

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y PRODUCCIÓN
ANIMAL



MONOGRAFÍA

LAS AGUAS FÓSILES Y SU INFLUENCIA EN LA
PRODUCCIÓN LÁCTEA EN LA COMARCA LAGUNERA

POR

HERMINIO HERNÁNDEZ LUZ

PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OBTENER EL
TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

ASESOR PRINCIPAL

PHD. JUAN DAVID HERNÁNDEZ BUSTAMANTE

TORREÓN, COAHUILA. MÉXICO

OCTUBRE DE 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



MONOGRAFÍA

LAS AGUAS FÓSILES Y SU INFLUENCIA EN LA PRODUCCIÓN
LÁCTEA EN LA COMARCA LAGUNERA

APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA.

PRESIDENTE DEL JURADO.


PHD. JUAN DAVID HERNÁNDEZ BUSTAMANTE

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL


MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO



Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA. MÉXICO

OCTUBRE DE 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

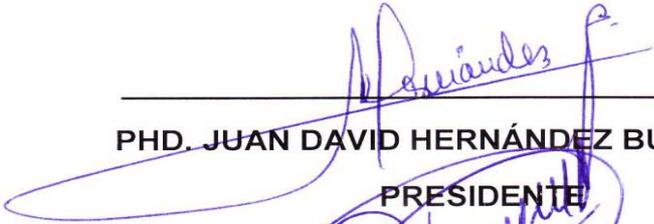
MONOGRAFÍA POR:

HERMINIO HERNÁNDEZ LUZ

LAS AGUAS FÓSILES Y SU INFLUENCIA EN LA PRODUCCIÓN LÁCTEA EN
LA COMARCA LAGUNERA

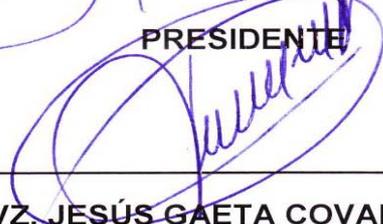
ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE
ASESORÍA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA



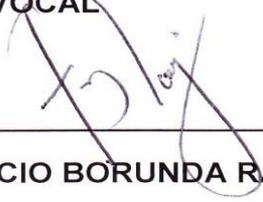
PHD. JUAN DAVID HERNÁNDEZ BUSTAMANTE

PRESIDENTE



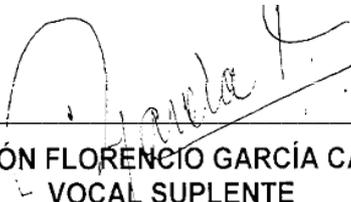
MVZ. JESÚS GAETA COVARRUBIAS

VOCAL



IZ. JORGE HORACIO BORUNDA RAMOS

VOCAL



DR. RAMÓN FLORENCIO GARCÍA CASTILLO
VOCAL SUPLENTE

AGRADECIMIENTOS:

A DIOS:

Que siempre me ha acompañado, quien es fiel amigo que me ha mostrado el camino y me ayudo a salir adelante, dándome fe y un cariño incondicional y por qué sé que de hoy en adelante me seguirá ayudando para tener un buen desarrollo como profesionista.

A MI ALMA MATER:

Que así como transcurrían los días, me hizo sentir quererla y apreciarla cada día más, brindándome una profesión, que igual que a ella también sentí quererla más con forme esta avanzaba.

AL PHD. JUAN DAVID HERNÁNDEZ BUSTAMANTE:

Por su apoyo incondicional para poder realizar esta monografía, por su confianza y real amistad como un gran amigo.

A MIS PROFESORES:

Por brindarme los conocimientos necesarios que de hoy en adelante me servirán en mi desarrollo como profesionista, muchas gracias.

DEDICATORIA.

Especialmente con todo el afecto y cariño que se merecen las personas que más han influido en mi vida.

A MIS PADRES:

SR. HERMINIO HERNÁNDEZ GUTIÉRREZ

SRA. HERMINIA LUZ JOSÉ

Como un testimonio de cariño y agradecimiento por mi existencia, valores morales y formación profesional. Porque aun sin dar esfuerzo alguno, han sacrificado gran parte de su vida para formarme y porque nunca podré pagar todos sus desvelos, ni aun con las riquezas más grandes del mundo. Por lo que soy y por el tiempo que les robe pensando en mí. Gracias, con amor y respeto su hijo. Herminio Hernández Luz.

A MIS HERMANOS:

Por los momentos felices, de juegos, enojos y tristezas, su apoyo económico, moral, sincero e incondicional de cada uno de ellos que me brindaron, por eso y más los quiero mucho.

A TODA MI FAMILIA:

Por darme siempre ánimos y brindarme su amistad, aparte de ser familia, cuando más lo necesitaba y por ser unas personas cariñosas, comprensivas, sencillas y por ser lo que son.... Gracias.

A TODOS MIS AMIGOS:

Sin excluir a alguno, tanto mis amigos dentro de la Narro como aquellos que se encuentran fuera de ella, sin nombrar a alguno en específico sino todos, por su amistad, por sus consejos y por todos los momentos que pasamos juntos.

A MI ESPOSA E HIJA: MIRIAM GARCÍA Y ESTEFANÍA HERNÁNDEZ.

Por ser una de las personas que más quiero, por haberme acompañado en el tiempo de formación profesional, por haberme ayudado, tolerado, aconsejado, hacerme sentir bien cuando lo necesitaba, por hacer que saliera adelante con mi carrera y por haberme hecho sentir quererlas. Con todo mi amor, muchas gracias.

ÍNDICE	PÁGINA
Agradecimiento.....	I
Dedicatoria.....	II
Índice general.....	III
lista de cuadros	V
lista de figuras.....	VI
I.- resumen.....	VII
II.- introducción.....	1
III.- objetivo.....	6
3.1 objetivo general.....	6
IV.- revisión de literatura.....	7
4.1.- consumo de agua por los bovinos.....	7
4.2.- metabolismo de agua en bovinos.....	10
4.2.1.- composición de los líquidos corporales.....	10
4.2.2.- diagrama de distribución del agua orgánica.....	10
4.2.2.- composición electrolítica del líquido intersticial.....	11
4.3.- los metales pesados y sus efectos en la comarca lagunera.....	11
4.3.1.- el plomo (Pb).....	13
4.3.2.- el arsénico (As).....	16
4.3.3.- el cadmio (Cd).....	17
4.4.- sobre la compañía metalúrgica más importante de México.....	18
4.5.- nutrición mineral en bovinos.....	23
4.5.1.- clasificación de los minerales.....	24
4.6.- metabolismo de los minerales.....	25
4.6.1.- absorción de los minerales.....	25
4.6.2.- transporte y tasa de renovación de los minerales en los tejidos...	25
4.6.3.- excreción de los elementos minerales.....	25
4.6.4.- control homeostático de los niveles de minerales en los tejidos...	26
4.7.- efectos de las deficiencias minerales en los animales.....	26
4.8.- toxicidad y tolerancia.....	26

4.9.- importancia de las deficiencias e intoxicaciones marginales.....	30
4.10.- interacciones minerales.....	30
4.10.- problemas metabólicos ocasionados por los minerales.....	34
V.- conclusiones y recomendaciones.....	35
VI.- literatura citada.....	37

LISTA DE CUADROS

CUADRO		Página
1	Necesidades mínimas (por kg de MS) y niveles de seguridad.....	27
2	Concentraciones máximas legales y tóxicas de microminerales con riesgo de inducir toxicidad en rumiantes.....	28
3	Límites máximos recomendados (ppm) y máximos legales (ppm) de microminerales tóxicos.....	29
4	Efectos de deficiencia y excesos nutritivos sobre parámetros reproductivos.	33

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Página
1	Niveles de plomo en sangre a los que se presentan efectos en niños en $\mu\text{g/dL}$	15
2	Relación e interacción de minerales.....	31
3	Relación antagónica y sinérgica entre minerales.....	32

RESUMEN:

El agua es un elemento fundamental para el ser vivo ya que este está constituido en su mayor parte por agua y es esencial para el buen funcionamiento del organismo.

En la industria lechera de la comarca lagunera el agua cumple una función muy importante ya que la leche está constituida de un 80 a 85% de agua. Por este motivo el agua que los animales consuman debe ser de muy buena calidad para que estos no tengan problemas y haya una buena producción de leche.

En la actualidad la comarca lagunera enfrenta un grave problema con respecto a la calidad del agua ya que esta se encuentra contaminada con grandes cantidades de metales pesados principalmente Arsénico (As), Plomo (Pb) y Cadmio (Cd).

Estos elementos también conocidos como minerales afectan gravemente la producción lechera, ya que se presentan diferentes patologías que afectan al animal y por eso hay una disminución en la producción.

Palabras clave: agua, organismo, leche, comarca lagunera, metales pesados, minerales.

INTRODUCCIÓN:

El agua es esencial para la vida de todos los seres que habitan este planeta, por lo que los organismos vivos están compuestos aproximadamente entre 60 y 98% de agua y por tanto, todos los seres vivos dependen de las propiedades de este vital líquido.

El agua químicamente pura es la combinación del hidrógeno con el oxígeno. Al estado natural, es clara, sin color, ni olor. El agua forma parte de la alimentación de los animales, y después del oxígeno, es el componente más importante e indispensable para la vida sobre la tierra.

El agua constituye el mayor peso de animales y vegetales. La falta de agua puede producir la muerte rápidamente, más que la falta de cualquier otro elemento. En su forma líquida o sólida, cubre más del 70% del planeta. El 69% del total del agua mundial se usa para agricultura, el 23% para la industria y el 8% para las necesidades domésticas.

