

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



**“PLOMO COMO CONTAMINANTE
AMBIENTAL EN LOS PRODUCTOS
ALIMENTICIOS”**

POR

EDUARDO ROBERTO MONDRAGON CRUZ

“MONOGRAFIA”

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA, MÉX. NOVIEMBRE de 2007

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**MONOGRAFIA QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL
COMITÉ ASESOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TITULO DE**

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADO POR:

**DR. RAFAEL RODRÍGUEZ MARTÍNEZ
ASESOR PRINCIPAL**

**MVZ. FRANCISCO SANDOVAL ELÍAS
COORD. REGIONAL DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

TORREÓN COAHUILA, MEX.

NOVIEMBRE DE 2007

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA
DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**MONGRAFIA QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H.
JURADO EXAMINADOR PARA OBTENER EL TITULO DE**

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADO POR:

PRESIDENTE DEL JURADO:

DR. RAFAEL RODRÍGUEZ MARTÍNEZ

VOCAL:

MC. JOSE DE JESUS QUEZADA AGUIRRE

VOCAL:

ING. JORGE HORACIO BORUNDA RAMOS

SUPLENTE:

MVZ RODRIGO SIMON ALONSO

TORREÓN COAHUILA, MEX.

NOVIEMBRE DE 2007

DEDICATORIAS

A DIOS:

Por darme la vida, valor y fuerza, y estar conmigo siempre y en los momentos más difíciles que pasamos para llegar a realizar nuestras metas

A MIS PADRES:

**Marcos Baltazar Mondragón Jiménez y
Gloria Lilia Cruz Sosa**

Por el apoyo, su cariño, la comprensión, oportunidad y confianza que me brindaron durante esta etapa de mi vida para hacer de mí una persona digna y preparada profesionalmente y a si poder enfrentar la vida

A MIS FAMILIARES:

Mis Tíos

Mis Abuelos

Mis Primos

Por darme muchas veces consejos, el apoyo moral y su cariño que siempre me brindaron, y cuando al menos supieron que si pude lograr lo que me propuse y que estarían felices de verme como lo que ahora soy.

A MIS AMIGOS

A todos ellos que siempre estuvieron y estarán conmigo compartiendo sus vivencias sus festejos, emociones, tristezas y logros. Ustedes saben compadres, y a quien me ha acompañado en los bellos momentos que han sido muy especiales en mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Por haberme dado la dicha y la fortuna de poder llegar a lo que me propuse y realizar mi sueño para lograr lo que ahora soy

A MI UNIVERSIDAD “ANTONIO NARRO”

Por cobijarme 5 años de vida en sus aulas y hacer de mi alguien con conocimientos, criterios y metas en toda mi formación profesional

A MI ASESOR

Por brindarme parte de su tiempo y comprensión en cada una de las etapas en la realización de este trabajo tan importante y poder culminar con la obtención de mi título profesional

A MIS MAESTROS

Por haber sido tan comprensivos al transmitirme sus conocimientos, experiencias y exigencias para lograr hacer de mi una persona capaz de realizar un trabajo en el campo y en cualquiera área de la vida laboral que desempeñemos.

ÍNDICE

Contenido

ÍNDICE.....	6
1 INTRODUCCIÓN	7
2 PLOMO.....	10
3 CONTAMINACION AMBIENTAL	11
4 PLOMO EN EL AIRE	12
5 PLOMO EN EL AGUA	13
6 DETERMINACIÓN DE PLOMO	13
7 PLOMO EN LA LECHE	16
8 ACUMULACION.....	17
8.1 ÓRGANOS QUE AFECTA Y ALOJAMIENTO	19
8.2 HEMATOXICOLOGÍA	20
9 SALUD	21
10 INTOXICACION	24
10.1 TOXICOLOGIA REPRODUCTIVA	25
10.2 ABSORCION DEL PB A NIVEL INTESTINAL.....	25
10.3 VIAS DE ELIMINACION DEL PLOMO ABSORBIDO.....	26
11 CARCINOGENICIDAD	27
12 TRATAMIENTO	27
13 NORMATIVIDAD.....	29
14 CONCLUSIONES.....	32
15 LITERATURA CITADA	33

1 INTRODUCCIÓN

El plomo es un contaminante que encontramos en la naturaleza. Es un metal pesado, tóxico, con numerosos usos industriales y que cuando se encuentra a niveles elevados en el organismo provoca problemas de salud de gran repercusión social y económica. Por su importancia en la salud pública, se realizó un análisis de la información científica que sobre el tema fue recuperado en bibliotecas y a través del internet, con la finalidad de hacer una monografía sobre éste tema.

La leche es una de las más importantes fuentes de exposición al plomo y uno de los principales alimentos en la dieta de los seres humanos. Los niveles de plomo en leche se determinan por medio de espectrofotometría de absorción atómica (AAS) y de acuerdo a las legislaciones, se comparan contra los niveles permisibles establecidos, en el caso de México, en la Norma Oficial Mexicana o bien, a nivel mundial, por la Organización Mundial de la Salud (OMS), además de que existen regulaciones regionales. El nivel máximo de plomo en leche, autorizado por la NOM y la OMS es de $0.1 \mu\text{g}^{-\text{L}}$.

Cuando el plomo rebasa los niveles permitidos, predispone a intoxicaciones que pueden constituir un problema de salud pública de importancia y al cual se le debe atender para evitar problemas posteriores. Los niños es el grupo de población más afectado, ya que son los más susceptibles a padecer intoxicaciones por este metal, mismo que podemos encontrar en los alimentos principales de la dieta. Por tal motivo es necesario hacer estudios en zonas aledañas a empresas metalúrgicas, uno de las principales causas de contaminación, para conocer el índice de plomo en la población, sobre todo en ciudades con índices elevado de contaminantes en el medio ambiente, en las comunidades y en ciudades donde las tuberías de plomo también son fuentes de contaminación.

La exposición crónica a concentraciones relativamente bajas de plomo puede ocasionar daños en los riñones y el hígado y en los sistemas reproductor, cardiovascular, inmunitario, hematopoyético, nervioso y gastrointestinal. La exposición breve a elevadas cantidades de plomo puede ocasionar dolores gastrointestinales, anemia,

encefalopatías y la muerte. El efecto más crítico de la exposición a concentraciones bajas de plomo es el menor desarrollo cognitivo e intelectual de los niños afectados.

En los alimentos y el agua la exposición al plomo y la contaminación de los alimentos con plomo procede de numerosas fuentes, tales como el aire y el suelo. El plomo atmosférico que deriva de la contaminación industrial o de la gasolina con plomo, puede contaminar los alimentos mediante su deposición en plantas cultivadas. En lugares utilizados anteriormente como almacenes de municiones o en campos de tiro deportivo o militar, el suelo tiene altos niveles de plomo, mientras que la deposición atmosférica o la aplicación incorrecta de plaguicidas, fertilizantes o fangos cloacales, puede contaminar las plantas cultivadas, por absorción, o por deposición de tierra sobre las superficies de las plantas. A su vez, las plantas y el suelo contaminados son una fuente de contaminación para el ganado.

