

## Resumen

La investigación ha comprobado la presencia de plomo en leche de ganado bovino y agua, habiendo muestreado ambos fluidos en tres ganaderías, situadas en el radio de contaminación con plomo de 1,500 metros declarada por el Ministerio de Recursos Naturales y Medio Ambiente (MARN) en el Cantón Sitio del Niño, Municipio de San Juan Opico, Departamento de La Libertad, El Salvador y tres ganaderías situadas fuera del radio de contaminación; tomando en cuenta para el muestreo vacas en primera, segunda y tercera lactación, cuantificándose el plomo presente en las muestras; calculando los resultados con el lector de absorción atómica. Evaluando variables: presencia de plomo en leche, agua y confirmando el nivel permisible del elemento. Con la prueba de Chi-cuadrado por homogeneidad con significancia de  $\alpha=0.05$  se interactuaron los factores: tres periodos de lactación, muestras de agua, leche y sitios (ganaderías) dentro y fuera del radio de contaminación. Obteniendo como resultado una relación de la presencia de plomo en la leche y el agua de un 94.44% y 66.66% del total de las muestras analizadas respectivamente.

Los niveles de plomo presentes en las muestras de leche de las tres ganaderías dentro del radio de contaminación demuestran que la ganadería 1, presenta los niveles más altos conteniendo hasta 2,254mg/litro de plomo y de las tres ganaderías fuera del radio de contaminación la ganadería 4 presento valores de 0.820mg/litro, por lo que se aprecia que existen niveles de plomo en leche con valores no permitidos en los sitios dentro y fuera del radio de contaminación (4,100 metros).

Los altos niveles de plomo en el agua recolectada dentro y fuera del radio de contaminación, han afectando el manto freático encontrando hasta 7.16mg/litro de agua a 33 metros de profundidad.

**Palabras claves:** agua, bovino, ganado, leche, plomo, radio de contaminación y manto freático.



# Determinación de plomo en leche de ganado bovino en el Cantón Sitio del Niño, Municipio de San Juan Opico, Departamento de La Libertad, El Salvador.

*Medina-Matus, S.A.*

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas,  
Departamento de Medicina Veterinaria. e-mail: sempaimatusnin@yahoo.es

*Guillen-Paredes, R.*

Docente de la Escuela de Biología, Profesor de Genética, Parasitología y Biología Celular y Molecular.  
Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática. rgp052012@gmail.com

*Meléndez-Calderón, O.L.*

Docente Director. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de  
Medicina Veterinaria. E-mail: melendezmaterias@yahoo.com

*Castillo-Ruiz, G.A.*

Docente Director. Universidad de El Salvador, Facultad de Química y Farmacia.  
E-mail: guillermo0363@yahoo.com

## I. Introducción

El plomo constituye el 2% de la corteza terrestre y se encuentra distribuido en todo el mundo. Durante la revolución industrial, el uso del plomo causó muchas enfermedades entre los trabajadores del plomo en la década de 1870, fue el origen de la que ahora es la mayor epidemia de intoxicación por plomo en la historia, la del plumbismo infantil (Harrison, 1989).

El plomo es un metal pesado usado en varios procesos industriales. Es extraído y procesado para usos diversos. Cuando el plomo es ingerido, inhalado o absorbido por la piel, resulta ser altamente tóxico para los seres vivos en general y para los humanos en particular. El plomo no es biodegradable y persiste en el suelo, aire, agua y los hogares. Nunca desaparece sino que se acumula en los sitios en los que se deposita y puede llegar a envenenar a generaciones de niños y adultos (Valdés Pérezgasga y Cabrera Morelos, 1999).

La fábrica de baterías que funcionaba alrededor del Cantón Sitio del Niño en el Municipio de San Juan Opico, departamento de La Libertad fue clausurada en septiembre del 2007 por orden del Ministerio de Salud Pública y de Asistencia Social (MSPAS), después de 13 años de operaciones en el reciclaje y fabricación de baterías para vehículos (Simetriss, 2010). En el 2010, se declaró un radio de contaminación de 1,500 metros alrededor de la fábrica que se marco por parte del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con base al análisis de suelo y agua (MARN, 2010).

En el agua potable el límite máximo de plomo permisible según la NORMA SALVADOREÑA OBLIGATORIA, NSO 13.07.01:08, es de 0,01mg/dl (miligramos por decilitro) dado que puede estar presente en el agua de bebida con otros elementos, pero la suma de las razones de cada uno de ellos y su respectivo límite máximo permisible no debe superar la unidad, es decir 1 miligramo por decilitro (CONACYT, 2009).

La presencia de plomo en la leche representa un peligro, ya que puede causar diferentes enfermedades en animales y humanos si sobrepasa el límite máximo permitido en la leche de 0.02 mg x kilogramo de leche ó 0.002 mg/dl., según el CODEX general estándar para contaminantes y toxinas en comida y alimentos (Codex, 1995).