Los animales utilizan el agua para su nutrición y crecimiento, y la obtienen de tres fuentes: la contenida en el alimento, la que se produce durante el proceso de asimilación de los mismos, y el agua de bebida.

Desde el punto de vista físico, el agua actúa en el animal como un amortiguador entre su propia temperatura y el medio ambiente. Desde el punto de vista nutricional, se comporta como un solvente universal. El agua favorece el ablandamiento y fermentación de los alimentos, permitiendo su asimilación y la excreción de orina y heces.

El agua, si posee la salinidad adecuada, puede hacer una buena contribución al consumo de minerales por parte del animal.

El agua es el principal constituyente celular, formando parte de más de la mitad del peso del animal. Así, por ejemplo, el $54.6 \pm 1.8\%$ del peso corporal de una oveja es agua y una vaca contiene 55-60% de agua. La calidad del agua de bebida para los animales es tan importante como la cantidad.

La ingesta de agua de baja calidad determina pérdida de estado en los animales, falta de apetito, trastornos digestivos, reducción en la producción láctea, alteración en la reproducción y en los casos más extremos hasta la muerte. No obstante, en la práctica, es difícil determinar cuáles son las características que debe reunir el agua de bebida, ya que los animales suelen acostumbrarse con el paso del tiempo a determinada calidad de agua. El agua per-se no es tóxica. Los efectos tóxicos o nutricionales de la misma son debidos al tipo de sales disueltas en el agua, a su concentración, forma iónica y comportamiento fisiológico.

El agua, al estado líquido, toma la forma y la calidad del recipiente que la contiene; por lo tanto, la calidad del recipiente puede definir la calidad del agua. Entonces, los bebederos deben mantenerse perfectamente limpios, libres de materiales extraños, tales como restos de vegetales, animales, tierra, algas.

La forma de expresar la concentración de las sustancias químicas presentes en el agua es en mg/l, g/l, meq/l o ppm.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL AGUA

Sales Totales:

Este grupo de sales es complejo y está dado por la suma de todos los compuestos solubles del agua. Se determina mediante la evaporación de la misma, pesando el residuo. En variadas publicaciones este componente puede ser expresado como Residuo Mineral, Sólidos Totales o Salinidad Total.

Sulfatos:

Es la sal que tiene más efecto adverso sobre la calidad del agua, debido a la combinación en la que generalmente se encuentra, como sulfato de magnesio (Mg) o de sodio (Na).

Cloruros:

Los cloruros en agua son generalmente de Na, Mg, Ca y potasio (K), siendo más abundantes en aguas profundas, aunque es poco frecuente encontrar niveles por encima de 2 o 3 g/l. El cloruro de Na es una sal beneficiosa, le da al agua el sabor salado y se definen como "engordadoras" cuando se encuentran en niveles de aproximadamente 2 g/L, siempre y cuando los sulfatos no estén en exceso. Los cloruros de Ca y de Mg le dan gusto amargo y diarrea.

Carbonatos y Bicarbonatos:

No se conocen efectos negativos para la producción animal, pero su combinación con el Ca y Mg definen la dureza del agua formando incrustaciones en las cañerías. La Dureza se define como la concentración total de iones de Ca y Mg expresados en forma de carbonatos de Ca (CO_3Ca) en g/l.

Sodio:

Con respecto al Na hemos visto que forma la sal más beneficiosa y más común, el cloruro de Na (sal común) y a no ser que se encuentre en muy alta concentración (más de 15 g/l) no produce efectos negativos.

Potasio:

El K se encuentra en muy pequeña cantidad a no ser que el agua fluya por sedimentos de nitrato de potasa (fertilizante de origen natural) en cuyo caso el agua es muy tóxica por el nitrato y el exceso de K.

Calcio:

Para Ca no se han dado límites de toxicidad, aunque como se vio antes le otorga dureza al agua.

Magnesio:

El Mg, tan necesario en la alimentación del ganado bovino en muchos pozos se encuentra en exceso, combinado con el sulfato otorgando al agua alta carga de sales totales y el sabor amargo característico. Se consideran límites máximos: para vacas lecheras de 0,25 g/l, para terneros destetados 0,4 g/l y vacunos adultos 0,5 g/l.

Arsénico:

Otro elemento importante a considerar es el Arsénico (As), que forma sales muy solubles en agua y que frecuentemente se debe a contaminación con pesticidas o desechos industriales. Puede estar presente en aguas subterráneas por contaminación natural.

Según distintas fuentes los niveles de tolerancia son de 0,05 ppm para consumo humano y 0,2 ppm para consumo animal.

Flúor:

El Flúor (F) es un contaminante muy serio en algunas partes del país. Su presencia natural se relaciona con la presencia de un tipo de ceniza volcánica con altos niveles de este mineral. Tanto su deficiencia como su exceso producen trastornos óseos muy importantes en humanos y animales. Los niveles peligrosos oscilan alrededor de 1,5 ppm de Flúor. La intoxicación se manifiesta por manchado de dientes y desgaste prematuro y desperejo de los dientes.

Otros metales:

La presencia de hierro (Fe), Manganeseo (Mn), plomo (Pb) y otros es muy poco frecuente a no ser que los pozos se encuentren en proximidad de yacimientos minerales de donde pueden recibir una seria contaminación, pero en estos casos más que en ningún otro se requiere un buen análisis de agua por la posibilidad de consumo humano.

Nitratos y Nitritos:

Estos son compuestos nitrogenados y su presencia indica contaminación con materia orgánica o de contaminación con fertilizantes nitrogenados, los niveles máximos aceptados son de 200 mg/L. En el agua se encuentran nitratos que al ser ingerido por los rumiantes lo reducen a nitritos que son altamente tóxicos. Este efecto puede verse agravado si se consumen forrajes con altos niveles de nitratos.

Otros parámetros:

El pH del agua de bebida puede variar de 6 a 8 y se sabe que las ligeramente alcalinas (pH 7 a 7,3) son las mejores. Las que excedan aquellos límites hacia abajo (pH menos de 5) o hacia arriba (pH más de 8) tienen efectos corrosivos sobre instalaciones y posibles efectos adversos en la digestión ruminal.

III.- OBJETIVO:

3.1.- objetivo general:

Establecer la relación que existe entre el agua de bebida de los animales lecheros de la comarca lagunera, enfocando el conocimiento a la nutrición mineral y el efecto que la relación agua-minerales tiene en la producción láctea.

IV.- REVISIÓN DE LITERATURA:

4.1 CONSUMO DE AGUA POR LOS BOVINOS:

El agua no sólo es buena para calmar la sed o refrescarse cuando hace calor, en la producción animal desde la más deficiente a la más eficiente el agua es un alimento y como cualquier otro forraje debe tratarse.

Es el elemento más vital de todos los conocidos hasta el momento, constituye la mayor parte del peso de los vegetales y animales y en ella se desarrollan infinidad de procesos indispensables para la vida.

Su abundancia, incluso en zonas áridas o semiáridas hace que pocas veces le prestemos la atención necesaria tanto desde el punto de vista de su uso como de su conservación.

El agua no puede soportar su propio peso por lo que debe ser contenida en un envase y por ser excelente solvente toma algunas de las características del mismo. De aquí puede deducirse que la calidad del receptáculo define la calidad del agua. En el caso de aguas subterráneas su composición variará de acuerdo a las características del suelo y subsuelo, la que a su vez puede modificarse cuando se la almacena en tanques o represas, agregando o quitando elementos.

La forma de expresar los valores encontrados en el agua puede ser como partes por millón (ppm), en gramos por litros de agua (g/l), en miligramos por litro de agua, (mg/l) y miliequivalentes.

La calidad del agua está definida por elementos propios, sin embargo al interactuar con los animales y otros alimentos los efectos pueden modificarse (Sager. 2000).

En los animales el agua cumple muchas funciones de las cuales pueden destacarse las siguientes:

- Regulador de temperatura: el agua actúa en el animal como un regulador entre su temperatura y la del medio ambiente.

- Solvente: el agua se comporta como un elemento en el cual se disuelven los alimentos; favorece el ablandamiento y fermentación de los mismos, permitiendo que el animal los aproveche.

- Vehículo de transporte: el agua facilita el transporte de nutrientes, hormonas y otros materiales como los residuos, por lo cual facilita también la expulsión de la orina y las heces.

- En los órganos de los sentidos: la transparencia de los medios del ojo se mantiene por el agua; el sonido es conducido a través del oído por un líquido formado principalmente por agua.

- En la producción de leche: más del 80% de la leche es agua.

Dadas sus múltiples funciones, que hacen que el agua sea primordial en la vida de los animales y en su productividad, el suministro de agua no debe limitarse simplemente a poner un bebedero, debemos estudiar el aporte de agua a los animales desde tres puntos de vista: sus necesidades, su consumo y la calidad del agua (<http://www.somexnutricion.com/paises/index.php>).

Las fuentes de agua para el ganado son los arroyos, lagos, ríos, charcos, lagunas, manantiales, pozos, siendo la de mayor importancia el agua subterránea.

En general, los requerimientos de agua por unidad de peso corporal va disminuyen con la edad. Un bovino adulto consume entre un 8-10% de su peso en agua. Una vaca lechera puede consumir entre 38 y 110 litros de agua por día (l/d), un bovino para carne de 26 a 66 l/d, y una oveja de 4 a 15 l/d. Las hembras preñadas consumen más agua que las vacías, y las lactantes más que las secas. Las vacas lecheras, son las que más agua consumen de todos los bovinos, en proporción a su tamaño corporal, debido a que tienen grandes requerimientos de

agua para poder mantener su producción láctea, ya que entre el 85 y el 87% de la leche, es agua.