El agua es también una fuente de contaminación de los alimentos por plomo. Las aguas de superficie pueden estar contaminadas por la escorrentía (drenaje), por deposición atmosférica y, a escala local, por la lixiviación del plomo de perdigones o de plomadas de pesca. Las aguas de superficie contaminadas son una fuente potencial de contaminación de los animales acuáticos comestibles. Una fuente principal de contaminación del agua potable y del agua para la preparación de alimentos, es el uso de tuberías de plomo o componentes que contienen plomo en los sistemas de distribución de agua.

También puede producirse contaminación de los alimentos por plomo en la elaboración, manipulación y envasado de los productos alimenticios. En zonas de elaboración de alimentos son fuentes de contaminación por plomo la pintura al plomo y los equipos que contienen este metal, como tuberías y maquinaria soldada con plomo. Se ha comprobado que las latas soldadas con plomo son una fuente muy importante de contaminación de los alimentos en la zona de envasado. Otros artículos de envasado que son fuentes potenciales de contaminación por plomo son las bolsas de plástico y papeles de envolver con colores, los envases de cartón que contienen plomo o colorantes con plomo, los capuchones de plomo de las botellas de vino y los artículos de cerámica con barniz de plomo o de vidrio de plomo o recipientes metálicos que contienen plomo utilizados para el envasado o almacenamiento de alimentos. En todo el mundo se han

tomado medidas para reducir la exposición al plomo a través de los alimentos. Estas medidas se han centrado en establecer normas sobre concentraciones de plomo permitidas en alimentos y aditivos alimentarios; dejar de utilizar latas soldadas con plomo, particularmente en alimentos para lactantes; controlar la concentración de plomo en el agua; reducir la lixiviación de recipientes que contienen plomo o restringir su uso a fines decorativos; determinar otras fuentes de contaminación de los alimentos o complementos alimentarios por plomo y combatirlas.

Aunque no se dirigen de forma específica a los alimentos, las medidas para reducir las fuentes medioambientales de plomo, tales como las restricciones de las emisiones industriales y restricción del uso de gasolina con plomo, han contribuido también a disminuir las concentraciones de plomo en los alimentos. Este es un ejemplo de cómo el conocimiento de los mecanismos de contaminación de metales pesados como el plomo, posibilitan el empleo de medidas correctivas que favorecen mejores condiciones de salud pública.

Por lo anterior, este documento tiene como objetivo profundizar en el conocimiento sobre el plomo y sus mecanismos de contaminación, así como los daños que produce en el organismo a través de uno de los alimentos más importantes, la leche, con la finalidad de prever contaminaciones e intoxicaciones y crear conciencia en el daño que al ecosistema producen este tipo de contaminantes.

2 PLOMO

El plomo (Pb) es un elemento o metal pesado que se encuentra presente en la naturaleza (0.002% en la corteza terrestre), y puede ser utilizado como metal en presencia pura o en sales. El plomo es anfótero, ya que forma sales de plomo de los ácidos, así como sales metálicas del ácido plúmbico. El plomo forma muchas sales, óxidos y compuestos organometálicos por sus propiedades tiene muchos usos como son en pinturas, baterías cañerías, cables eléctricos, juguetes, artesanías, municiones y cosméticos [1]. Los compuestos organometálicos son elementos constituidos por átomos de metal. En el agua se encuentra acumulado en forma de trimetilo de plomo (TML) y el tetraetilo de plomo (TEL) estas sustancias no son solubles en el agua y se acumulan en los sedimentos o quedan absorbidas en partículas suspendidas [2].

El plomo es un metal pesado cuyo peso atómico es de 207.2, y que no cumple ningún papel en la fisiología humana mas sin embargo afectara su salud[3]. Sus compuestos más importantes son los óxidos de plomo y el tetraetilo de plomo. El plomo forma aleaciones con muchos metales Los compuestos del plomo son tóxicos y han producido envenenamiento de trabajadores por su uso inadecuado y por una exposición excesiva a los mismos el Pb no se degrada tan fácil sin embargo los compuestos son transferidos por la luz, suelo, el aire y el agua cuando, se libera en el aire puede ser transportado a grandes distancias [4]. Los minerales y los elementos traza se encuentran en el organismo en un gran número de formas químicas, como iones y sales orgánicas o como constituyentes de moléculas orgánicas, como por ejemplo las proteínas, las grasas, los carbohidratos y los ácidos nucleicos. Los minerales que son considerados en el organismo como esenciales en la dieta son el sodio, el potasio, el cloro, el calcio, el magnesio, el fósforo, el hierro, el zinc, el magnesio, el selenio, el yodo, el cromo, el cobalto, el molibdeno, el flúor, y el boro. Otra parte de elementos químicos que se encuentran en los alimentos como el aluminio, el estroncio, el plomo, el mercurio, el cadmio y el arsénico, entre otros, son altamente tóxicos, considerándose no esenciales. Los metales tóxicos como el plomo pueden encontrarse en un gran número de alimentos de diversa índole, ya sean vegetales o animales. Debido a que, algunas de las fuentes

contaminantes con plomo son la carne, los alimentos enlatados, los vegetales, el agua, algunos jugos comerciales y la leche, considerándose a esta última como uno de los elementos más importantes dentro de la alimentación humana, la cual constituye en la mayoría de las sociedades y culturas mundiales un alimento esencial en la dieta diaria se consolida este como problema de salud pública [5].

3 CONTAMINACION AMBIENTAL

El plomo en los alimentos, el aire, el agua y el suelo/polvo son las principales vías potenciales de exposición a este, los niveles de plomo presentes en el ambiente varían ampliamente en el mundo y dependen del grado de desarrollo industrial y urbanización, las áreas de mayor contaminación son en general peri-industriales y /o de alta densidad del tránsito automotor cuando se utiliza nafta con plomo. Las construcciones antiguas contribuyen a la contaminación cuando tienen cañerías de agua plomadas y/o pinturas con alto contenido de plomo. Las principales vías de ingreso son la respiratoria y la ingestión [6]. Comparadas con las cantidades movilizadas en forma natural, las actividades humanas liberan plomo de sus fuentes naturales con mucha más intensidad: más de cuatro millones de toneladas anuales. Se sabe que la principal vía de ingreso al organismo es por la ingestión pues se sabe que existen partículas de este material hasta en algunos colorantes de alimentos e incluso hasta dulces y entre otras sustancias comestibles [7].

El consumo de plomo en México para la producción de TEL el cual es utilizado principalmente para la elaboración de gasolina, fue incrementándose de 7.98ton/año en 1985 hasta 15.020 ton/año en 1995. En años pasados con el gobierno se acordaron la eliminación gradual de la gasolina con plomo, en 1990 comenzó el uso de la gasolina sin plomo. Esto tiene mucha importancia en el medio ya que los automóviles son un factor predisponente en los desechos de la combustión de la gasolina por lo cual el medio ambiente se encuentra contaminado y en lugares donde uno puede estar expuesto, el plomo afecta de una u otra forma nuestra salud [2].