La leche siendo un alimento nutritivo, asequible, también puede ser una fuente de transmisión de enfermedades; por tanto obliga a que deba garantizarse que sea sana, inocua y apta para consumo humano y animal, lográndolo desde la

explotación primaria evitando que los bovinos presenten residuos de sustancias (plomo) que atenten contra la salud humana, previniendo que esté presente en animales y humanos y pueda acumularse para toda la vida, ya que pequeñas dosis producen intoxicación, volviéndose un problema de salud pública. Por ello la investigación ha permitido cuantificar el nivel de plomo en leche y agua de consumo animal y humano, respectivamente en un área geográfica con antecedentes de contaminación con plomo. Dicho lugar cuentan con un radio de contaminación de 1500 metros, donde también se ha considerado sus alrededores. Consiguiendo datos por medio del análisis de absorción atómica por flama, cuantificando el plomo de muestras de leche y el agua con la que se abastecen a los bovinos de seis ganaderías seleccionadas para la investigación, se demostró riesgos de seguridad alimentaria nutricional y salud pública. Los valores medios obtenidos por absorción atómica en las muestras de agua de las tres ganaderías dentro del radio de Contaminación, al igual que la leche de estas ganaderías poseen niveles de plomo no permitidos para su consumo, según la norma del Codex y la Norma Salvadoreña Obligatoria (N.S.O.) Por otra parte los datos determinados para las tres ganaderías ubicadas fuera del radio de contaminación, también mostraron niveles muy elevados que son no permitidos. Por lo anterior se han creado recomendaciones para prevenir y reducir los riesgos de intoxicación con plomo.

## II. Materiales y métodos.

### 1. Descripción de las zonas de estudio.

Se encuentra ubicado entre las coordenadas geográficas: 13°58'03" LN. (extremo septentrional) y 13°44'13" LN. (extremo meridional); 89°17'10" LWG. (extremo oriental) y 89°27'24" LWG (extremo occidental). La investigación se estableció en el Cantón Sitio del Niño que tiene tres caseríos: comunidad Sitio del Niño, Estación Bandera (parte), Colonia Oscar Osorio, con hidrografía del río sucio que riega a este cantón, el río sucio nace fuera del municipio y lo atraviesa de W a E, en forma irregular. Una parte pequeña de él sirve de límite con Ciudad Arce, longitud dentro del municipio es 16.4km; el clima, pertenece al tipo de tierra caliente y tierra templada. La precipitación pluvial anual oscila entre 1400 y 2000mm (M.O.P, 1982).

El estudio se realizó el año 2011 en seis granjas de ganado bovino, las cuales se ubican tres dentro del área de contaminación y tres fuera de esta.

- Área de contaminación son: Ganadería 1, Sitio del Niño; Ganadería 2, Sitio del Niño; Ganadería 3, Sitio del Niño (Fig. 1).

- Área fuera de contaminación son: Ganadería 4, Colonia Oscar Osorio; Ganadería 5, Caserío Flor Amarilla; Ganadería 6, Caserío Flor Amarilla (Fig. 2).



Fig. 1. Ubicación del Radio de contaminación de 1500 metros tomando como eje la fábrica de baterías.



Fig. 2. Radio de 4100 metros muestreado en el estudio tomando como eje la fábrica de baterías.

## 2. Metodología de Campo.

Esta fase con una duración de ocho semanas, tomando las muestras y analizando una ganadería por semana. El muestreo se realizó en seis ganaderías, donde tres estaban dentro del radio de contaminación y otras tres fuera del radio de contaminación, simultáneamente se tomaron las muestras de leche (Fig. 3) y agua que se utiliza para dar de beber al ganado bovino, que provenían de los pozos que se encontraban en cada una de las seis ganaderías. El procedimiento de muestreo para el agua se realizó recolectando 250mL. en un frasco de boca ancha estéril, color blanco con tapón de rosca y luego identificándolo, tomando en cuenta que el pH podía afectar el dato si no era neutra la muestra, se usó tiras reactivas papel pH de 0-14 para ver si el agua era ácida o alcalina y así evitar inestabilidad de muestra, si era neutra se agregaba al agua con gotero ácido nítrico concentrado, donde se volvía a tomar la lectura de pH, el agua se tomaba de la fuente procurando que el frasco quedara rebalsando, luego se tapaba, se guardaba en un embalaje secundario refrigerándola entre 4 y 7°C. Se procedió al registro de tres muestras de agua en cada lugar, a las que se le tomó tres réplicas a cada una.

Las réplicas se logran dando dos lecturas más a cada una, con el espectrofotómetro de absorción atómica, consiguiendo así nueve análisis de agua de la ganadería por día, una vez a la semana, con un total de 54 análisis de agua. En cuanto a la leche se esperaba encontrar residuos del plomo reflejado por el consumo de agua y se registraron tres muestras: vacas primera lactación, vacas segunda lactación y las de tercera lactación o superior; cada una de estas tres muestras contenían un duplicado, teniendo así seis muestras para el análisis con dos réplicas, obteniendo un total de 18 análisis por ganadería al día una vez a la semana, haciendo un total 108 análisis. La leche se recolectó, utilizando guantes, y por medio de ordeño manual o mecánico, colocando la leche dentro de frascos de vidrio estériles, tapándolos con papel film, luego se rotularon. Las muestras se guardaron en el embalaje secundario manteniéndolas refrigeradas, hasta ser llevadas al laboratorio junto con las muestras de agua correspondientes del mismo lugar. En el laboratorio se registró pH con las tiras reactivas, para su posterior análisis.



Fig. 3. Toma de muestra de leche (Foto: Guillen-Paredes, R.)

## 3. Metodología de Laboratorio

### 3.1. Fase inicial para separación de grasa y proteínas de la leche

Se realizó en los laboratorios de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador. Antes de analizar la leche con el espectrofotómetro de absorción atómica. El procedimiento para separar la grasa y proteínas de la leche consistió en dejar reposar la leche en el frasco donde se recolectó cubierto con papel film y en refrigeración para que la emulsión de sólidos grasos reposara sobre la superficie de la leche, todo esto realizado tres horas antes de agregar el ácido clorhídrico al 0.1 N y separando el sólido mecánicamente con la utilización de una cuchara plástica e inmediatamente se adicionó 250mL de ácido clorhídrico 0.1 N con agitación de agitador de vidrio para neutralizar cualquier ácido presente disolviendo y precipitando la caseína. Obteniendo la separación limpia de las fases acuosas de los sólidos, después de esto se midió el pH. Usando una pipeta volumétrica de 25mL se obtuvo el suero de la leche y se trasladó al frasco de vidrio respectivo de cada muestra identificada y previamente lavada con ácido clorhídrico 0.1 N para filtrarlo con papel filtro whatman colocado sobre un embudo de vidrio previamente lavado con ácido clorhídrico 0.1 N hasta obtener un volumen mínimo de 50mL y el filtrado obtenido se cubrió con papel film y se aseguró con tirro alrededor, rotulando y llevándolo a refrigeración a 4°C. La muestra ya lista para lectura de espectrofotómetro de absorción atómica (Fig. 4) y trasladado en hielera para mantener la muestra fresca hasta el Instituto de Investigación y Desarrollo Químico Biológico.