Hay diversos factores que influyen sobre la cantidad de agua requerida por los animales, tales como: raza, edad, estado fisiológico, temperatura y humedad ambiente, velocidad del viento, contenido de proteínas e hidratos de carbono de la dieta, ingestión de sales, etc. Los factores que más modifican el consumo de agua son la temperatura ambiente y el tipo de alimento.

La temperatura ambiente elevada, aumenta los requerimientos de agua en los animales. El aumento puede ser entre un 30 y un 60% en meses calurosos. Así, un animal para carne (450 Kg), puede consumir 28, 41 o 66 litros de agua según que la temperatura ambiente sea 4, 21 o 32° C, respectivamente.

Durante la privación de agua hay pérdida de peso debido a la pérdida de agua desde los tejidos y desde el intestino, el cual actúa como reservorio de agua que mantiene al organismo hidratado. Una provisión inadecuada de agua, puede resultar en una disminución de la producción láctea más rápida y drásticamente que cualquier otra deficiencia nutricional.

La otra variable de gran importancia es el tipo de alimentación. Alimentos como silajes, pasturas, tienen un alto porcentaje de humedad, mientras que los granos y henos tienen bajo porcentaje. Alimentos altamente energéticos, producen mucho agua metabólica, mientras que alimentos bajos en energía, producen poca. En general, todos los forrajes secos y concentrados, demandan un consumo de agua por parte del animal mayor que los forrajes verdes.

Otro factor a tener en cuenta, es la distancia a los bebederos. La frecuencia de consumo voluntario de agua para una vaca es de 3-4 veces/día. En las zonas áridas o semiáridas, los animales bajan a consumir agua cada 2, 3 o más días. En estos casos, el consumo puntual de agua es mucho más elevado que si se

produce en 1 o 2 tomas diarias. El ganado prefiere tomar agua varias veces al día. Si el consumo está limitado, el animal comienza a comer menos y más lentamente. La privación de agua generalmente resulta en pérdidas del peso corporal. Por otro lado, el exceso de agua sobre todo en terneros, causa diarrea. El mejor método es proporcionar diariamente agua fresca, limpia, *ad-libitum* y de fácil acceso (Cseh. 2003).

4.2 METABOLISMO DEL AGUA EN BOVINOS:

4.2.1 Composición de los líquidos corporales:

El agua orgánica total está dividida convencionalmente en dos compartimientos que constituyen el líquido extracelular y el intracelular. La distribución del agua depende de los iones y moléculas en solución en los diferentes compartimientos orgánicos, puesto que por difusión pueden atravesar las membranas celulares, la pared de los capilares, los linfáticos hasta que la actividad del agua (Osmolaridad) tienda a equilibrarse a cada lado de la membrana. A su vez las limitaciones en el movimiento de los solutos determinan restricciones en el movimiento del agua.

Las propiedades de los líquidos orgánicos además del número de partículas en solución que le dan la osmolaridad, dependen de la carga eléctrica de los electrolitos, de coloides anfotéricos como las proteínas y de solutos no electrolíticos, como la urea, la glucosa y los aminoácidos.

4.2.2 Diagrama de distribución del agua orgánica:

El compartimiento extracelular a su vez está formado por:

- a. Plasma (5% del peso corporal);
- b. Líquido intersticial (15% del peso corporal): Huesos, tejido conectivo y otros espacios intersticiales;
- c. Líquido del tejido conectivo;
- d. Líquido del tejido óseo;

e. Líquidos transcelulares (3% del peso corporal): Gastrointestinales, Cefalorraquídeo, Sinovial, Humores Hísticos y Acuosos, Secreciones glandulares, pleura y Peritoneo.

4.2.3 Composición electrolítica del líquido intersticial:

Similar al plasma pero con menor concentración de proteínas (la pared capilar les limita el paso) y mayor concentración de Cloro. Esta concentración diferente de las proteínas condiciona la presencia de una presión osmótica intravascular (presión oncótica del plasma).

1. La neutralidad electroquímica requiere que la suma de los aniones de un lado de la membrana sea igual a la suma de los cationes del otro lado.
2. El producto de las concentraciones de los iones difusibles de un lado de la membrana es igual al producto de los mismos del otro lado de la membrana.
3. Existen más partículas osmóticamente activas en el sitio donde está la proteína que del otro lado.
4. En el compartimiento donde se encuentran las proteínas, la concentración de aniones difusibles es menor que la de los cationes difusibles.

4.3.- LOS METALES PESADOS Y SUS EFECTOS EN LA COMARCA LAGUNERA:

Los metales pesados se han convertido en un tema actual tanto en el campo ambiental como en el de salud pública. Los daños que causan son tan severos y en ocasiones tan ausentes de síntomas, que las autoridades ambientales y de salud de todo el mundo ponen mucha atención en minimizar la exposición de la población, en particular de la población infantil, a estos elementos tóxicos.

Recientemente, ha llamado la atención de la prensa internacional (Associated Press, 1999., Reuters, 1999., Tricks, 1999., Whitbeck, 1999., Smith, 1999., Malkin, 1999., Smith, 1999) y nacional (Numerosos reportajes y notas informativas de Proceso, El Norte, Reforma, La Jornada, Uno Más Uno, Excelsior, El Universal, etc. y medios de la región), el caso del envenenamiento por metales pesados entre la población infantil de Torreón, Coahuila, en el Norte-Centro de México. Este problema había sido estudiado y denunciado desde hace veinte años por diversas instituciones y grupos ambientalistas.

El problema en la ciudad de Torreón es provocado por el plomo, el cadmio y el arsénico, tres elementos altamente dañinos para los humanos. Sin embargo, los estudios, las denuncias y ahora las acciones que se han realizado en torno a este problema tienen como actor principal al plomo. Esto no significa que el plomo sea el más tóxico de los tres elementos –de hecho ocurre lo contrario- sino a que de los tres es el que ha sido utilizado por la humanidad más ampliamente y por ende es el que causa más problemas y más preocupación en todo el mundo. Valdría la pena estar conscientes de este hecho y no tener la impresión que es el plomo el único contaminante que nos preocupa.

El envenenamiento por metales pesados se debe al funcionamiento de la cuarta fundidora más importante del mundo, propiedad de la compañía Peñoles, situada en el centro de la ciudad de Torreón. El envenenamiento por plomo no es un problema exclusivo de Torreón. En otros lugares puede presentarse la contaminación por plomo pero las fuentes emisoras pueden ser distintas, como en el caso reciente que afecta a los vecinos de la empresa Pigmentos y Óxidos S.A. en el área metropolitana de Monterrey, Nuevo León (Alanís, 1999).

A continuación se describen los tres elementos, sus efectos sobre la salud y algunas medidas de prevención que pueden tomarse en el ámbito personal y familiar. Es claro que un problema de contaminación requiere de medidas en otro

nivel (industrial, social), pero también es cierto que en el ámbito inmediato y personal es donde el individuo tiene mayor influencia.

4.3.1 El Plomo (Pb)

El plomo es un metal pesado, azuloso, suave y maleable, usado en varios procesos industriales. El plomo existe naturalmente en la corteza terrestre, de donde 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. Se sospecha que es tóxico para los sistemas endócrino, cardiovascular, respiratorio, inmunológico, neurológico, y gastrointestinal además de poder afectar la piel y los riñones. El plomo no es biodegradable y persiste en el suelo, en el aire, en el agua y en 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 a menos que sea retirado.

La exposición al plomo, aún a niveles bajos, afecta a niños y a adultos. En cantidades muy pequeñas, el plomo interfiere con el desarrollo del sistema neurológico, causa crecimiento retardado y problemas digestivos. En casos extremos causa convulsiones, colapsos e incluso la muerte. La exposición a cantidades sumamente pequeñas de plomo puede causar a largo plazo daños medibles e irreversibles en niños aun cuando éstos no muestren síntomas particulares. Se ha encontrado que una concentración de 7 microgramos de plomo por decilitro de sangre ($\mu\text{g/dL}$) causa daños irreversibles en el sistema neurológico de los infantes (Rosen, 1992). El plomo en la sangre de los niños puede provocar que un genio en potencia solo llegue a un nivel de aprovechamiento promedio o que un niño que hubiera tenido habilidades promedio quede discapacitado de por vida. Hay estudios que han relacionado una baja de 5.8 puntos en las pruebas de cociente intelectual (donde 100 sería la habilidad de la mayoría de los niños), por cada diez microgramos por decilitro en la sangre de un niño (Rosen, 1999).

Para poner estos datos en perspectiva, debemos especificar que un microgramo es una millonésima parte de un gramo y un decilitro es la décima parte de un litro. El límite máximo permisible de plomo en la sangre de un niño según la Norma Oficial Mexicana promulgada en junio de este año, es de 10 $\mu\text{g/dL}$, sin embargo es importante resaltar que este nivel no es seguro ni es normal, ni es deseable (Lead in Children: Old Story, New Data”, Rachel’s Environment & Health Weekly 633, January 14, 1999). Las autoridades médicas reconocen que no se ha identificado un umbral a partir del cual se presenten los efectos dañinos del plomo. La Academia Americana de Pediatría recomienda como nivel deseable de plomo en la sangre de los niños la cantidad de cero.

Es importante recalcar que tampoco existe un nivel de plomo en sangre que pueda ser considerado normal.