Aun que el plomo es un elemento de ocurrencia natural en el ambiente, la mayor parte de su dispersión se debe a razones antropogénicas. Como se mencionó anteriormente,

uno de los mayores usos del plomo es en las baterías de plomo-ácido, las cuales se reciclan en un alto porcentaje en diversos países. Otros usos importantes son la fabricación de pesticidas, la formulación de aditivos para combustibles, la producción de municiones, productos metálicos, pinturas, vidriado de cerámica, minería, fundición, refinación de metales, y en la fundición secundaria de materiales que tienen un contenido importante de plomo [8].

4 PLOMO EN EL AIRE

Una gran cantidad de compuestos de plomo se emite a la atmósfera de los procesos de combustión, principalmente de los automóviles en sitios donde se utilizan combustibles con plomo. Una vez en el aire, pueden ser transportados dependiendo de las condiciones ambientales (velocidad y dirección del viento, precipitación y humedad). Posteriormente, se sedimenta por la precipitación y puede ser depositado en la vegetación y en el suelo. Los desechos contaminantes en el aire, también se dan, por el humo de las fabricas de reciclajes productoras de baterías de autos, que no cuentan con un sistema de oxigenación adecuado, en el aire y el medio ambiente cercano a la fabrica, se encuentran también expuestos a cantidades toxicas de plomo tanto en aire como en el medio cercano donde crecen plantas y forrajes que pueden ser consumidas por algunos seres vivos [9].

También se sabe que las concentraciones de plomo que se encuentran en los vegetales y/o hierbas contaminadas por Pb cercanas a la fabrica se encuentran en un rango elevado, y que al consumo de los animales tiene un efecto nocivo y necrosis en células neuronales, vacuolación, hipertrofia de epitelio vascular en corteza cerebral y degeneración de las células epiteliales de túbulos renales proximales e hígado [9].

Una planta recicladora de baterías de coches situada cerca de una zona urbana es principalmente la fuente de exposición al plomo y es un riesgo con los residuos de óxidos de plomo, para la intoxicación en la población, principalmente en los niños [10]. Para remediar varios aspectos de la contaminación al medio ambiente y el suelo por plomo y por los desechos de este en el medio ambiente en forma de humo, óxidos de plomo algunos países como Australia y EUA asumen medidas drásticas y eficaces a las fabricas como cerrarlas definitivamente o clausurarlas cuando existe una alta

contaminación y exposición en el medio ambiente [11]. Se sabe que afecta en los pastizales y en lugares aledaños a las plantas y en pastos contaminados por desechos de una batería rota, y que algunos animales al consumirla pueden ser envenenados y causar la muerte en el ganado [12].

5 PLOMO EN EL AGUA

La cantidad de plomo en fuentes de agua potable es raramente significativa a menos que se introduzca como resultado de las actividades del hombre, pues como otras cantidades de sustancias, tiene la capacidad de precipitar. Típicamente, las aguas de las fuentes contienen menos cantidades de Pb que aquellas que son tratadas por el hombre, esto es por que por lo general el plomo se introduce al agua por la corrosión de los materiales de plomería. La agencia de protección ambiental de Estados Unidos, (EPA por sus siglas en inglés) establece que el contenido de plomo estándar deberá ser de 0.015 miligramos por litro de agua.

El plomo se diferencia del resto de los contaminantes del agua potable en que rara vez se encuentra presente por motivos naturales en las fuentes de abastecimiento de agua como ríos y lagos, apareciendo en el agua potable principalmente como resultado de la corrosión o el desgaste del sistema de distribución de agua y en las cañerías de los hogares en los metales que contienen plomo. Entre los materiales se encuentran las soldaduras hechas con Pb que se usan para enlazar caños de cobre, las canillas de bronce y las canillas de bronce cromado y, en algunos casos los caños de plomo del hogar por que conectan con la red de abastecimiento general al agua [13].

6 DETERMINACIÓN DE PLOMO

Para la determinación de metales como el cadmio y el plomo en muestras biológicas como sangre, pelo y partículas de cuero cabelludo, se utilizan pruebas por medio de una espectroscopia de absorción atómica, electrotrémica, pruebas eficaces, económicas y rápidas, las cuales son aceptadas para su diagnóstico [14, 15].

La prueba polarográfica del pulso se utiliza también en el análisis de la determinación del contenido de plomo y otros metales en la leche, ya que son elementos no esenciales

que por varias razones contiene la leche y productos lácteos que son distribuidos para consumo [16].

Para determinación de plomo en la sangre se realizan varias pruebas; el Método de cámara de grafito y Espectrofotometría de Absorción Atómica esta es muy confiable y puede ser que varían en los niveles de concentración de plomo dependiendo del habitat del ganado donde se desarrolla y del grado de consumo e intoxicación [17]. Existen pruebas para determinación de este material en piel, uñas, hueso y sangre siendo el más confiable seguro y económico la espectrofotometría de absorción anatómica [18].

El plomo puede ser determinado en la sangre por medio de una espectrofotometría de absorción anatómica, también por una prueba de grafito, previamente, en una población rural cercana a una carretera nueva se exponen a contaminación por este metal. Y se ah dado casos de envenenamientos con más de $10 \mu\text{g}^{-\text{L}}$ [19].

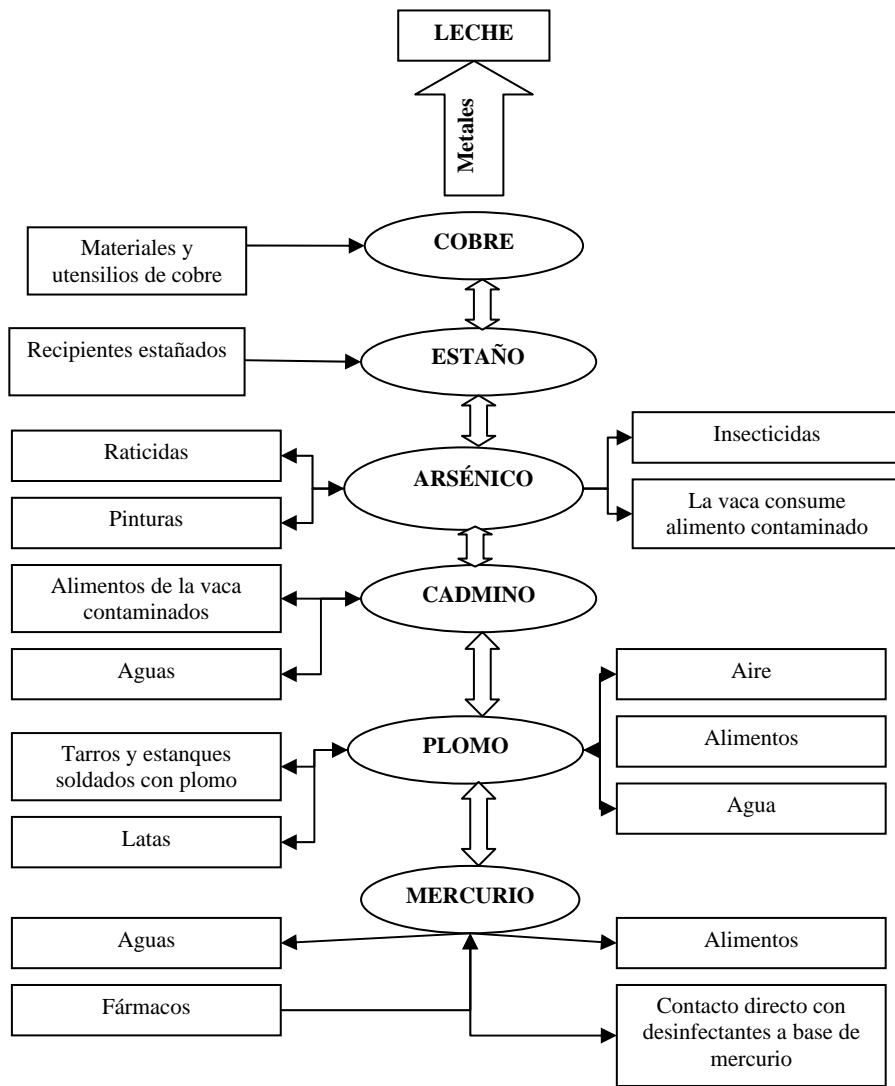


Fig. 1 Tomado de Afridi et al. [14]