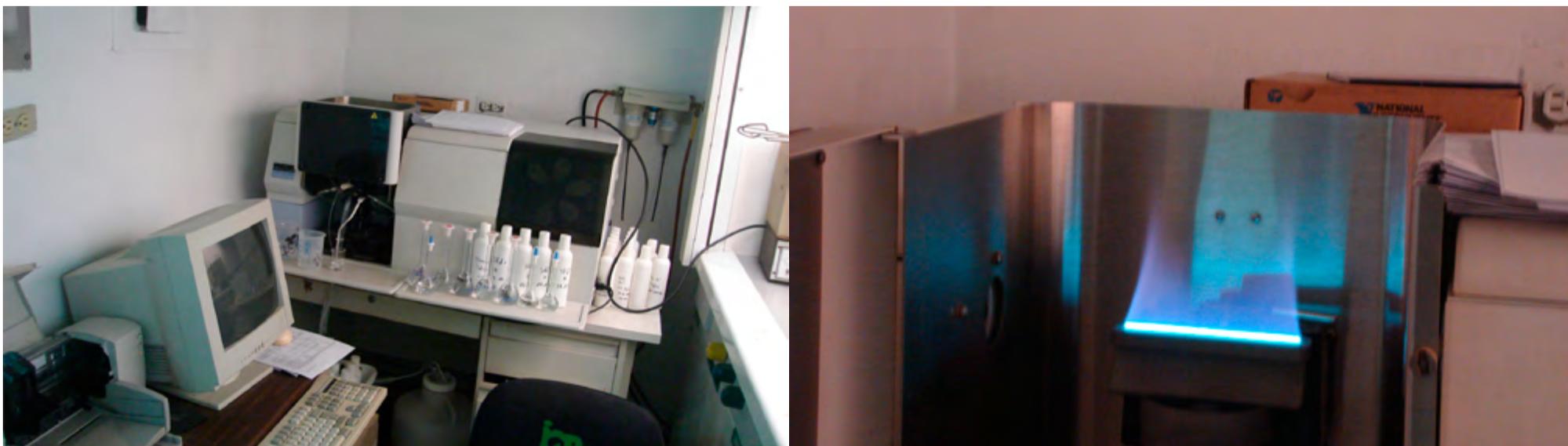


Fig. 4. Equipo de absorción atómica con llama (Foto: Guillen-Paredes, R.).

### 3.2. Fase inicial para el manejo de agua en el Laboratorio.

Se llevó a cabo en el Instituto de Investigación y Desarrollo Químico Biológico. Para el manejo de las muestras de agua, se usó el mismo proceso de traslado de la leche evitando así que no ocurran procesos de fermentación, por microorganismos que alterarían el pH. Como el agua se encuentra en solución no es necesario prepararla de otra forma y podrá cuantificarse el plomo presente en esta con el espectrofotómetro de absorción atómica. Luego de calibrar el aparato, preparando la curva del espectrofotómetro como lo describe el apartado 3.3.

### 3.3. Fase final para la cuantificación de plomo por el método de espectrofotometría de absorción atómica por flama ( $\lambda=283.3\text{nm}$ ).

Técnica para la preparación de curva de espectrofotómetro para analizar plomo, se realizó a través del método descrito por la A.O.A.C, 2000.

-Preparar la solución de trabajo de 100mg/L que se realizó, disolviendo 0.1598g de nitrato de plomo en una cantidad mínima de HN03 1+1, se adicionó 10mL de HN03 concentrado y aforando con agua hasta 1000mL. Para elaborar la curva de concentración se tomaron 0.025 ppm, 0.05 ppm y 0.1 ppm, con un límite de detección del espectrofotómetro de 0.05 ppm.

- Se corrió el blanco y se ajustó a cero el equipo.

- Realizando la curva de calibración con solución patrón.
- Enjuago nebulizador con mezcla de HN03/H2O (1.5 mL/1mL).
- Atomizado de la muestra.
- Lectura de la muestra.
- Realización de dos réplicas más.

### 4. Metodología Estadística.

Se utilizó la prueba de Chi cuadrado por la Prueba de Homogeneidad con un nivel de significancia del  $\alpha=0.05$

### III. Resultados y discusión.

#### 1. Presencia de plomo en leche producida en tres ganaderías dentro y tres fuera del radio de contaminación con plomo determinado con el método de absorción atómica.

Se demostró que existe una relación entre las muestras de leche y agua en cuanto a la presencia y ausencia de plomo, con un X2 calculado de 4.43 y un X2 tabla de 3.54 (Cuadro 1 y 2), también se observa una mayor presencia de plomo en la leche que en el agua, lo que indica que las vacas que ingieren esta agua, no adquieren el plomo únicamente de esta fuente, ya que están involucrados otros factores como el pasto y el suelo entre otros; por lo que se considera lo citado por Herrera

Flores, 2009. En su estudio donde analizó muestras de suelo a 500m. alrededor de la fábrica, mencionó que el suelo de los terrenos cercanos a la fábrica (Figura 1) se encuentra zacate que utiliza para alimentar el ganado y estos animales pueden estar absorbiendo plomo por lo que su leche y carne pueden contener concentraciones de plomo.