El plomo causa anemia en los niños y en los adultos al impedir la formación de moléculas que transportan el oxígeno. En los adultos, la exposición a niveles sumamente bajos de plomo causa incrementos pequeños pero significativos en la presión arterial y no existe evidencia de que haya un umbral para este efecto. También en los adultos, el plomo causa enfermedades renales y afecta la fertilidad. La alta presión arterial (hipertensión) causada por la exposición al plomo, contribuye a que mueran miles de personas cada año, especialmente personas entre las edades de 35 y 50 años. La figura 1 muestra los cambios fisiológicos causados por el plomo en niños. Se cree que el uso generalizado que le daban en la antigua Roma (en recipientes, tubería, etc.) tuvo que ver con la decadencia de su civilización. Los romanos usaban incluso el acetato de plomo, por su dulzura, como edulcorante del vino, agudizando la intoxicación quien lo bebía.

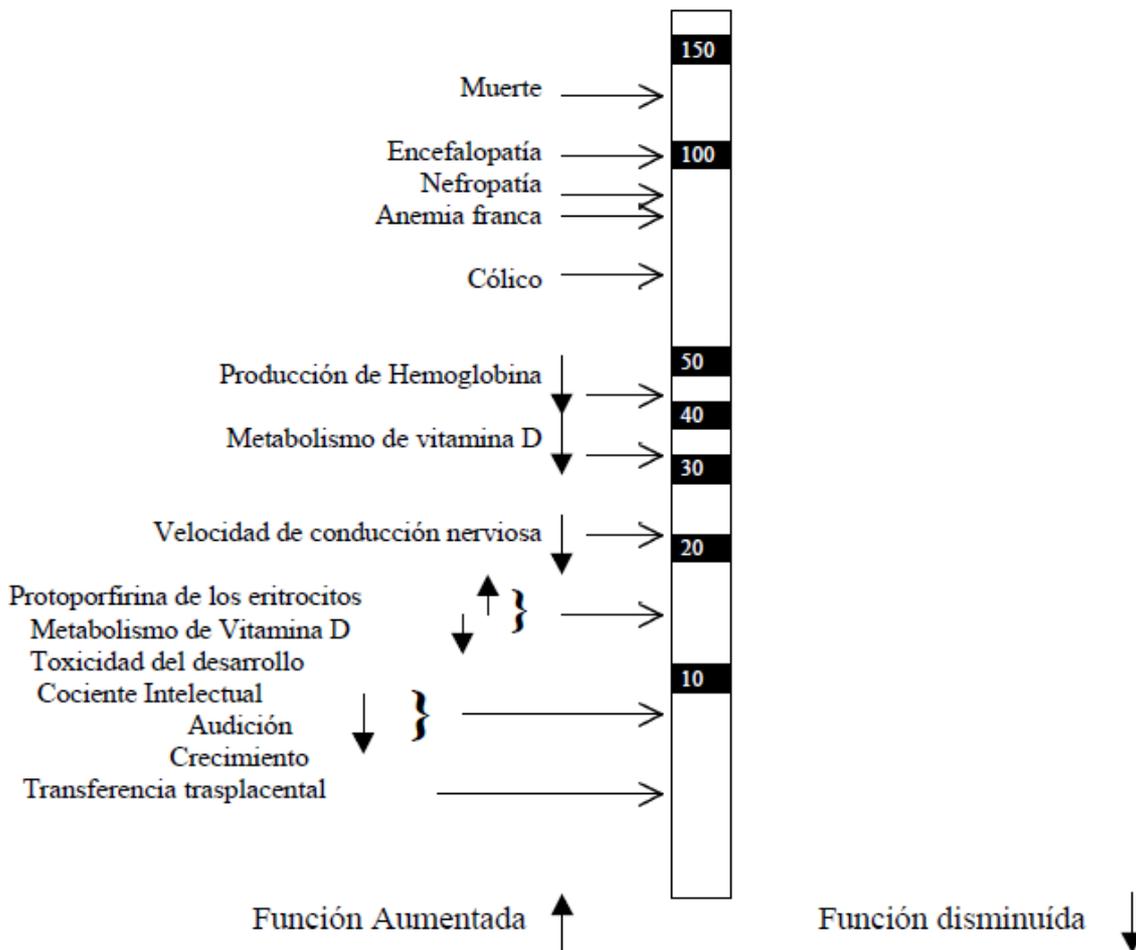


Figura 1. Niveles de plomo en sangre a los que se presentan efectos en niños en µg/dL.

Las fuentes de contaminación por plomo son múltiples e incluyen a las fundidoras, las fábricas de baterías, algunas pinturas, la loza de barro vidriado cocida a baja temperatura y las gasolinas con tetraetilo de plomo (que se dejaron de usar en México en 1997). En nueve sistemas de clasificación de riesgo citados por el Fondo para la Defensa Ambiental o Environmental Defense Fund (<http://www.scorecard.org/chemical-profiles/>) el plomo aparece como un material que es más peligroso que la mayoría de los productos químicos. Se le considera dentro del 10% de los materiales más peligrosos para la salud humana.

4.3.2 El Arsénico (As)

El arsénico se encuentra en dos formas comunes: una gris y de aspecto metálico y otra no metálica y amarillenta. Se usa para librar al vidrio de los tonos verdosos y se agrega al plomo para volverlo más duro. También se le emplea en la elaboración de diversos insecticidas. Antes del advenimiento de los antibióticos se le empleaba como medicamento en dosis sumamente pequeñas para tratar padecimientos como la sífilis.

El arsénico es muy tóxico y causa daños al sistema neurológico, al sistema cardiovascular y está ligado a diversos tipos de cáncer como el de la piel. La intoxicación crónica por arsénico puede manifestarse por la aparición de llagas y un aspecto leproso. Inhalar arsénico aumenta las posibilidades de desarrollar cáncer pulmonar. Una dosis superior a los 65 miligramos suele provocar una muerte violenta. Los síntomas de la intoxicación por arsénico incluyen la fatiga, los dolores musculares, la pérdida del cabello, el zumbido de los oídos, la cicatrización difícil, la depresión, la laxitud, las alucinaciones visuales y la disminución de la producción de glóbulos rojos y blancos. La intoxicación crónica puede causar la muerte. La pintura verde del papel tapiz de la casa donde estuvo cautivo Napoleón en la isla de Santa Helena -la pintura llamada "verde de París", con alto contenido de arsénico- fue el veneno que terminó con su vida.

Las fuentes principales de la contaminación arsenical son las fundidoras, el agua de ciertas regiones, el humo de tabaco, algunos plaguicidas, los huevos de gallinas criadas en régimen industrial (se les da arsénico para combatir los parásitos) y los mariscos. Para protegerse de los daños se pueden tomar dosis de yodo orgánico, megadosis de vitamina C y comer diversos germinados.

4.3.3 El Cadmio (Cd)

El cuerpo humano no necesita cadmio en ninguna forma. El cadmio es dañino en dosis muy pequeñas. El envenenamiento por cadmio produce osteoporosis, enfisema pulmonar, cáncer de pulmón, cáncer de próstata, hipertensión, diversas cardiopatías y retraso en la habilidad verbal de los niños.

El cadmio está presente en suelos contaminados, en algunas tuberías antiguas, en algunas pinturas (sobre todo de color rojo, amarillo y naranja) y en algunos plásticos. El cadmio puede ser adquirido por comer polvo contaminado, por el uso de utensilios de plástico en la alimentación, por inhalar humo de tabaco y por ingerir agua contaminada.

Las medidas preventivas contra el envenenamiento por cadmio giran en torno a evitar su ingesta. Incrementar los hábitos de higiene en las zonas donde exista este metal en el polvo; no fumar; beber preferentemente agua purificada y usarla para cocinar y lavarse los dientes; no usar utensilios de plástico para preparar, guardar o servir alimentos; evitar que los niños mordisqueen juguetes de plástico, bolígrafos, etc.; evitar los mariscos y las vísceras pues acumulan el cadmio.

También ayuda tomar megadosis de vitamina C (varios gramos al día); tomar alimentos ricos en bioflavonoides (centeno germinado, polen de abeja, por ejemplo); tomar levadura de cerveza que contiene el complejo B y selenio. En México, algunos investigadores han atendido tanto el problema general del envenenamiento por plomo, así como el caso de Torreón en particular (Badillo, 1991). En su revisión del problema, la Dra. Lilia A. Albert señalaba a los grupos de mexicanos en riesgo como:

- La población que usa utensilios de cocina de barro vidriado

- La población en ciudades donde la contaminación atmosférica es intensa, especialmente la provocada por el uso de combustibles con aditivos basados en plomo
- Los trabajadores de diversas industrias, como las fábricas de baterías y pigmentos
- Los consumidores de alimentos enlatados, especialmente chiles y productos derivados de las frutas
- La población que vive en la cercanía de las fundidoras y otras industrias que procesan el Plomo. Más recientemente Díaz-Barriga y sus colaboradores 1995 han descubierto el papel que juegan el plomo, el cadmio y el arsénico en la placenta como indicadores de un deterioro ambiental (Díaz-Barriga, y colaboradores 1995).

El problema de la contaminación por metales pesados y sus efectos en la salud tiene su origen en el funcionamiento en el centro de la ciudad de Torreón, del cuarto complejo fundidor más grande del mundo. Este complejo es propiedad de la compañía Met-Mex Peñoles.

4.4 SOBRE LA COMPAÑÍA METALÚRGICA MÁS IMPORTANTE DE MÉXICO

En la Sierra de Peñoles, Municipio de San Pedro del Gallo, Estado de Durango, se localizan tres minas; la de Jesús María en el Cerro del Capitán, la de Nuestra Señora del Refugio en el Cerro de Peñoles y la de San Rafael en las cercanías del Cerro de la Cruz de Peñoles. En esta sierra nace Peñoles el 1 de febrero de 1887. Los señores Jesús y Joaquín Contreras, José Leonardo Flores y el Coronel Tomás Calderón hicieron la denuncia de las tres minas antes citadas por considerarlas abandonadas, con el propósito de trabajarlas. Desde mediados del siglo XIX, las disposiciones legales establecían que una mina estaba abandonada si su propietario no la trabajaba durante un año. El 1 de marzo de 1887 se forma la compañía minera de Peñoles que toma posesión de las minas el 27 de mayo del mismo año.