7 PLOMO EN LA LECHE

El contenido de los elementos no esenciales potencialmente tóxicos como el Pb, Cd, Cu, que a veces provienen en la leche y productos lácteos fueron estudiados determinados para saber los incidencia de estos elementos en la leche, se sabe que pueden estar presentes pero como agentes contaminantes externos [16]. Los metales pesados tales como el Zinc (Zn), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) son residuos potencialmente bioacumulativos en el organismo y en los sistemas de producción lechera, también encontramos en poca cantidad estos metales en las cosechas de alfalfa, maíz, heno en grano, trigo y ensilaje, las concentraciones más altas de plomo las encontramos en el alimento que se compra, y en los minerales particularmente.

El plomo se encuentra con mayor frecuencia en el organismo y aun que a veces en concentraciones bajas en la producción de leche [20]. El Pb se asocia mayoritariamente con las micelas de caseína en la leche de vaca y en la leche humana por lo consiguiente liberan de ellas el descenso del Ph de la misma [21].

La leche, bajo condiciones normales de producción y procesamiento, no debería entrar en contacto con este elemento, salvo en el caso en que su transporte se haga en tarros con soldaduras de plomo o que se envase en latas. Los estudios realizados con el objeto de determinar la incidencia de la contaminación de la leche por ingestión de alimentos contaminados, han determinado que es muy poco el plomo ingerido que luego es detectado en la leche. De lo anterior se desprende que en la detección de niveles muy altos de plomo en la leche, con seguridad deberán atribuirse a contaminaciones con recipientes o aguas de lavado antes, durante o posteriormente al proceso de industrialización [22].

Durante el ordeño también se emplean el uso de materiales de almacenamiento y transporte de la leche, a si es como se exponen a la contaminación de los metales pesados, y los elementos en el agua también afecta en la calidad de la leche [23].

La leche y los productos lácteos son elementos básicos en las dietas de las personas especialmente para los niños y que pueden contener elementos tóxicos, solo que estos deberán estar en niveles muy bajos para poder se consumidos.

En la leche fresca pueden contener sales de metales como Cu, Pb, Cd, y Zn procedentes de las corrosiones de tanques y depósitos de leche y de utensilios diversos, cuando la leche rebasa los niveles normales de metales pesados, toma una apariencia de leche cuajada [24]. Sólo una pequeña porción de este elemento, una vez ingerido, pasa a la leche, ligándose a la parte de la grasa en cierta porción y quedando el resto disperso en ella. En el caso de leche descremada, la unión se produce a nivel de la caseína ácida y proteínas del suero. Se realizó una comparación de las variaciones circadianas del contenido de plomo en la leche y en la sangre, donde se encuentran que es más común que existan cantidades de Pb en la leche pero también en menor cantidad en la sangre [25]. Se ha demostrado que añadiendo a la leche entera cantidades de glucanato de zinc, óxido ferroso y un fortificante como el ácido ascórbico ayuda en la eficacia y la reducción del predominio de la anemia en los niños [26].

8 ACUMULACION

Los metales pesados son inestimables e inevitables en los componentes de nuestro medio ambiente, estos han ido incrementándose a través de la utilización en la civilización humana y cada día más en la explotación de recursos: geológicos; tales como minar fósiles aprovechamiento de combustibles entre otros, estos contaminantes al ser ingeridos en el organismo tienen afinidad de alojarse principalmente en sangre los tejidos finos de hígado y riñón de los seres vivos, se considera también un problema de salud pues al alojarse en animales el hombre continúa en la cadena alimenticia y al existir estos metales en el animal pueden ser procesados para productos alimenticios y obtener las cantidades del Pb que afectan a la población y a todo ser vivo que los pudiera consumir [27].

En la industria alimenticia, también se ha considerado como vector contaminante de metales tóxicos en el ganado pues al consumir alimento con cantidades de metales como cadmio y plomo encontramos que afecta a los principales órganos filtradores como son el hígado y riñón [28]. Aun que también podemos decir que un exceso de este metal en la dieta produce daños renales y nervioso, anemia e hipertensión y afecta el funcionamiento normal del sistema inmunitario; a sí mismo se sospecha de que pueda ser cancerígeno [29]. La exposición a las plantas que desechan emisiones de plomo tiene efectos importantes en la salud de los animales. Los animales que se encuentran con un rango elevado de plomo presentan signos clínicos como; ataxia, ceguera, rápida

respiración y difícil, taquicardia, temblores, el contaminante principal fue el asfalto de una carretera que al consumir material de dicha carretera también se encontraron patologías en sus organismos, en la serosa presentaba una marcada hiperemia, edema y acumulaciones de sangre en el cerebro y necrosis en lípidos e hígado, el plomo se aloja principalmente en hígado donde se encontraron rastros de 80.5 ppm y en los riñones de 35.8ppm [30]. La disposición directa del plomo sobre las plantas y la ingestión del mismo sobre el suelo realizada por el ganado son de suma importancia, la absorción del plomo depende de factores como la edad y estado fisiológico del paciente. El plomo llega a la sangre donde se combina con los fosfatos plasmáticos circulando como fosfato plumboso soluble, luego se transforma en fosfato menos soluble y se deposita en el hígado principalmente, pulmón, encéfalo y hueso, la biotransformación se realiza sobre los compuestos orgánicos a través del sistema citocromo P450; un mecanismo defensivo en la formación de inclusiones intranucleares de proteínas y plomo en las células renales, también induce a la síntesis de metalotioneina [31].

En un envenenamiento de plomo en el ganado por pastar libremente y consumir forraje contaminado se presentaron casos en vacas con diarrea severa negras, con consistencia blanda e inapetencia otras que también estuvieron envenenadas presentaron desordenes neurológicos, debilidad, anorexia, atónia del rumen y que también afecto al sistema nervioso central. se realizaron pruebas de sangre, en las cuales encontraron que existía una anemia severa, despigmentación de los basofilos y el aumento de eritrocitos y disminución de las enzimas del hígado células CK, hipocalcemia, disminución de potasio y fosfato la cantidad de plomo encontrada en sangre es de 6.486 y 0.928mg/kg y la cantidad de plomo en las materia seca es de 2.9 a 28g/kg [32].