Cuadro 1. Prueba de Chi Cuadrado por homogeneidad de contingencia 2 x 2 para ver la relación entre las muestras y presencia - ausencia de plomo.

Cuadro 1. Prueba de Chi Cuadrado por homogeneidad de contingencia 2 x 2 para ver la relación entre las muestras y presencia - ausencia de plomo.

Muestras	Presencia Fo=* Fe=( )	Ausencia Fo=* Fe=( )	Total
Muestra de Agua	12* (14.5)	6* (3.5)	18
Muestra de Leche	17* (14.5)	1* (3.5)	18
Total	29	7	36

Factores			Ganaderías	Pb. mg/L	Nivel permitido	Nivel No permitido
<b>MUESTRAS DE LECHE</b> Límite máximo permitido en la leche es de 0.02 mg x litro	Dentro	L1	G1	2.254		X
		L1	G2	0.291		X
		L1	G3	0.373		X
		L2	G1	0.19		X
		L2	G2	0.266		X
		L2	G3	0	X	
		L3	G1	1.13		X
		L3	G2	0.224		X
		L3	G3	0.798		X
	Fuera	L1	G4	0.820		X
		L1	G5	0.275		X
		L1	G6	0.270		X
		L2	G4	0.735		X
		L2	G5	0.274		X
		L2	G6	0.300		X
		L3	G4	0.758		X
		L3	G5	0.082		X
		L3	G6	0.265		X
<b>MUESTRAS DE AGUA</b> Límite máximo permitido en el agua es de 0,01 mg x litro	Dentro	A1	G1	0	X	
		A1	G2	0.023		X
		A1	G3	0.723		X
		A2	G1	0	X	
		A2	G2	0.195		X
		A2	G3	0.727		X
		A3	G1	0	X	
		A3	G2	0.849		X
		A3	G3	0.727		X
	Fuera	A1	G4	7.16		X
		A1	G5	0	X	
		A1	G6	0.083		X
		A2	G4	0.678		X
		A2	G5	0	X	
		A2	G6	0.108		X
A3	G4	0.691		X		
A3	G5	0	X			
A3	G6	0.072		X		

Cuadro 2. Promedios de plomo en mg/litro obtenidos el 2011 en Cantón Sitio del Niño, Municipio de San Juan Opico, La Libertad, El Salvador.

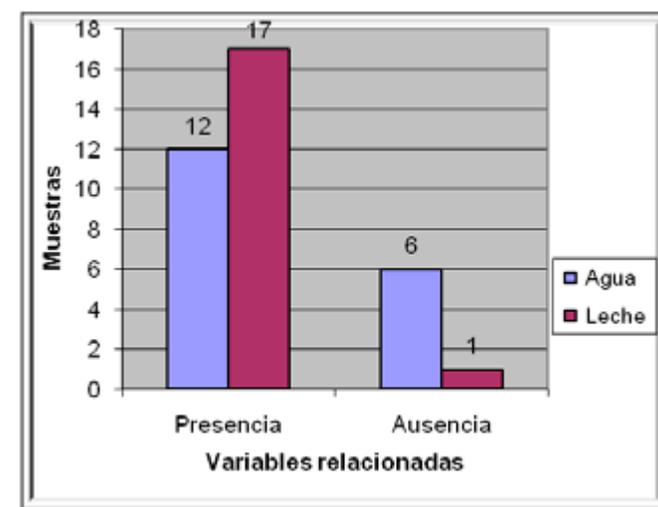


Fig. 5. Relación de Presencia y Ausencia de Plomo en las Muestras de Agua y Leche.

La Figura 5 y el Cuadro 1 muestran la relación de la presencia y ausencia de plomo en la leche y el agua, donde se encuentra un 94.44% y 66.66% de presencia de plomo en el total de las muestras analizadas respectivamente. Los niveles presentes detectados en las muestras de leche de las tres ganaderías dentro del radio de contaminación (Fig. 1 y 6) dan evidencia que Ganadería 1 presenta los niveles medios más altos en las muestras de leche conteniendo hasta 2.254mg/litro de plomo. En cuanto a las tres ganaderías fuera del radio de contaminación se tiene (Fig. 7) la Ganadería 4, con niveles medios de plomo de 0.820mg/litro, siendo este sitio el que tiene medias más altas, por lo que se aprecia que tenemos niveles de plomo en leche en valores no permitidos, según el Codex Alimentarius en los sitios dentro y fuera de dichos radios.

