultados de metales en leche cruda

Metal	Concentración (mg/100g)
Pb	1.7682±0.2245
Ca	95.1398±12.8541
Zn	0.7137±0.5656
Cd	ND*
Mg	9.7679±1.1225

\*ND: No detectado

Se detectó y cuantificó plomo en concentraciones que son dañinas a la salud del consumidor, cuando se tiene consumo excesivo de este. En condiciones normales de alimentación y ordeño del ganado, el plomo es una metal poco tóxico en la leche a concentraciones de 0.1 mg/Kg., el contenido promedio en la leche cruda analizada es de 1.5 mg / 100 g , lo que es indicativo de contaminación por plomo, por otro lado, calcio y magnesio en concentraciones normales (100 mg/100g y 8 mg/100g, respectivamente), zinc con variaciones en sus concentraciones (0.2-0.9 mg/100g) y cadmio en concentraciones no detectables; es necesario encontrar las posibles fuentes de contaminación de la leche, las cuales pueden ser: el agua potable, el forraje y los pastizales, cabe mencionar que el agua potable proviene de una presa cercana a unas minas, la cual puede estar contaminando el agua potable y por lo tanto los pastizales. La tabla 3 reporta el límite permisible para cada uno de los metales <sup>(6,7)</sup>.

**Tabla 3.** Cantidad promedio de metales contenidos en Leche cruda.

Metal	Concentración (mg/100g)
Ca	119
Pb	0.1
Zn	0.38
Cd	0.2
Mg	13

### Conclusiones

Se obtuvo una cantidad significativa de plomo, que por las concentraciones encontradas, son dañinas a la salud del consumidor, cuando se tiene consumo excesivo de este. En condiciones normales de alimentación y ordeño del ganado, el plomo es un metal poco tóxico en la leche a concentraciones de 0.1ppm<sup>(6)</sup>, las muestras

recolectadas arrojaron concentraciones elevadas de plomo (aproximadamente 1.5 mg/100 g). Debido a que el plomo detectado en la leche cruda indica contaminación, es necesario investigar las fuentes endógenas y exógenas de las cuales pueda provenir este metal, debido a que algunos metales como el plomo son tóxicos si se consumen en exceso y sobre todo si se acumulan en el organismo y pueden en algunas circunstancias tener un efecto antagonista o sinérgico sobre las propiedades de otros elementos.

### Referencias

1. Swayer R., Kirk R.S. y Egan H. (1987). Manual de Análisis Químicos de Alimentos de Pearson. Cía. Editorial Continental. México, D.F. p. 125-140.
2. Alais C. (1994). Ciencia de la Leche. Principios de la técnica lechera. Compañía Editorial Continental S. A. de C. V. 9 a ed. México.
3. Matthews P.J. (1984). Control of metal application rates from sewage Sludge utilization in agriculture. Crit. Rev. Environ. Control. Vol. 14, No. 199.
4. Nieboer E. y Richardson D.H.S. (1980). The replacement of the mondescript term "heavy metals" by a biologically and Chemilally significant classification of metal ions. Environ. Pollot. Ser. B., Vol. 1-3.
5. Clesceri L.S., Green A. E., Rhodes B. R. (1989). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 17a. ed. M-3030 p. 3-1 a 3-6.
6. Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán. (1992). Valor Nutritivo de los Alimentos de mayor consumo en México. p. 17A - 17B.
7. Norma PROY-NOM-184-SSA1-2000, Bienes y servicios. Leche para consumo humano. Especificaciones sanitarias.