Esto también puede ser determinado por la vigilancia del plomo en la sangre. Por medio de una muestra sanguínea, los padres son los responsables de la salud de sus hijos por los que se sabe que si ellos no son consientes de que exponen sus vidas al contaminante sus hijos son los más afectados al ser expuestos a este metal toxico, en una población cercana a una zona industrial los desechos de sustancias toxicas del Pb afecta en gran parte a los niños como ya es bien sabido, las viviendas donde se desarrollan deberán ser alejadas de las fabricas contaminantes como medida de prevención a la intoxicación por Pb[17]. Para determinación de plomo en la sangre se realizan varias pruebas el Método de cámara de grafito y Espectrofotometría de Absorción Atómica esta es muy confiable y puede ser que varían en los niveles de concentración de plomo dependiendo del

habidad, y también en el del ganado donde se desarrolla dependiendo del grado de consumo e intoxicación [17].

8.1 ÓRGANOS QUE AFECTA Y ALOJAMIENTO

El Pb que se encuentra almacenado en los huesos de de madres embarazadas tiene la facilidad de moverse hacia la sangre, atravesar la barrera placentaria y provocar daños neurológicos, hematológicos y de otros órganos fetales, la intoxicación por Pb en niños es grave, en recién nacidos con bajo peso es común y presentan, conducta agresiva, bajo nivel del desarrollo, y drásticamente la muerte. Es importante la prevención y la exposición a este metal por medio de platicas nutricionales a la población para mejorar y suplementar la nutrición en las personas. En la suplementación de alimentos ricos en calcio, hierro y zinc son elementos que contribuyen a la disminución del Pb en el organismo [18].

En México como en muchos otros países la exposición ambiental al plomo es un riesgo de efectos deletéreos sobre los sistemas hematopoyético, hepático y renal, que permanece como amenaza conociéndose su relación con daños neurológicos en niños que afecta su desarrollo psicomotor en centro de control y enfermedades (CDC). En los Estados Unidos se ha determinado un nivel de seguridad máximo de plomo en sangre en la población infantil de tan sólo $10 \mu\text{g-dl}^{-1}$. En relación con los factores predictores para los niveles de plomo en sangre de la madre se llegó al hallazgo que el uso de la losa vidriada es un factor de riesgo, y el consumo de alimentos ricos en calcio es un protector, ya que ayuda a disminuir la absorción del plomo a través del tracto digestivo por una acción competitiva a nivel de receptores gastrointestinales. También la vitamina “C” podría influenciar tanto en el metabolismo del plomo como en la susceptibilidad a los efectos [33].

En la dieta de las personas que por lo regular han consumido carne de ganado, en la que se sabe que se localizan y acumulan los agentes contaminantes, el plomo puede provocar un retraso en el desarrollo mental e intelectual de los niños y causar hipertensión y enfermedades cardiovasculares en los adultos. En los últimos 10 años, el contenido de plomo en los alimentos de Europa se redujeron sensiblemente tan sólo con

limitar la presencia del plomo en los combustibles. Este es un ejemplo de la dirección adecuada para controlar los problemas en las fuentes emisoras. La exposición al plomo a través de la dieta se lleva a cabo fundamentalmente con los cereales que pudieran estar contaminados [34].

8.2 HEMATOXICOLOGÍA

La inhibición de la síntesis del Hem en los eritroblastos. Como resultado de su alta afinidad por las proteínas, el plomo bloquea varias enzimas necesarias para la síntesis del grupo Hem de la hemoglobina: la Δ -ALA-deshidratasa (ALA- Δ), la coproporfirinógeno III decarboxilasa y la ferroquelatasa, ligándose a la hemoglobina y a las proteínas plasmáticas de la sangre, con lo que inhibe la síntesis de glóbulos rojos y disminuyendo el transporte de oxígeno [35]. Los efectos sobre las enzimas necesarias para la síntesis del grupo Hem dependen de la dosis y de la absorción, siendo la inhibición más temprana la de la ALA- Δ . Por otro lado, como consecuencia del déficit de Hem, por un mecanismo de retroalimentación, se estimula la actividad de la enzima ALA-sintetasa, produciéndose también un aumento del ALA. Las consecuencias biológicas de esta inhibición son: aumento de la tasa de ALA en sangre y en orina (ALA-B, ALAU), aumento de la concentración de coproporfirinógeno III en los hematíes y de coproporfirina III en la orina, aumento de la tasa de protoporfirina IX en los hematíes y de la tasa de hierro sérico.

Se da, la alteración morfológica de los precursores de los glóbulos rojos [7].- Como consecuencia de la alteración morfológica de los precursores de los hematíes, en una punción esternal pueden ser observados megaloblastos, eritroblastos poliploides y punteado basófilo en los eritroblastos. La acción inhibitoria del plomo sobre la enzima pirimidin-5-nucleotidasa es responsable de la reducción-degradación del ARN en los reticulocitos en vías de maduración y de la persistencia de las granulaciones basófilas

Efecto sobre los glóbulos rojos circulantes.- Con la intoxicación por plomo, la fragilidad mecánica de los glóbulos rojos parece aumentar, aunque este factor no es suficiente para explicar la anemia. La vida media de los glóbulos rojos disminuye

ligeramente lo que permite clasificar la anemia saturnina entre las anemias hemolíticas [5, 36].

9 SALUD

El plomo es un gran problema de salud pública afectando a la población más vulnerable que son los niños, los trabajadores y las personas de bajo nivel socioeconómico. La OMS define como la intoxicación con Pb cuando se presentan más de $15 \mu\text{g}^{-\text{dl}}$. Para el Centro de Control de Enfermedades (CDC por sus siglas en inglés) el nivel de intoxicación es mayor o igual al $10 \mu\text{g}^{-\text{dl}}$. A este nivel se producen trastornos metabólicos, en relación directa su alteración en una elevada concentración puede provocar la muerte [37].

La actividad de una coenzima del RNA, motivada por la cadena 5s, puede ser un aspecto importante en la toxicidad del plomo en las células vivas, debido a que la actividad de la coenzima se expresa en concentraciones bajas de plomo, lo que conduce a la inactivación de otro tipo de RNA. Esta es una de las maneras en las cuales el envenenamiento se manifiesta a nivel molecular. La toxicidad del plomo no solamente se basa en acumular las proteínas del calcio y del zinc y a la hidrólisis de cualquier ácido nucleico, también induce a las características hidrolíticas del RNA [38].

Desde el punto de vista de la salud pública, las consecuencias, en casos de intoxicaciones agudas, son trastornos neurológicos. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Organización Mundial de la Salud, FAO/OMS, han establecido un consumo tolerable semanal no mayor a 0,005 mg de mercurio total por kilogramo de peso. En el caso de metil-mercurio, el valor baja a 0,0033 mg. Los altos niveles de la exposición del plomo mayores a $80 \mu\text{g}^{-\text{dl}}$ causan daños severos al cerebro y la muerte en los niños. En altos niveles producen anemia, síndrome severo infantil, pero la anemia es una condición que resulta cuando bajan los niveles de hemoglobina en la sangre, la hemoglobina de los eritrocitos transporta el oxígeno a los pulmones y hacia otros tejidos y órganos en el cuerpo, por las realizaciones de sus funciones.