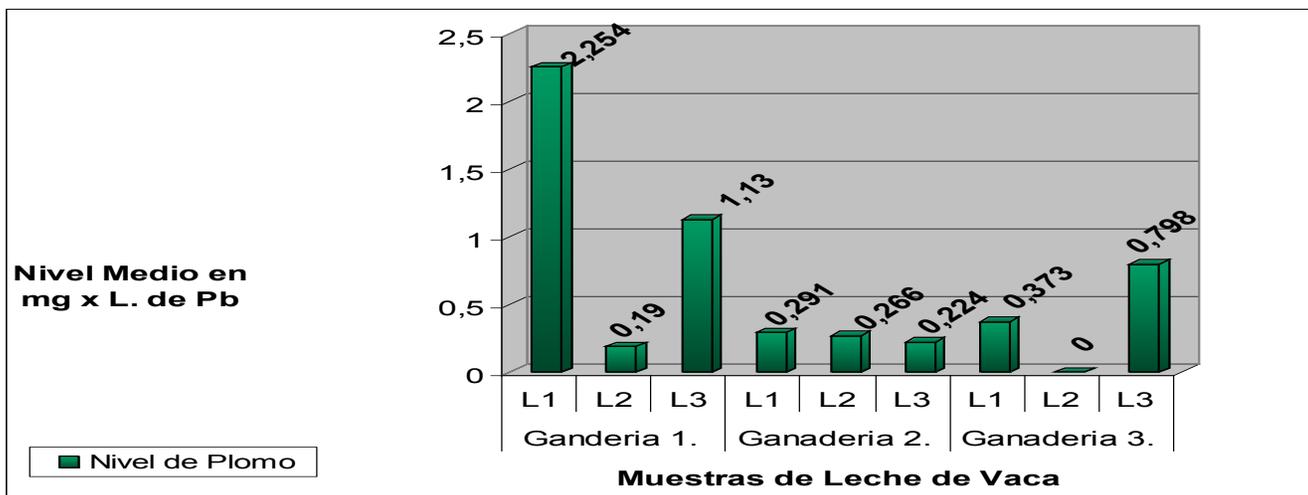


Fig. 6. Nivel de Plomo en muestras de leche de Vaca expresado en mg por litro, tomado en tres Ganaderías dentro del radio de contaminación.

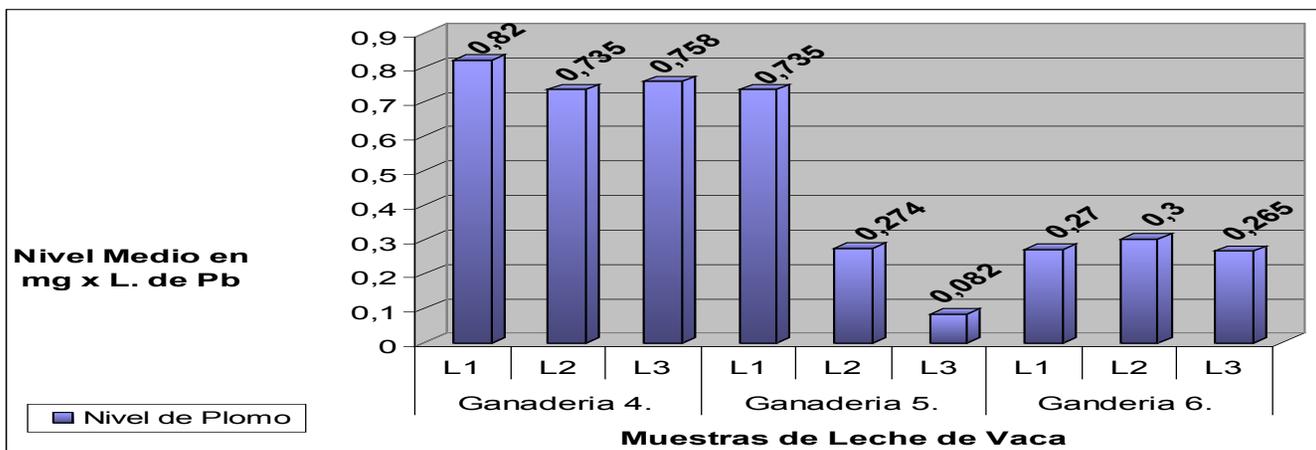


Fig. 7. Nivel de Plomo en muestras de leche de Vaca expresado en mg por litro, tomado en tres Ganaderías fuera del radio de contaminación

## 2. Cuantificación del plomo en el agua usada para abastecer al ganado bovino en las seis ganaderías, utilizando el método de absorción atómica.

Los valores medios obtenidos por absorción atómica en las muestras de agua de las tres ganaderías dentro del área de Contaminación, al igual que la leche de estas Ganaderías poseen niveles de plomo no permitidos para su consumo (Cuadro 2), según la norma del Codex Alimentarius, y la Norma Salvadoreña Obligatoria (N.S.O.). Por otra parte los datos determinados para las tres ganaderías fuera del radio de contaminación, también muestran niveles muy elevados

que son no permitidos con valores hasta de 7.16mg/litro (Cuadro 2), estos resultados en las seis ganaderías superan el nivel de plomo citado por el MARN 2010, donde obtuvieron resultados de tres pozos artesanales que arrojaron niveles de 0.044 mg/dl en el radio de 1,500 metros. El ANDA, manifestó que la contaminación con plomo solo se ha detectado en pozos artesanales, sin afectar el manto freático (agua subterránea), pero hay riesgo debido a la escorrentía superficial. Esto es muy importante pues durante el proceso de muestreo del agua se obtuvo información de la procedencia de la misma, la cual se ofrece a los animales de abasto e inclusive es consumida por los humanos, demuestran en este caso con el muestreo de

agua de pozos que se extrae agua con bomba de succión de pozos de las Ganaderías 1, 2, 3, 4, 5 y 6 con profundidades de 3m, 4-6m, 6m, 33m, 13m, 14m respectivamente; destacando a la ganadería 5 que también usa agua del río el Sauce. Estos datos obtenidos con valores por encima de lo permitido y mayores a los citados por MARN, 2010. Todo esto permite determinar que el manto friático ya ha sido contaminado con plomo por la profundidad que tienen los pozos. Recordando a Tomé *et al.*, 2002, el agua es un recurso imprescindible, la calidad de esta agua es determinante para la obtención de una leche sana y de buena calidad ya que interviene en aspectos claves del proceso de producción.