En 1917 la Compañía de Minerales y Metales, entonces subsidiaria de la American Metal Company adquirió la Compañía Metalúrgica de Torreón, S.A. que había iniciado sus operaciones desde el año de 1901. En el año de 1920 la Compañía de Minerales y Metales se fusionó con la Compañía Minera de Peñoles. Con la reestructuración llevada a cabo entre 1961 y 1969 en que se nacionalizó la empresa, esta cambió de nombre a Industrias Peñoles y las operaciones metalúrgicas quedaron a cargo de una nueva empresa denominada Met-Mex Peñoles, S.A. de C.V. (MMP), ubicada en la Comarca Lagunera. Originalmente en Torreón solo estaba la planta fundidora de plomo y plata, pero en 1973 se instaló una planta electrolítica de zinc y en 1975 se añadió la refinería de plomo y plata.

Finalmente se agregó la planta de Bermejillo, Durango, donde se produce óxido de zinc, polvo de zinc, sulfato de cobre y óxido de antimonio. Esta planta recibe su materia prima de Torreón. Fue así como se conformó uno de los complejos metalúrgicos no-ferrosos más importantes del mundo en Torreón.

Es importante recalcar que la empresa Met-Mex Peñoles es solo una compañía del conglomerado Industrias Peñoles que incluye tanto al complejo metalúrgico de Torreón como una docena de minas en operación en todo el país y una división de productos químicos industriales tales como óxidos de magnesio, sulfatos de sodio, cal y óxidos de zinc. El consorcio participa en empresas en Perú, Bolivia y otros países de Latinoamérica.

En 1975, los terrenos aledaños a Met-Mex Peñoles, en lo que hoy es la Colonia Luis Echeverría, comenzaron a llenarse de asentamientos irregulares (llamados comúnmente "paracaidistas"). En 1976, antes de dejar la Presidencia de la República, Luis Echeverría Álvarez decidió dar posesión de los terrenos a sus ocupantes. La Empresa se opuso, a sabiendas de que sus procesos podrían llegar a representar un riesgo para la comunidad. Sin embargo, las autoridades estatales, presionadas por intereses políticos y económicos, tuvieron que modificar

los usos de suelo y permitir los asentamientos. Hoy en día, la Colonia Luis Echeverría es una de las más populosas de Torreón.

La empresa metalúrgica actualmente proporciona empleo directo a 2,158 personas, que se traduce en 12 millones y medio de pesos mensuales en sueldos. Recibe productos y servicios de 970 proveedores y contratistas y consume materia prima procedente de 134 remitentes mineros de diferentes partes del país. Una buena cantidad de las compañías remitentes, proveedoras y contratistas nacieron exclusivamente para satisfacer las necesidades de Met-Mex Peñoles.

Según la compañía, MMP a la fecha ha realizado inversiones por más de 565 millones de dólares, de los cuales, la tercera parte se ha destinado a equipos y sistemas anticontaminantes. Las ventas en 1998 superaron los 771.1 millones de dólares. MMP tiene el primer lugar mundial en la producción de plata y es el primer lugar en Latinoamérica en la producción de oro, plomo y zinc. En México, es el único productor de plomo primario.

En el rubro de medio ambiente, la compañía afirma tener muchos años cumpliendo con la normatividad ambiental vigente (Domingo López Bustos. "Asume Peñoles Compromiso" nota publicada en La Opinión, 21 de enero de 1999., Met-Mex Peñoles. "Boletín Informativo", inserción pagada en los diarios de Torreón ese mismo día) en el país y se sometió a una Auditoría Ambiental (voluntaria) promovida por la Procuraduría Federal de Protección Ambiental (PROFEPA) en 1994, firmando un plan de acción en enero de 1996. Sin embargo la normatividad mexicana suele ser laxa y adolece de lagunas y de normas. Por ejemplo, no existe una Norma Oficial Mexicana sobre concentración de metales pesados en el suelo ni existe una sobre emisión de metales pesados a la atmósfera aunque existe una norma (NOM-043-ECOL-1993) que establece límites máximos permisibles para la emisión de partículas suspendidas totales (PST) a la atmósfera desde una chimenea. Las PST incluyen a los metales como el plomo. Sin embargo esta norma es para chimeneas y no incluye otras fuentes de emisión.

También existe una norma que establece límites máximos a la concentración de plomo en la atmósfera pero que no constituye un nivel máximo de emisiones. La concentración de plomo en la atmósfera cercana a la planta de Peñoles ha rebasado este límite máximo desde hace varios años²⁷. Tampoco existía una norma sobre presencia de plomo en sangre, apenas el 25 de junio de 1999 se promulgó una Norma Oficial Mexicana de Emergencia con vigencia de seis meses, que fue emitida a la luz de la gravedad del caso de Torreón²⁸. Al comparar esta norma con las normas de otros países, se aprecian en la mexicana graves deficiencias que se puntualizan en el capítulo VI.

Como resultado de la auditoría voluntaria se firmó un convenio en enero de 1996, del cual la compañía afirma llevar un avance del 90% y espera concluir este año. Según la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, hasta febrero de 1999 la empresa había cumplido con 76 de las 113 medidas correctivas que equivale al 67% (Profepa. “Evolución reciente de la contaminación atmosférica generada por la empresa Met- Mex Peñoles en Torreón”, mayo de 1999). MMP afirma que desde 1993 ha promovido ante el Instituto Nacional de Ecología (INE) la creación de normas que establezcan límites de emisión para sus procesos. Sin embargo, el rezago económico por el que el país atraviesa ha limitado los recursos de las dependencias involucradas para trabajar en este sentido. Esta carencia afecta a todo tipo de industria en general.

El Complejo Metalúrgico de MMP, del cual forma parte la planta fundidora responsable de los casos de envenenamiento que se presentan en Torreón, se encuentra en una región semidesértica, con baja precipitación pluvial y con vientos de alta velocidad en determinadas temporadas del año. Lo anterior es un factor agravante para que cualquier contaminante particulado presente altas concentraciones en el aire. Tampoco existe una capa vegetal natural que impida que dichos contaminantes puedan ser transportados del suelo al aire. El viento tiene dos direcciones principales: en invierno, va del NO al SE y, el resto del año va del NE al SO predominantemente. Entre noviembre y marzo se presentan con

frecuencia inversiones térmicas que son fenómenos atmosféricos que exacerban la contaminación ambiental, concentrando la contaminación y no dejando que se disipe a las capas superiores de la atmósfera.

El arsénico como un contaminante del agua, de los alimentos y de la atmósfera, puede producir diversos estados patológicos con manifestaciones locales y sistémicas tales como carcinoma epidermoide (Birmingham, Key, Holaday y Perone, 1965., Astolfi, 1971), lesiones dérmicas, alteraciones vasculonerviosas, leucemias, alteraciones renales y digestivas, carcinoma broncogénico (Goldman, 1973., Poirier, Favre, Kleisbauer, Ingento, Paoli, Lava. 1973., Chahinian, 1973.), etc.

Por las manifestaciones cutáneas, pueden describirse cuatro períodos clínicos de la intoxicación, los cuales no pueden delimitarse categóricamente ya que se imbrican entre sí. El primero es una hiperhidrosis palmoplantar; el segundo, una hiperqueratosis de las mismas zonas con trastornos vasculonerviosos locales; el tercero, una melanodermia difusa más visible en el tronco y el cuarto, el estado maligno de algunas de estas lesiones (Astolfi, 1971).

La región de la laguna se encuentra en el centro norte de México entre los 103° 45' y los 102° de longitud oeste y entre los 25° 15' y los 26° 15' de latitud norte; comprende el noreste del estado de Durango y el suroeste del estado de Coahuila (Cartas Geográficas Cetenal, GISB85, GISB86, G13B87, G13D15, G13D16, G13DI7, GISD25, G13D26, G13D27, Comisión de Estudios del Territorio Nacional, México, D.F., 1976). Tiene un clima muy seco, templado la mayor parte del tiempo y con invierno benigno. La lluvia, deficiente en todas las estaciones, ha dado lugar a una vegetación característica del desierto (Viniegra, y colaboradores 1964).

En esta región existen zonas en las que el hidroarsenicismo crónico es endémico y: donde, incluso, han surgido brotes agudos en el sector urbano de la

ciudad de Torreón, Coahuila, donde se notificaron 40 casos graves y una defunción en 1962 (Viniegra, y colaboradores 1971).

En la zona rural localizada en los municipios de Francisco I. Madero y San Pedro de las Colonias, Coahuila, y Tlahualilo, Durango, se han realizado algunos estudios epidemiológicos que muestran una alta incidencia de estados patológicos atribuibles al arsénico (Bracho, 1971., Ochoa, 1964).

En 1976 se produjo en la región un brote epizootico agudo en el ganado vacuno, debido a intoxicación con alimentos contaminados con arsénico. Esta epizootia afectó a 6,014 bovinos de un total de 11,000 cabezas. De los afectados, 1,500 fallecieron y 1,396 quedaron con secuelas del padecimiento, por lo que hubo que sacrificarlos. Solamente 3,118 del total afectado se recuperaron. La producción - lechera de la zona disminuyó en 100,000 - litros diarios (Torres de Navarro, 1976., Excear, Año LIX, 1976). Debe señalarse que, según se conoce, la concentración de arsénico en el suelo de esa zona es de 0.9 a 1.55 mg/100 g de suelo (Ochoa, 1964).