En los niños, el Pb incrementa la morbilidad y la mortalidad. Sus daños incluyen alteraciones en el desarrollo psicomotor y en la función tubular renal y bajo desempeño cognitivo que puede llegar al retraso mental. La EPA sugiere de 20 a 40 $\mu\text{g}^{-\text{dl}}$ como una cantidad umbral de plomo. Para la anemia en los niños, con niveles de Pb en la sangre mayores a 10 $\mu\text{g}^{-\text{dl}}$ se asocia con un alto riesgo de anemias en consecuencias variables en comparación con niveles menores a 10 $\mu\text{g}^{-\text{dl}}$ [39].

El ambiente contaminado con plomo tienen algún efecto en las funciones endocrinas y hepáticas, al examinar algunas vacas encontramos que a nivel plasmático la tiroxina, la triyodotironina, el cortisol y hormonas reproductivas, tales como estradiol progesterona, se determinó la concentración de los metales en el plasma, y se comprobó que a concentraciones altas el Pb altera los parámetros bioquímicos [40]. También en personas expuestas a los productos químicos, se sospecha que los altos niveles de plomo son los responsables de una amplia gama de desordenes en la salud.

En la exposición al Pb también se asocia a un problema de hipertensión arterial más alta, anormalidades en el electrocardiograma y una mortalidad en casos severos de niveles de plomo elevado en sangre. El ritmo cardiaco y la hipertensión aumentan principalmente en personas que están expuestas a los altos niveles, y causa más muertes por problemas cardiovasculares [41].

El plomo tiene un mecanismo que reemplaza al calcio durante el transporte iónico. Las personas adultas absorben entre un 5% y un 10% del plomo ingerido, sin embargo, solo retienen el 5%, mientras que los niños debido a su rápido metabolismo, absorben el 40% y retienen un 30%. La acumulación de plomo se da principalmente en el hueso, donde la acumulación es cercana al 95%, mientras que en los niños la cifra es de 70%, por lo que es considerado una fuente de exposición endógena en adultos [3]. Al almacenarse en hueso, el plomo puede acumularse en todas las etapas incluso en el embarazo, y si en esta etapa en el hueso se reabsorbe, el plomo alcanza al feto por medio de la placenta y podría dar lugar a malformaciones congénitas y a insuficiencias neurológicas [42].

Generalmente, el envenenamiento con plomo se da por contaminación en los procesos industriales. En el ganado como en el humano no se distingue la procedencia del Pb, ya

que todas las actividades humanas que inadvertidamente liberan plomo en una u otra forma son el principal riesgo de exposición al ganado a través del consumo de pastos [43]. La contaminación ambiental del Pb también afecta los suelos en varios países, especialmente donde existen fundidoras encontrándose que a una distancia menor a 2 km la contaminación del suelo es y en las viviendas cercanas es mayor y retiradas a más de 2 km, la contaminación disminuye significativamente, por lo que en aldeas cercanas puede haber intoxicaciones mas severas por el metal [44]

Otra forma en que afecta a los vegetales en el suelo es cuando estos se encuentran en lugares aledaños a plantas tratadoras de Pb, observándose que conforme fueron creciendo los sembradíos, el plomo fue disminuido de la planta pero no del suelo, donde existía en la misma cantidad que al principio. El tallo de la planta una vez desarrollado ya no tiene tanta exposición al metal, pero que el metal sigue estando en el suelo en forma de cenizas [45].

El mercurio también juega un papel importante en la relación de intoxicaciones por metales debido a sus efectos tóxicos sobre mujeres embarazadas, los que pueden acompañarse o más bien estar estos materiales de Hg y Pb afectando la sangre y produciendo daños en niños en la etapa de la lactancia, existiendo el riesgo de que afecte al sistema nervioso central en los niños [46].

Cuadro 1. Distribución del plomo en el organismo humano

Tres compartimentos	Vida media
Sangre	36 días
Tejidos blandos	40 días
Huesos	27 años

Tomado de Dorea [46].

10 INTOXICACION

El plomo es uno de varios metales contaminantes y se encuentra en la naturaleza. El hombre lo toma del aire, alimentos y del agua que bebe. En la intoxicación por Pb los seres humanos absorben plomo por inhalación e ingestión y a través de la piel.

La absorción por vía cutánea es débil en el caso del plomo orgánico, siendo elevada para el plomo inorgánico. Se puede adquirir por la exposición al medio ambiente y principalmente a las condiciones higiénicas de trabajo, aun que esta última solo explica casos poco comunes de contaminación con plomo inorgánico, como son los ocasionados por aditivos de los combustibles.

En la intoxicación por plomo, la concentración y la posible difusión del metal en el organismo depende mucho de la ruta de ingreso, el tamaño de la partícula y el tipo de compuesto del Pb, y aunque aún no se conoce en su totalidad el mecanismo de absorción, se sabe que se absorbe del 20% al 40% por el trato respiratorio, permanece en el organismo y es su mayor parte, mediante el movimiento ciliar, que pasa del tracto respiratorio al gastrointestinal. La cantidad que permanece en los pulmones es rápidamente absorbida mediante un proceso que es independiente de la especie química del plomo.

La absorción gastrointestinal, que es la principal ruta de ingreso no industrial, representa menos de 10% del total del plomo ingerido y no guarda relación con el compuesto del mismo [47]. No obstante, sea cual sea la ruta de ingreso y como ya se señaló, los niños son mucho más sensibles que los adultos a los compuestos. Otros datos muestran que en ellos la ingestión puede llegar hasta un 50% es decir 5 veces más en la absorción de los adultos.

En el caso del ganado, en una intoxicación por pintura los animales jóvenes son los más susceptibles. El plomo absorbido por inhalación o por ingestión pasa al torrente sanguíneo en el que se establece un rápido equilibrio entre el plasma y los glóbulos rojos, en proporción de 1:16. A partir del torrente sanguíneo el Pb se distribuye por todos los órganos, especialmente en los huesos, que de un 39% de Pb que se encuentra presente en el organismo, pudiera llegar hasta un 90%, por lo tanto si la concentración de Pb en la sangre refleja la exposición reciente, la concentración de plomo en los huesos refleja la exposición acumulada [48].

10.1 TOXICOLOGIA REPRODUCTIVA

A muy altos niveles, el plomo es un potente abortivo. A muy bajos niveles se relaciona con abortos y bajo peso al nacimiento en niños. En algunos estudios se ha demostrado que en humanos aumenta la motilidad y disminuye la cuenta espermáticas hasta en un 49%, y aumenta la morbilidad y mortalidad de niños recién nacidos, siendo uno de los datos destacables el que el plomo atraviesa la placenta, conteniendo la sangre fetal entre un 80 a 100% de la plumbemia materna [49, 50].