Además, el estudio de plomo y otros metales pesados en aguas de río y sus sedimentos constituyen un aporte de disposición de información de carácter ambiental y contribuye al diagnóstico de cada cuenca que por consiguiente permitirá la toma de decisiones de tipo gubernamental. El plomo como metal pesado constituye un serio problema ambiental, por su toxicidad y sus repercusiones fisiológicas, tanto en seres humanos como en animales. La investigación de metales pesados como el plomo en el agua permite conocer las rutas contaminantes y su interacción con otras sustancias contaminantes en el agua (Contreras Pérez *et al.*, 2004).

## 3. Comparación de presencia de residuos de plomo en leche y agua obtenidas dentro y fuera del radio de contaminación.

En cuanto a presencia y ausencia de Plomo dentro del radio de contaminación y fuera de este lugar, se evidencia que no influye en la presencia de plomo si la muestra es tomada dentro o fuera del radio contaminación con un  $X^2$  calculado de 0.17 y un  $X^2$  tabla de 3.54 (Cuadro 3.), y siguiendo lo citado por MARN, 2010, que declaró que el radio de contaminación con plomo era de 1,500 metros alrededor de la fábrica la que fue delimitada por medio de análisis de suelo y agua (Fig. 1), según la presente investigación este radio de contaminación se ha extendido, pues es mucho más grande que el descrito por el MARN, teniendo este nuevo radio 4,100 metros (Fig. 2). En la Figura 8, los resultados demuestran que la contaminación es igual dentro y fuera del radio determinado por el MARN.

Sitios	Presencia Fo=* Fe=( )	Ausencia Fo=* Fe=( )	Total
Dentro del radio de contaminación	14* (14.5)	4* (3.5)	18
Fuera del radio de contaminación	15* (14.5)	3* (3.5)	18
Total	29	7	36

Cuadro 3. Prueba de Chi Cuadrado por homogeneidad de contingencia 2 x 2 para ver la relación entre los Sitios y presencia - ausencia de plomo.

Periodos de Lactancia	Presencia Fo=* Fe=( )	Ausencia Fo=* Fe=( )	Total
Periodo de Lactación 1	10* (9.66)	2* (2.33)	12
Periodo de Lactación 2	9* (9.66)	3* (2.33)	12
Periodo de Lactación 3	10* (9.66)	2* (2.33)	12
Total	29	7	36

Cuadro 4. Prueba de Chi Cuadrado por Homogeneidad de contingencia 2 x 3 para ver la relación entre periodos de lactancia y presencia - ausencia de plomo

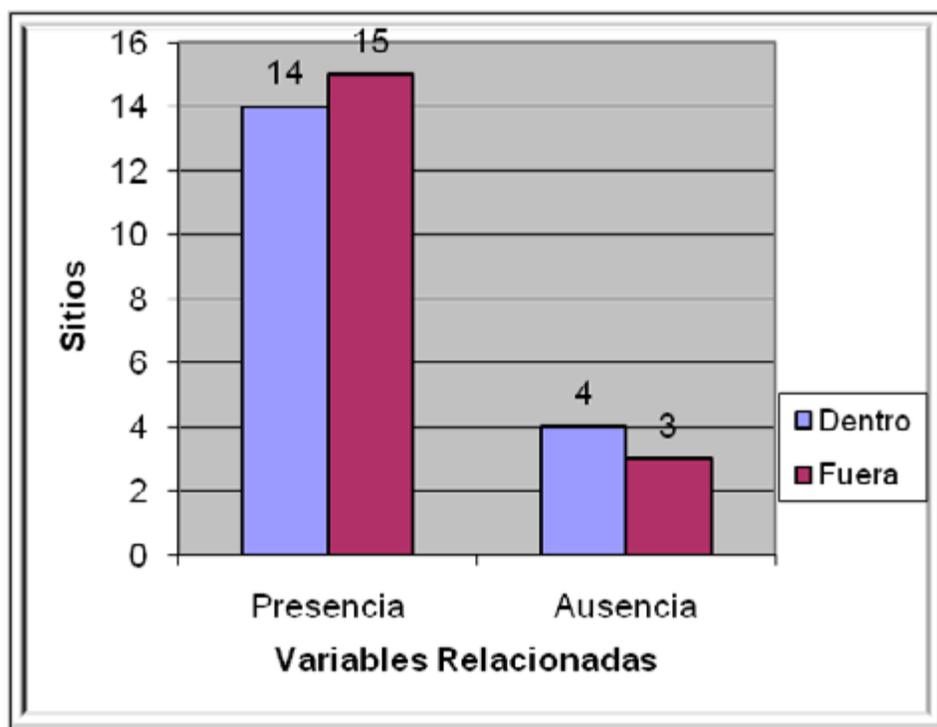


Fig. 8. Relación de presencia y ausencia de Plomo en los sitios dentro y fuera del radio de contaminación en el Cantón Sitio del Niño del Municipio de San Juan Opico, La Libertad, El Salvador.

#### 4. Medición del efecto en el periodo de lactación de las vacas en presencia de residuos de plomo.

La prueba estadística nos dice que el efecto de la presencia de plomo en las vacas de tres periodos de lactación diferentes en las seis ganaderías, no es significativo a un nivel de significancia de  $\alpha=0.05\%$  y con un  $X^2$  calculado de 0.35 y un  $X^2$  tabla de 5.99. Se aprecia una similitud en los contenidos de plomo en la leche de tres edades (Cuadro 4), lo que es debido seguramente como lo reflejan los valores de muestras de leche y agua (Cuadro 2) por poseer cantidades semejantes en mg/l, que para el ganado bovino adulto representa dosis tóxicas muy bajas según lo que ingieren, recordando a Booth y McDonald, 1987, la toxicosis crónica se presenta si es ingerido durante un periodo de días, semanas o meses, la dosis oral crónica en vacuno adulto es de 6-7mg de acetato de plomo/Kg. por día durante 6-8 semanas (aunque puede enfermar con 6 mg/Kg./día durante 60 semanas cuando el plomo procede de pinturas); gracias a esto y sabiendo lo que mencionan Booth y McDonald, 1987 que solo el 1-2% del plomo ingerido se absorbe formando un compuesto insoluble, por tal razón las vacas no presentan una diferencia perceptible, además de ser todas bovinos adultos por la metodología usada y el tipo de muestra (leche).