La presencia de arsénico en el agua subterránea utilizada para bebida humana o animal, es uno de los problemas sanitarios más importantes a nivel mundial. El arsénico es un elemento ampliamente distribuido en la naturaleza y de elevada toxicidad para los seres vivos. Los casos reportados de intoxicación crónica en el hombre provienen de países como Argentina, Bangladesh, Chile, México, China, Hungría, India, Taiwán, Tailandia, Reino Unido y Estados Unidos de América, donde la exposición a través del agua de bebida afecta a varios millones de personas (Bhattacharya, y colaboradores., 2002).

4.5 NUTRICIÓN MINERAL EN BOVINOS:

Los minerales constituyen entre el 4-5 % del peso vivo del animal, y su presencia es necesaria para la vida y salud de todas las especies.

Las actuales tendencias en la nutrición mineral de bovino van en dos líneas bien diferentes, ya se trate de sistemas de explotación intensiva o extensiva. En el primer caso se estudia minimizar los aportes para evitar excreciones innecesarias, que crean un problema importante de contaminación ambiental (French y Chaparro, 1960; Faira, 1983; Tejos, 2001).

4.5.1 Clasificación de los minerales:

Desde un punto de vista académico los elementos inorgánicos se clasifican en dos grupos, según las cantidades necesarias en la dieta y/o por su presencia cuantitativa en el organismo del animal: macroelementos y microelementos. Para los primeros las necesidades dietéticas se establecen por encima de 100 partes por millón (ppm), (porcentaje de la ración o gramos por día) y para los microelementos por debajo de estas cantidades. Del mismo modo, la concentración media en los tejidos supera las 100ppm para los macroelementos siendo menor para los microelementos (en general por debajo de 20ppm).

Son numerosas las funciones que cumplen los minerales y afectan a la práctica totalidad de los procesos del ser vivo (Failla, 1999; Cashman y Flynn, 1999).

- Funciones estructurales: son constituyentes esenciales en la formación de dientes y esqueleto (Ca y P, fundamentalmente).
- Reacciones de transferencia de energía: P
- Síntesis de proteína: S
- Transferencia genética (RNA): P, Fe, Mn, Ni, Zn, Cr.
- Sistemas enzimáticos (metaloenzimas y enzimas metaloides).
- Funciones vitales de regulación: presión osmótica, equilibrio acido-base (pH); permeabilidad de la membrana; actividad neuro-muscular; regulación de la función basal y transporte de oxígeno a las células.
- Componente fundamental: Co en la vit B12.

4.6 METABOLISMO DE LOS MINERALES:

4.6.1 Absorción de los minerales

La proporción de mineral que se absorbe en el animal varía según los diferentes minerales. Podemos destacar las siguientes vías de absorción:

- a) Tracto digestivo: es la más importante, siendo la parte más activa, aunque variable según los distintos minerales. Los iones Co, Na, Cl y K, mas relacionados con los líquidos corporales, pueden ser absorbidos en más de un 70%.
- b) Aparato respiratorio: Cadmio.
- c) Piel: inyección de determinados compuestos.

4.6.2 Transporte y tasa de renovación de los minerales en los tejidos:

Una vez absorbidos, los minerales son transportados por todo el organismo del animal, a través del plasma como combinados con compuestos orgánicos (proteínas o aminoácidos); como iones (Na, K, Cl) y como parte de iones (fosfatos).

Cuando los minerales llegan a los tejidos, se fijan a estos bajo forma de combinaciones muy diversas. Cabe destacar el concepto de tasa de renovación, que sería el periodo de tiempo desde que un elemento llega a un tejido orgánico hasta que es eliminado. Por lo que se deduce que la tasa de renovación depende de: los distintos elementos, de sus combinaciones químicas, y de los diferentes tejidos corporales (el hueso es de peor compartimiento)

4.6.3 Excreción de los elementos minerales:

En cuanto a los minerales excretados, debemos considerar dos tipos: la porción contenida en los alimentos que no es absorbida y llega a las heces, y la parte que tras ser absorbida es posteriormente excretada (origen endógena). Cuantitativamente en Na, Cl, K y Mg, por la orina, y de Fe, Zn, Mn y Cd, por las heces. Como vías de excreción citamos heces y/o orina, sudor y respiración (en el

caso del Se en exceso). No se debe considerar la leche como vía de excreción, puesto que se trata de una secreción.

Una serie de elementos son eliminados por la orina, como Na, K, P, S, Fe y Co. Muchos se vierten en las secreciones digestivas para ser después reabsorbidos en mayor o menor cuantía, así en el jugo pancreático y biliar, respectivamente, o el Cl en el jugo gástrico. Hay también pérdidas de minerales por descamación de la piel y el sudor (Na, Cl y K).

4.6.4 Control homeostático de los niveles de minerales en los tejidos:

La homeostasis se define como: situación de relativa uniformidad que tiene lugar como consecuencia de los ajustes de los seres vivos a los cambios en su medio. Luego el rumiante, aunque consuma minerales altamente variables mantiene constante los niveles de los elementos minerales funcionales en los tejidos, gracias a un control homeostático. La gran variación en el consumo y el rendimiento normal es consecuencia del control homeostático.

4.7 EFECTOS DE LAS DEFICIENCIAS MINERALES EN LOS ANIMALES:

Varia ampliamente para cada mineral, pues muchos síntomas se superponen por que las deficiencias en ellos dan lugar a los mismos signos carenciales, al tener efectos similares, y por consiguiente resulta difícil diagnosticar. Aun se complica más por el hecho de que la deficiencia a largo plazo tiene un efecto negativo sobre la salud y rendimiento y es posible que tenga lugar una notable depleción de algún elemento antes de que disminuyan los rendimientos.

4.8 TOXICIDAD Y TOLERANCIA

Todos los elementos son potencialmente tóxicos si se consumen en cantidades suficientes altas, pero generalmente los niveles de tolerancia sin que aparezcan efectos negativos en el rendimiento o salud son muy superiores a las necesidades mínimas, y normalmente el margen de tolerancia entre los niveles de

deficiencia o toxicidad es mayor para los oligoelementos que para los macrominerales.

Conviene recordar que algunos microminerales como F, I, y Cu pueden dar toxicidad en ciertas condiciones de alimentación.

Como muchas otras sustancias tóxicas, también en el caso de los minerales, y más en los microminerales ocurre el fenómeno de la **hormesis**. Hormesis es una palabra de origen griego: *hormo* que significa excitar. La hormesis describe el fenómeno beneficioso que ejerce toda sustancia tóxica cuando se presenta al organismo a dosis muy bajas (Hadley, 2003). Es decir, dosis muy bajas de As, Cd, F, pueden estimular el sistema inmune del animal, mejorar sus defensas, y su estado de salud. Por lo tanto, el hecho de que algunos microminerales sean considerados tóxicos, no significa que deban excluirse por completo de la alimentación animal.

CUADRO 1: NECESIDADES MÍNIMAS (POR KG DE MS) Y NIVELES DE SEGURIDAD DE DISTINTOS MINERALES.

Mineral	Necesidad mínima	Seguridad máxima	Intervalo seguridad
Cl, Na %	0,46	5	11
Fe, ppm	50	1000	20
Co, ppm	0,1	20	200
Cu, ppm	10	80	8
Mn, ppm	40	1000	25
Zn, ppm	40	1000	25
I, ppm	0,5	50	100
Se, ppm	0,1	5	50

CUADRO 2: CONCENTRACIONES MÁXIMAS LEGALES Y TOXICAS DE MICROMINERALES CON RIESGO DE INDUCIR TOXICIDAD EN RUMIANTES

	Máximo límite legal	Concentraciones toxicas
E1 Fe	750 ppm	500-1000 ppm
E2 I	10 ppm	8-50 ppm
E3 Co	2 ppm	30 ppm
E4 Cu	Ovinos: 15ppm Bovinos:35ppm Prerumiantes: 15ppm Otras especies: 25ppm	Bovinos: 40-100ppm Terneros: 30ppm Ovinos: 8ppm ya puede ser toxico Corderos son sensibles: 38-40 mg/d durante 16-20 semanas pueden ser toxicas
E5 Mn	150 ppm	Bovinos: 500-1000ppm
E6 Zn	150 ppm	Bovinos: 500-1000ppm Terneros: 250ppm
E7 Mo	2,5 ppm	Bovinos: 3-10ppm
E8 Se	0,5 ppm	Bovinos. Crónica: 3-40ppm Aguda: 20 mg/kg de peso vivo

(Bach y Devant, 2004).

CUADRO 3: LÍMITES MÁXIMOS RECOMENDADOS (PPM) Y MÁXIMOS LEGALES (PPM) DE MICROMINERALES TÓXICOS.

	Límites máximos recomendados	Máximos legales
Arsénico	Arsénico inorgánico: 50 Arsénico orgánico: 100	2
Vanadio	Vacuno: 50 Corderos: 7	-
Cadmio	0,5	1
Flúor	40	Lactantes: 30 No lactantes: 50
Plomo	30 (200ppm son letales)	5
Mercurio	2	0,1
Aluminio	1000	-
Bromo	200	-
Estroncio	2000	-
Cromo	1000	-
Níquel	50	-

Fuente: directiva 2002/32/EC, transpuesto a España por el RD 465/2003 de 29 de abril de 2003.