10.2 ABSORCION DEL PB A NIVEL INTESTINAL

La absorción intestinal de plomo depende de la forma química en la que el metal se ingiera y de las interacciones del metal con otros componentes de la dieta. En el hombre, la absorción media de plomo es de un 10% de la dosis ingerida, en los niños la absorción media de plomo es de un 42%, de la cual se retiene el 32% en el organismo, en los animales de laboratorio recién nacidos, la absorción es del 50% y del 1% de la dosis administrada en animales adultos, y más del 90% del plomo acumulado se encuentra en el hueso. Cuando son dietas con bajo nivel de calcio, fosfato, selenio y zinc, la absorción del metal es más de un 50% en los niños comparado con un 10% que se absorbe en adultos, siendo más notable y detectable en los pequeños por la acumulación en el riñón e hígado, agravándose por que la leche materna es la fuente de nutrición óptima para los niños pequeños y en desarrollo [51].

La toxicidad por plomo puede darse bajo tres formas diferentes: inhibición de la síntesis de hemoglobina pudiendo provocar anemia; encefalopatía en el tejido nervioso y; en los sistemas vegetativos. La FAO y la OMS han establecido un consumo tolerable semanal y transitorio igual a 0,05 mg de plomo por kilogramo de peso. Los valores encontrados en la leche varían entre 2 a 10 mg/kg, no revistiendo ningún peligro para la salud pública. De acuerdo a lo anteriormente expresado, deben tomarse precauciones como, por ejemplo, evitar el uso de equipos o tarros lecheros que tengan soldaduras de plomo y el empleo de aguas contaminadas con este metal.

En humanos, los sistemas afectados por los niveles del Plomo.

- a) Sistema hematopoyético: Uno de los primeros y más importantes efectos de la contaminación por plomo en el organismo humano es la alteración de la síntesis del grupo hemo, que debido a la modificación de los glóbulos rojos, conduce a la anemia.
- b) Sistema nervioso central (SNC): Los efectos del plomo en el SNC son mucho más importantes en los niños pequeños y pueden producirse daños neuropsicológicos incluso en niveles considerados subtóxicos como $10 \mu\text{g}^{-\text{dl}}$. Una exposición prolongada al plomo puede producir importantes efectos en el SNC y causar lo que se conoce como encefalopatía saturnina, cuyos síntomas van desde sutiles cambios psicológicos y de comportamiento, hasta graves alteraciones neurológicas. Además, los efectos son diferentes según que cambie la fuente de contaminación de plomo inorgánico a plomo orgánico.
- c) Sistema nervioso periférico (SNP): El plomo inorgánico produce efectos nocivos en el SNP; no sólo en la estructura, sino también en el comportamiento bioquímico de los nervios. El efecto más característico es la parálisis saturnina, cuya principal manifestación es la falta de fuerza en las manos [52, 53].

En el ganado, la toxicosis puede presentarse después de una ingestión en cantidades tóxicas en una de las variedades de desechos tales como las placas de baterías de autos, aceites del cárter de un motor, pintura, soldadura, grasas, aceites de pipa, petróleo, asfalto y material para techar. Al estar en contacto con cantidades grandes de estos materiales puede haber una toxicosis y presentarse signos clínicos como cojera, diarrea, atonía del rumen, salivación, temblores faciales y disnea. Los signos en los novillos podrían durar hasta 7 meses y terminar con un proceso agudo y la muerte, teniendo un curso de 24 horas a 10 días.

10.3 VIAS DE ELIMINACION DEL PLOMO ABSORBIDO

El plomo absorbido es eliminado principalmente a través de la orina y una pequeña parte es eliminada en la bilis por las heces. La porción de plomo que ha sido ingerida y no absorbida es igualmente eliminada por las heces. Otras fuentes de eliminación y contaminación son la saliva, el sacrificio y la leche. En el caso de la baja exposición al

plomo, existe un equilibrio entre el aporte del tóxico y su eliminación, pero una vez que se sobrepasa cierto nivel la eliminación del metal no corresponde con el grado de la carga corporal, es ahí donde empieza la acumulación y el organismo lo elimina a más volumen y velocidad para evitar los altos niveles en la sangre, pero una parte del plomo se acumula en el organismo, siendo el tejido óseo el que mayormente acumula el metal, debido a su similitud con el calcio [54].

En regiones altamente industrializadas y con industrias con un mayor potencial de descargas de plomo a la atmósfera, es probable que, por la capacidad del plomo de permanecer en el agua, la tierra y los forrajes, pueda fácilmente pasar al organismo animal, en este caso de las vacas lecheras, y así, presentarse en niveles elevados en la leche que se consume por el humano.

11 CARCINOGENICIDAD

Se ha demostrado repetidamente que la exposición al plomo produce cáncer en animales de laboratorio (Categoría A3 American Conference of Government Industrial Hygienists, ACGIH 1996). En estudios epidemiológicos se ha encontrado un aumento significativo para varios tipos de cáncer (estómago, pulmón y vejiga), por lo que permanece vigente aún la cuestión de una eventual acción mutagénica y cancerígena del plomo. En algunos trabajos se ha evidenciado una asociación entre la exposición de plomo y la incidencia de cáncer, y en un estudio realizado en una planta de fabricación de baterías, las personas que ahí laboraron durante el periodo de 1947 a 1995, mostraron un incremento significativo en cuanto a la mortalidad por cáncer de estómago. Sin embargo, otros investigadores reportan que no existe evidencia de que el plomo tenga algún efecto cancerígeno o mutagénico en humanos [50].

12 TRATAMIENTO

Para la contaminación del Pb en el suelo se crean diferentes métodos de tratamientos, uno a base de estiércol en vegetales, machacados de la ginebra de algodón, y abono de las aves de corral, para actuar en las actividades enzimáticas del suelo típico de xonobioticos contaminado con Pb. La actividad enzimática inhibió algunas propiedades del plomo, por lo consiguiente, era más bajo en el suelo, además de que algunos

desechos orgánicos son de mucho beneficio para la composición de los suelos contaminados [55].

El plomo ingerido se elimina principalmente por medio de las heces, lo que significa que el porcentaje de absorción gastrointestinal es mínimo. De los efectos descritos, los siguientes sistemas también se ven afectados por la contaminación por plomo: sistema urinario, sistema gastrointestinal, sistema cardiovascular, sistema reproductivo, sistema endocrino y articulaciones [56]. En algunos países está prohibida la utilización de harinas de carne y hueso como alimentos para el ganado, ya que en las cenizas puede existir biodisponibilidad del plomo y otros compuestos y a si el animal que estuvo expuesto a niveles elevados de Pb en la utilización de su alimento puede ser vector contaminante con la utilización de sus órganos y huesos para las cenizas [57].

Se ha recomendado el suplemento de calcio en la dieta de los niños y mujeres embarazadas para la prevención de las intoxicaciones por Pb, debido a la interacción del calcio y el plomo. Se estudio este uso de la leche en los trabajadores, algunos que no la consumieron por ser intolerantes a la lactosa, mismos que tienen niveles de plomo más elevados en la sangre que las personas que si consumieron leche en su dieta, demostrándose la eficiencia profiláctica de la leche en la reducción del Pb en la sangre [58].