#### 5. Comparación de la presencia de residuos de plomo con los valores permisibles en el Codex Alimentarios en leche y agua obtenidas dentro y fuera del radio de contaminación.

Los requisitos mínimos que debe cumplir el agua para que se considere potable, exige mantener en unos límites determinados el contenido de microorganismos, sólidos en suspensión, sales y elementos químicos, como metales o nitritos (Tomé *et al.*, 2002), no obstante en las ganaderías que entraron en este estudio, todas se abastecen de pozos artesanales, cuando debería de utilizarse agua potable de las redes públicas. El Cuadro 2, compara los valores permitidos con los no permitidos en donde en la leche existen 17 valores medios que son no permitidos y en el agua 12 valores medios no permitidos, destacando lo que se observa en (Fig. 9).

Como se observa en la Figura 9, la Ganadería 1, aparece con niveles de plomo en cero, sin embargo no quiere decir que no contenga ninguna traza de plomo en agua, pues la sensibilidad de  $5 \times 10^{-3}$ ppm del equipo usado no permite medir la cantidades por debajo de esta cantidad de acuerdo al método descrito por la A.O.A.C (2000), por otra parte la ganadería 1 es la que presenta el nivel medio más alto de plomo en la muestra de leche (Fig. 6).

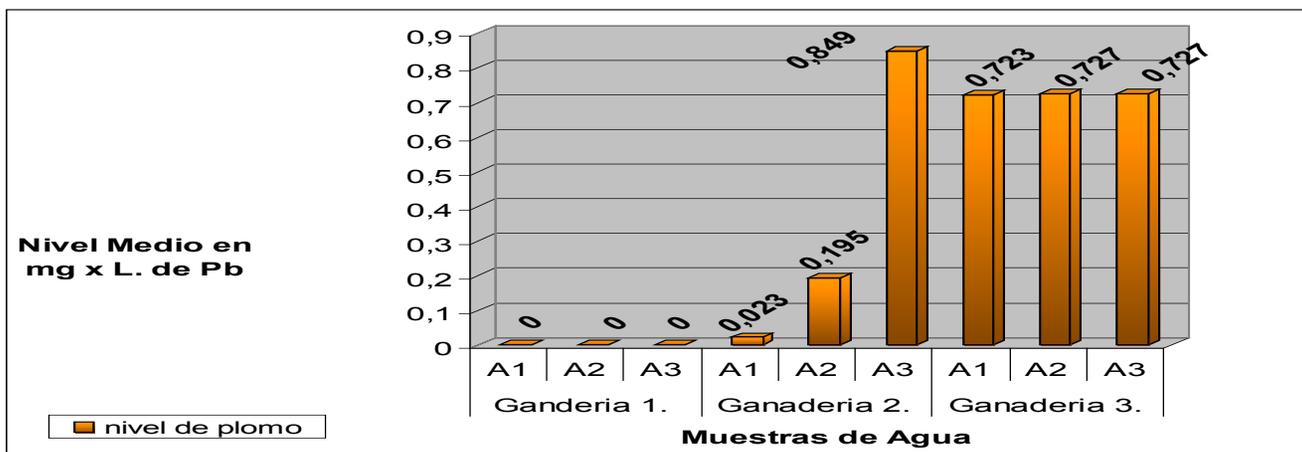


Fig. 9. Nivel de Plomo en muestras de agua expresado en miligramos por litro, tomado en tres ganaderías, dentro del radio de contaminación.

#### IV. CONCLUSIONES.

- Existe presencia de plomo tanto en los sitios donde se ubican las tres ganaderías dentro del radio de contaminación de 1,500 metros y también en las tres ganaderías fuera de este radio en 4,100 metros.
- En las tres ganaderías dentro del radio de contaminación, la ganadería 1 es la que presenta mayor nivel medio de plomo en las muestras de leche. Por otra parte de las tres ganaderías fuera del radio de contaminación, la ganadería 4 tiene las medias más altas de plomo en su leche.
- La leche de las seis ganaderías muestreadas tienen presencia de plomo, superiores a los niveles permitidos
- Existe mayor presencia de plomo en las muestras de leche que en las de agua en los seis sitios; puesto que se evidencia que de 18 valores medios de leche de los lugares muestreados, 16 fueron positivos con contenidos de plomo, mientras que en el agua se encontraron 12 valores medios positivos a la presencia de plomo. Esta agua es utilizada para la sala de ordeño, limpieza de utensilios y consumo de los humanos en las ganaderías.
- La cuantificación del plomo en el agua fue tomada de pozos, donde se extrae la misma por medio de bombas de succión, encontrándose con niveles altos de plomo hasta 33 metros de profundidad, por tanto ya fue afectado el manto freático.
- Los residuos de plomo en muestras de leche y agua tomadas dentro del radio de contaminación y fuera de este, presentaron contaminación en proporciones semejantes.

- La medición del efecto en los periodos de lactación no es significativa, debido a que no hay mayor diferencia en el contenido de plomo de la leche en los diferentes periodos de lactación, siendo estos niveles superiores a los permitidos.
- Los valores medios que se encontraron en la leche de las seis ganaderías, dieron como resultado 17 valores medios no permitidos; mientras que en el agua son 12 valores medios no permitidos. Debido a que estos datos sobrepasan los valores límites aceptados para la leche y el agua de 0.002mg/l y 0.01mg/l respectivamente.