4.9 IMPORTANCIA DE LAS DEFICIENCIAS E INTOXICACIONES MARGINALES:

Posiblemente las deficiencias marginales sean más graves que las agudas y para demostrarlo basta con hacer una comparación con un iceberg. La punta representa las grandes deficiencias, y la parte escondida (la mayor extensión) representaría la enfermedad marginal, y antes que se presente la enfermedad aguda en el animal, la deficiencia marginal está afectando el rendimiento negativamente a un grupo muy numerosos de animales.

Es tan importante esta deficiencia mineral que de ella destacaríamos que puede reducir el rendimiento de la producción lechera, puede reducir el ritmo de crecimiento, puede reducir la resistencia a las enfermedades y puede reducir la fertilidad, como consecuencia de que existe una variación de estos parámetros según el individuo y que para poder detectar un problema es necesario que existan diferencias de los parámetros en un 5% como mínimo. Todo ello puede hacer que se disminuya los rendimientos de un rebaño y por tanto se disminuyan los ingresos sin que se pueda sospechar la existencia de un problema. Así mismo, la adicción incontrolada de minerales puede dar lugar a intoxicaciones marginales y problemas de desequilibrio que tengan efectos no detectados sobre el rendimiento y por tanto sobre los beneficios.

4.10 INTERACCIONES MINERALES:

El metabolismo, las cantidades necesarias y los niveles de seguridad de los elementos se ven afectados por los demás elementos de la dieta y las interrelaciones deben tenerse en cuenta en muchas circunstancias la alimentación práctica.

1) No están muy estudiados la mayoría de estas interrelaciones pero sería conveniente saberlas para conocer con exactitud la seguridad de la dieta. Dentro de las relaciones se podría efectuar una primera división:

- Antagonismo entre minerales: la presencia de un elemento disminuye la disponibilidad de otro. Así ocurre entre Cu y Mo, Ca y P, Fe, I, Zn y Mn, por lo que

la presencia en determinadas cantidades en un elemento, puede hacer aumentar las necesidades de otros al provocar un cambio en su absorción o en una excreción más rápida, un cambio de los efectos a nivel tisular o funcional, o cambio en su distribución en tejidos o líquidos corporales.

- Interacciones entre los minerales y los componentes orgánicos de la dieta: aunque se da más importancia a las relaciones entre los elementos no hay que olvidar las interacciones minerales. Así ocurre entre la vitamina D y Ca en la síntesis de proteínas ligantes de Ca para aumentar la absorción de Ca. También interviene esta vitamina en el metabolismo de Mg, Zn, Cd y Pb. La vitamina E y Se: un nivel alto de tocoferol explica la escasa deficiencia de Se. Los fitatos y P: el fosforo de los cereales al unirse las finitas puede ser mal utilizado por los animales.

Las interacciones todavía se complican más si tenemos en cuenta que hasta las hormonas pueden influir en su utilización, así es el caso de la hormona paratiroidea (Ca y P), aldosterona (Na y K) y calcitonona y estrógenos Ca).

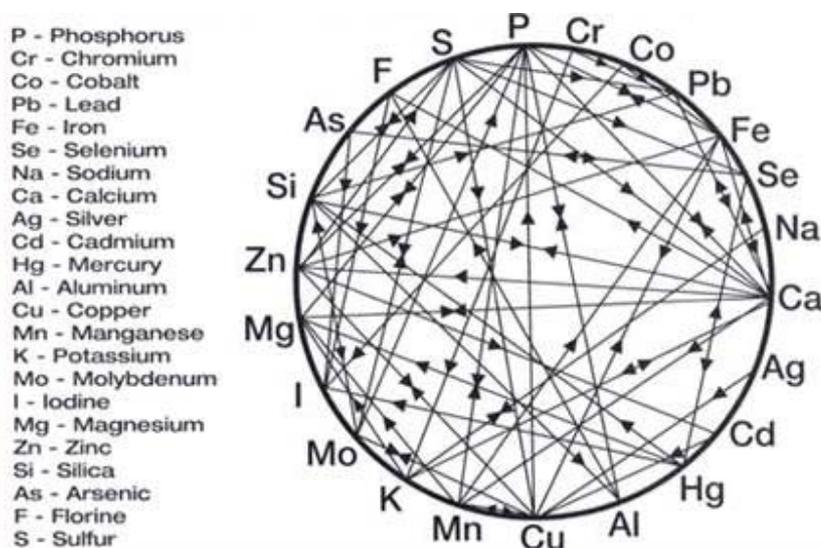


Figura 2: Relación e interacción de minerales.

Es importante destacar que los minerales no son compuestos inertes en sí, sino que, muy por el contrario, entre los diferentes elementos minerales considerados como esenciales se establecen poderosas relaciones de

antagonismo y/o de sinergismo, también llamadas relaciones de inhibición y/o potenciación, respectivamente, las que se traducen en que al hablar de nutrición mineral de animales no sólo es insuficiente satisfacer o aportar las necesidades o requerimientos dietarios mínimos de cada elemento mineral esencial, sino que adicionalmente se deben entregar en una proporción adecuada, evitando los excesos de minerales específicos para no producir problemas de antagonismo mineral.

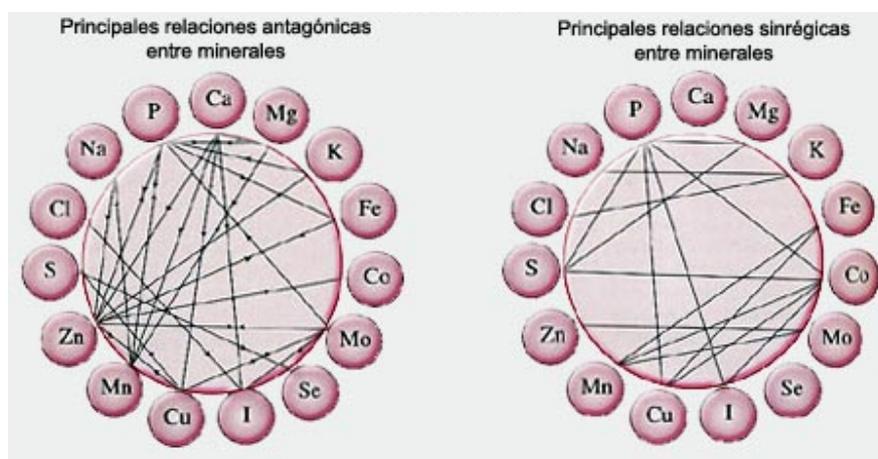


Figura 3: Relación antagonónica y sinérgica entre minerales

Las deficiencias de los minerales, nutricionalmente esenciales, producen una sintomatología y efectos productivos muy diversos, tanto en su forma de presentación en el animal como también con intensidad muy variable. En las condiciones habituales de alimentación de los animales rumiantes, la presentación más frecuente de deficiencias de minerales, se manifiesta en síntomas bastante inespecíficos asociados con baja productividad del animal, ya sea expresada como baja producción de leche, ganancia diaria de peso, bajos índices de fertilidad del rebaño, o un incremento en la tasa de morbilidad de ciertas enfermedades. Sin embargo, la presentación aguda de cuadros de deficiencias minerales también ocurre bajo condiciones productivas específicas, como es el caso de las hipocalcemias, las cuales se presentan preferentemente al inicio de la lactancia, o bien, como el caso de la deficiencia de magnesio, también llamada tetania de las praderas, la cual tiene una sintomatología bien definida y está

asociada a una estación del año (invierno) y a condiciones agroecológicas específicas (Egaña, 1995).

CUADRO 4: EFECTOS DE DEFICIENCIAS Y EXCESOS NUTRITIVOS SOBRE PARAMETROS REPRODUCTIVOS.

	Deficiencias		Excesos
Aborto Terneros débiles Terneros nacidos muertos	Iodo Manganeso Cobre Selenio Calcio Fósforo	Energía Proteína Vitamina A Vitamina D Vitamina E	
Anestro Disminución expresión de calores.	Iodo Cobalto Manganeso	Energía Proteína Vitamina A	Flúor
Baja concepción Muerte embrionaria temprana.	Manganeso	Proteína Energía	Proteína degradable en el rumen
Aumento enfermedades del Puerperio Fiebre de leche, retención de placenta, distocia, involución uterina retardada.	Selenio Magnesio Fósforo Cobre Iodo	Vitamina A Vitamina D Vitamina E	Energía Exceso Reservas Corporales Calcio Fósforo Proteína
Deficiencias asociadas con debilitamiento general y pobre reproducción.	Iodo Calcio Fósforo Selenio	Vitamina D Energía Proteína Vitamina A	
Función inmune	Zinc Selenio	Cobre Vitamina E	

4.11 PROBLEMAS METABÓLICOS OCASIONADOS POR LOS MINERALES

Este conjunto de enfermedades comprende la hipocalcemia, desplazamiento de cuajar y cetosis, y aunque son trastornos independientes casi siempre unos inducen a los otros y se presentan asociados, aunque en intervalos de tiempo diferentes.

Estos problemas están asociados con el nivel de producción y a medida que este aumenta, por lo general, el riesgo de que aparezcan es mayor ya que se emplean niveles de alimentación de más riesgo (Acedo-Rico, 1997).

V.- CONCLUSION Y RECOMENDACIONES:

El agua de bebida es uno de los nutrientes más importantes y, probablemente, el menos considerado de la dieta de los animales. Las deficiencias en la calidad del agua, que representa aproximadamente un 87% de la leche producida, generan una alteración considerable de la producción.

Los elementos minerales son tan importantes como los otros nutrientes y que dirigen las reacciones orgánicas del organismo, por lo tanto influyen en el estado de bienestar del animal y cualquier variación puede alterar los rendimientos.

Hay que tener en cuenta la nutrición mineral, puesto que la toxicidad o la deficiencia nos puede conducir a un serio descenso de nuestros beneficios, tanto por carencias agudas como marginales, ya que en la deficiencia o toxicidad aparecen las interrelaciones existentes.

Es necesario considerar que existen algunas sobre funciones de algunos minerales, sobre su determinación en alimentos y organismos y sus interacciones, calidad y disponibilidad en algunas fuentes, su metabolismo, y sobre la toxicidad y necesidades según el estado fisiológico o productivo.

SE RECOMIENDA LO SIGUIENTE:

1. Establecer suficientes bebederos en el establecimiento. Se debe partir de la premisa que el agua debe estar disponible, en cantidad y calidad (limpia).
2. Estos bebederos deben estar en condiciones, funcionando correctamente. Se requiere un control diario de los mismos.
3. Limpieza periódica y eliminación de algas.
4. Se debe comprobar si es adecuado el caudal por donde llega el agua, suficiente presión disponible.
5. Checar la posibilidad de corriente eléctrica en los bebederos.
6. Si es posible instalar un medidor de agua para control y monitoreo.

7. Tener en cuenta que los aumentos de producción de leche, no sólo nos puede dejar con poca capacidad en la máquina de ordeñar, sino también en todo el sistema que provee agua a las vacas.

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

1. Observan que no tenga anormalidades el agua
 - a. Olor. Debe ser inodora, es decir sin olor.
 - b. Color: Límpido transparente.
 - c. Sabor ligeramente dulce, el gusto amargo o salado responde a sales de magnesio y de sodio respectivamente,
 - d. Aspecto. Observar presencia de sedimentos, partículas, etc.

EFFECTOS EN LOS ANIMALES

1. Observar de dónde toman el agua los animales.
2. Verificar síntomas como diarreas, calambres y verificar el posible origen,
3. Controlar cuales son las fuentes de agua.
4. Comprobar si el agua de bebida de los animales es la misma que consume la gente y si ésta tiene síntomas.

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA

La calidad de agua depende del uso que se le da a la misma. Si las primeras observaciones indican problemas, es recomendable analizar:

1. Análisis químico básico

- a. pH
- b. Nitratos
- c. Dureza
- d. Minerales = sulfatos, cloruros, sodio, calcio, magnesio y minerales traza.

2. Metales tóxicos y pesticidas

- a. Arsénico
- b. Flúor
- c. Herbicidas utilizados en labranza cero, por las cantidades utilizadas.

VI.- LITERATURA CITADA:

- Acedo-Rico, J. 1997. XIII curso de especialización. Avances en nutrición y alimentación animal. FEDNA.
- Associated Press, "Mexican children live a tragedy foretold in shadow of refinery", despacho del 5 de mayo de 1999.
- Astolfi, E. Estudio de arsénico en el agua de consumo: Hidroarsenicismo crónico regional endémico. Prensa Médica Argentina 58: 1342- 1343, 1971.
- Bach, A. y Devant, M. 2004. Microminerales en la nutrición de rumiantes: aspectos técnicos y consideraciones legales. XX curso de especialización. Avances en nutrición y alimentación animal. FEDNA.
- BHATTACHARYA, P.; FRISBIE, S.; SMITH, E.; NAIDU,R.; JACKS, G.; SARKAR, B. Arsenic in the Environment: A Global Perspective. En Sarkar, B., (Ed.) Handbook of Heavy Metals in the Environment. Marcell Dekker Inc. New York, 2002, 147-215.
- Birmingham, D.J., M.M. Key, D.A Holaday y V.B. Perone. An outbreak of arsenical dermatoses in a mining community. Aych Dermutal 91:457-464, 1965.
- Bracho, A.R. Intoxicación arsenical crónica o arsenicismo crónico en la comarca lagunera de Coahuila. Tesis Profesional, Escuela de Medicina Unidad Torreón, Universidad Autónoma de Coahuila. México, 1971.
- Cartas Geogr&ficas Cetenal, GISB85, GISB86, G13B87, G13D15, G13D16, G13DI7, GISD25, G13D26, G13D27, Comisión de Estudios del Territorio Nacional, México, D.F., 1976.
- Castellano, L., G. Viniegra, R. Eslava y J. Alvarez. El arsenicismo en la comarca lagunera. Salud Pública de México 6(3):375-385, 1964.
- Chahinian, Ph. Carcinogénese par arséniates et temps de doublement tumor-al. Nouv Presse Med 2(11):720, 1973. Contamination and Toxicology 117 (1991), pp. 1-49.
- Domingo López Bustos. "Asume Peñoles Compromiso" nota publicada en La Opinión, 21 de enero de 1999.

Egaña, Juan Ignacio. Minerales: los nutrientes olvidados de la alimentación animal. TECNO VET; Año N°3, diciembre de 1995.

Elisabeth Malkin, "Are Mexicans finally going green? A crackdown on a big polluter could be the first of many", Business Week (International Edition), 24 de mayo de 1999.

Excear, Año LIX, Tomo III, No. 21: 603, pág. I-A, 4 de junio; 664, pág. 23-A, 5 de junio, y 605, pag. 4-A, 6 de junio, 1976.

F. Díaz.Barriga, M.W. Tabor, L. Carrizales, J. Calderon, L. Batres, L. Yanez and J. Castelo, "Measurement of Placental Levels of Arsenic, Cadmium and Lead as Biomarkers of Exposure to Mixtures", in: "Biomonitors and Biomarkers as Indicators of Environmental Change", F.M. Butterworth, ed., Plenum Publishing, New York, 1995.

F. Diaz-Barriga, M.W. Tabor, L. Carrizales, J. Calderon, L. Batres, L. Yanez, and J. Castelo. "Measurement of Placental Levels of Arsenic, Cadmium and Lead as Biomarkers of Exposure to Mixtures". Environmental Health Research, 50 (1995) pp.139-149.

Failla, M. L. 1999. Proceeding of the nutrition society 58:477-487.

Faria, J. 1983. Zoot. Trop. 1:111-128.

French, M.H. y Chaparro, L.M. 1960. Agron. Trop (Venezuela) 10:57-60.

Goldman, A.L. Lung cancer in Bowen's disease. Am Rn, Res@ 108:1205-1207, 1973.

Hadley, C. 2003. Whuat doesn't kill you makes you stronger. EMBO reports 4:924-926.

Harris Whitbeck, "Mexican town pays heavy price for precious metal", Cable News Network (CNN), 18 de mayo de 1999.

Henry Tricks, "Mexico sees an ill wind blow in silent epidemic", Financial Times, 14 de mayo de 1999.

<http://www.scorecard.org/chemical-profiles/>

<http://www.somexnutricion.com/paises/index>.

J.F. Rosen. "Effects of Low Levels of Lead Exposure", Science 256 (April 17, 1992) pg. 294.

James F. Smith, "A Mexican city awakes to an ecological nightmare", Los Angeles Times, 20 de mayo de 1999.

James F. Smith, "Mexican lead plant restrictions ordered", Los Angeles Times, 22 de mayo de 1999.

John F. Rosen, "Health Effects of Lead at Low Exposure Levels", American Journal of Diseases of Children 146 (1992), pp. 1278-1281.

José Ma. Alanís. "Demandarán a Pyosa, la SSA y Profepa por la contaminación con plomo en Monterrey", Crónica de Hoy, 14 de julio de 1999.

L.A. Albert, F. Badillo, "Environmental Lead in Mexico", Reviews of Environmental Lic. Susana B. Cseh. 2003. Lab. Bioquímica Clínica y Enfermedades Metabólicas, Dpto. Producción Animal INTA Balcarce.

Lead in Children: Old Story, New Data, Rachel's Environment & Health Weekly 633, January 14, 1999.

Met-Mex Peñoles. "Boletín Informativo", inserción pagada en los diarios de Torreón ese mismo día.

Numerosos reportajes y notas informativas de Proceso, El Norte, Reforma, La Jornada, Uno Mas Uno, Excelsior, El Universal, etc. y medios de la región.

Ochoa, J.A. Arsenicismo en Oztanduri, Francisco 1. Madero, Coahuila. Tesis Recepcional, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 1964.

Poirier, R., R. Favre, J.P. Kleisbauer, G. Ingento, J. Paoli, P. Lava1 y X. Set-afino. Carcinoma bronchique primitif chez un vigneron, role des arsénates. Nouv Presse Med 2(2):91-92, 1973.

Profepa. "Evolución reciente de la contaminación atmosférica generada por la empresa Met- Mex Peñoles en Torreón", mayo de 1999.

Reuters, "Mexican silver plant accused of lead poisoning", despacho del 9 de mayo de 1999.

Reuters, "Mexico mulls closing polluting metal refinery", despacho del 11 de mayo de 1999.

- Reuters, "Mexico orders mining firm to pay for major cleanup", despacho del 6 de mayo de 1999.
- Ricardo L Sager. 2000. INTA E.E.A San Luis. Agua para bebida de bovinos. Reedición de la Serie Técnica N° 126.
- Tejos, M., R. 2001. XLI reunión científica de la sociedad española para el estudio de los pastos, alicante. Pp. 301-314.
- Torres de Navarro, E. La intoxicación arsenical en el ganado vacuno. Control toxicológico y riesgo sanitario. Salud Pública de MPxico 18(6):1037-1044, 1976.
- Viniegra, G. La contaminación atmosférica. Salud Pública ole Mxxtco 8(4):601-607, 1966.
- Viniegra, G., R. Escobar, M. Borja y P.J. Caballero. La polución atmosférica e hidrica en Torreón, Coahuila, Salud Pública Mexicana 6(3):405-414, 1964. (II)