#### V. RECOMENDACIONES.

- Se recomienda que el MARN estudie la presencia de residuos de plomo en muestras de agua, leche de ganado bovino, pasto y suelo tanto dentro como fuera del radio de contaminación.
- En futuras investigaciones se recomienda analizar el plomo en el suelo y el pasto que consumen los animales en el área que se incluyó en este estudio y otras áreas alejadas de la zona.
- Todas las ganaderías estudiadas en las que se encontraron niveles no permitidos de plomo en el agua y leche de ganado bovino, se monitoreen periódicamente y se tomen las medidas correspondientes.
- De los seis sitios investigados se obtuvieron datos que dos ganaderías utilizan la leche para elaborar otros productos derivados, por lo que debería capacitarse a los propietarios en algunas alternativas que minimicen el riesgo a la salud pública.

- Las entidades gubernamentales competentes deberán hacer estudios de trazabilidad y rastreabilidad, para detectar y evitar el consumo de alimentos contaminados.

- La leche producida por las ganaderías en estudio no debe ser comercializada ni consumida.

- La ganadería 5 utiliza agua del río Sauce el cual posiblemente sea una fuente de contaminación, por lo cual debe ser analizado y estudiado, debido a que puede acarrear escorrentías de agua con plomo cuando llueve.

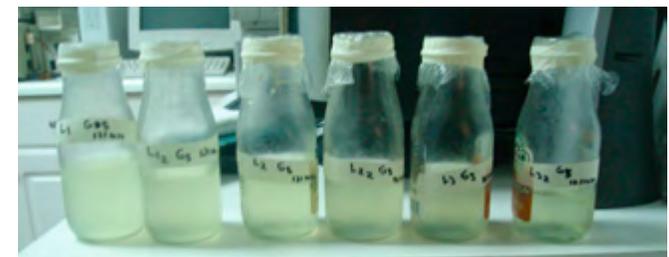
- La laguna de Chammico debe de ser analizada y estudiada por encontrarse muy cerca del área de contaminación ya que está en riesgo por las escorrentías de las lluvias



Muestras de leche de una Ganadería.



Filtración de las muestras de leche



Frascos de vidrio conteniendo el suero de leche.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

- A.O.A.C. 2000.** Métodos Oficiales Analíticos, Th 16 ed., Baltimore, US.
- Booth, N.H; McDonald, L.E. 1987.** Farmacología y Terapéutica Veterinaria. Zaragoza, ES. Ed. Acribia, S. A. 2 vols. 819p.
- Codex. 1995.** Codex standard for contaminants and toxins in food and feed. Codex stan 193-1995. 39p.
- CONACYT. 2009.** Acuerdo No. 407. NSO 13.07.01:08. Del Órgano Ejecutivo En el Ramo de Economía. Agua. Agua potable (segunda actualización). DIARIO OFICIAL, San Salvador, SV, JUN 12, p. 43-61.
- Contreras Pérez, J B; Mendoza, C. L.; Gómez, A. 2004.** Determinación de metales pesados en Río Haina. Santo Domingo, DO. Instituto Tecnológico de Santo Domingo. 71p. (En línea). Consultado 27 de diciembre de 2010. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/870/87029103.pdf>.
- Harrison, T. R. 1989.** Principios de Medicina Interna. Tomo I.11av. Ed. Ed. Nueva Editorial Interamericana, S. A. de C. V. México D. F. 1288 p.
- Herrera Flores, K. I. M. 2009.** Evaluación de la contaminación por plomo en suelos del cantón sitio del niño municipio de san Juan Opico departamento de la libertad. Tesis Lic. San Salvador, SV, Universidad de El Salvador. Facultad de Química y Farmacia. Nov. 79p.
- MARN. 2010.** Estado de emergencia ambiental por plomo, Nueve colonias de San Juan Opico están comprendidas dentro del radio de 1500 afectados por la medida partiendo desde las inhalaciones de la fábrica de baterías, Diario la Prensa Grafica, San Salvador, SV, Agosto, Viernes 20, pagina 10.
- MOP. 1982.** Monografía del Departamento y Municipios de La Libertad. Ciudad Delgado, SV. Edit. Instituto Geográfico Nacional Ingeniero Pablo Arnoldo Guzmán. 185 p.
- Simetriss. 2010.** Riesgos ocupacionales: intoxicación por plomo en sitio del niño, Diario Co-latino, San Salvador, SV, Sept, Martes 14, pagina 22.
- Tomé, JA; García Ocaña, EO; Terradillos Márquez, A. 2002.** Manual de instalaciones para explotaciones lecheras. Sevilla, ES. Ed. Junta de Anda Lucia. Consejera de Agricultura y de Pesca. 246p.
- Valdés Perezgasga, F; Cabrera Morelos, V M. 1999.** La contaminación por metales pesados en Torreon, Coahuila, México. Primera edición, MX, 50p.



*Synemosyna* sp. (Familia Salticidae)

La mirmecomorfia es una estrategia mimética por la cual varias especies de arañas e insectos se confunden con hormigas mediante convergencia de formas, compuestos químicos y comportamiento (McIver & Stonedahl, 1993; Cushing, 1997; Debandi & Roig-Juñet, 1999). Actualmente se conocen más de ochenta especies de arañas que mimetizan hormigas (Cushing, 1997)

Una de las principales ventajas de imitar a las hormigas es evitar el riesgo de ser presa de potenciales predadores

Bióloga Rosa María Estrada H.  
Fotografía e identificación de especie: Cratomorphus