Los pastizales son un factor importante en la intoxicación por Pb para el ganado. El plomo absorbido por el organismo es incorporado al torrente sanguíneo y se eliminara por la orina en un 75%, las secreciones gastrointestinales a través del hígado en un 16% y en el cabello, las uñas y el sudor en un 8%. Las mujeres que amamantan pueden también eliminar el plomo en la leche en una concentración muy similar a la del plasma. La vida media de los compuestos del plomo en el organismo humano es, por regla general, larga, pero varía según el tejido que se trate. A demás es casi imposible determinar el ritmo de eliminación, ya que los huesos pueden contener una gran cantidad de componentes listos para pasar al torrente sanguíneo. No obstante, se conoce la vida media en el caso de la sangre de tres a cuatro semanas y en los huesos de 20 a 27 años [5].

En la intoxicación por plomo, el tratamiento estándar se basa en la administración conjunta de BAL, en dosis única intramuscular, seguida de EDTA calcio disódico intravenoso durante 5 días. El succímero oral en una dosis de 10mg/kg/8horas durante 5 a 14 días para el control de plumbemia, dio buenos resultados. El tratamiento de la intoxicación por Pb también se utiliza clásicamente el combinado con BAL y EDTA y la penicilamina. Estos tratamientos son más problemáticos por tener más efectos secundarios y en algunos casos menor efectividad que el ácido 2,3 dimercaptosuccínico, quelante derivado del BAL, utilizado desde hace más de 30 años en la intoxicación por plomo, por lo que se debe adquirir como uso compasivo, al estar probado en EEUU por la FDA como tratamiento en la intoxicación en niños. Con esto podemos comprobar que este tratamiento, es claramente menos agresivo y más cómodo para el paciente y el médico, mostrando su efectividad a corto y mediano plazo, en una sola dosis y sin efectos secundarios.

13 NORMATIVIDAD

El Codex, organización intergubernamental, y numerosos países han, establecido normas sobre concentraciones permitidas de plomo en diversos alimentos. Posiblemente sea inevitable que los alimentos presenten concentraciones bajas de plomo, debido a la ubicuidad del plomo en el mundo industrial moderno. Sin embargo, la aplicación de buenas prácticas agrícolas y de fabricación puede contribuir a reducir al mínimo la contaminación de los alimentos por este metal [23]. Dado que muchas intervenciones útiles para disminuir el contenido de plomo dependen de la actuación de los consumidores, se ha incluido también en el presente Código una sección con sugerencias para modificar las prácticas de los consumidores la normatividad existente en México para el manejo de plomo y sus compuestos recae en diferentes secretarías de gobierno [2].

Cuadro 2. Normatividad mexicana para el plomo

Dependencia	Norma	Descripción
SEMARNAT.	NOM-001-ECOL-1996	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales y bienes nacionales.
	NOM-002-ECOL-1996	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano y municipal.
	NOM-052-ECOL-1993	Que establece las características de los residuos peligrosos. El listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad en el ambiente.
	NOM-086-ECOL-1994	Contaminación atmosférica- especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles y líquidos gaseosos que usan en fuentes fijas y móviles
SSA	NOM-002-SSA1-1993	Salud ambiental. Bienes y servicios. Envases metálicos para alimentos y bebidas. Especificaciones de la costura. Requisitos sanitarios.
	NOM-003-SSA1-1993	Salud ambiental. Requisitos sanitarios que debe satisfacer el etiquetado de pinturas, tintas, barnices, laca y esmaltes.
	NOM-004-SSA1-1993	Salud ambiental. Limitaciones y requisitos sanitarios para el uso de monóxido de plomo (litargirio), óxido rojo de plomo (minio) y del Carbonato básico del plomo (albayalde).
	NOM-005-SSA1-1993	Salud ambiental. Pigmentos de cromato plomo y cromo molibdato de plomo. Extracción y determinación de plomo soluble. Métodos de prueba
	NOM-006-SSA1-1993	Salud ambiental. Pinturas y barnices. Preparación de extracciones ácidas de las capas de pintura seca para la determinación de plomo soluble. Métodos de prueba
	NOM-007-SSA1-1993	Salud ambiental seguridad de juguetes y artículos escolares. Límites de biodisponibilidad de metales en artículos cubiertos con pinturas y tintas. Especificaciones y métodos de prueba
	NOM-008-SSA1-1993	Salud ambiental. Pinturas y barnices preparación de extracciones ácidas de pinturas líquidas o en polvo para determinación de plomo solubles y otros métodos
	NOM-009-SSA1-1993	Salud ambiental. Cerámica vidriada. Métodos de prueba para la

		determinación de plomo y cadmio solubles.
	NOM-010-SSA1-1993	Salud ambiental. Artículos de cerámica vidriados. Límites de plomo y cadmio solubles.
	NOM-011-SSA1-1993	Salud ambiental. Límites plomo y cadmio soluble en artículos de alfarería vidriados
	NOM-026-SSA1-1993	Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al plomo (Pb) valor normado para la concentración de plomo en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población.
	NOM-017-SSA1-1995	Bienes y servicios. Métodos de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, hierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica
	NOM-127-SSA1-1994	Salud ambiental. Aguas para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse en agua para su potabilización
	NOM-EM-004-SSA1-1994	Salud ambiental. Criterios para la determinación de los niveles de concentración de plomo en la sangre. Acciones para proteger la salud de la población no expuesta ocupacionalmente. Métodos de prueba
STPS	NOM-010-STPS-1994	Relativo a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se produzcan, almacenen y manejen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.
	NOM-033STPS-1993	Higiene industrial - Medio ambiente laboral – Determinación de plomo y compuestos inorgánicos de plomo – Métodos de absorción anatómica
SAGARPA	NOM-010-ZOO-1994	Determinación de cobre, plomo y cadmio en hígado, músculo y riñón de bovinos, equino, porcinos, ovinos y aves, por espectrometría de absorción atómica.

Tomado de Villalpando [26].

14 CONCLUSIONES

El trabajo se realizo de acuerdo a la literatura citada sobre el metal contaminante en los alimentos como es el plomo, que afecta a la mayor parte de la población produciendo consecuencia en el ámbito de salud y pérdidas económicas. El plomo, como sabemos, es un metal que encontramos en cualquier parte en el medio ambiente, en el agua, en los alimentos y en la mayor parte de la naturaleza, que sin darnos cuenta puede afectar de una manera drástica nuestra salud personal ya que es contaminante tóxico que al estar expuestos a sus micropartículas, tiene la capacidad de acumularse en el organismo en los huesos, en la sangre y en algunos tejidos finos principalmente en el riñón e hígado y especialmente en niños y menores de edad, los que son más susceptibles a padecer algún tipo de transtorno la exposición al metal ya que en su organismo se absorbe de manera muy elevada este contaminante, en los adultos es un poco menos, por eso algunos autores recomiendan estar en la constante prevención y análisis de sangre y de desarrollo cognoscitivo de los menores de edad. Para prevenir los transtornos a largo plazo, existen métodos de prevención de la acumulación del metal como el consumo de la leche de vaca pues ayuda a secuestrar micropartículas del metal y tratar de impedir la acumulación del metal en los huesos. Es muy peligroso el envenenamiento por este metal pues se acumula en el organismo por años y es mucho muy tardado el periodo de eliminación en el organismo.

15 LITERATURA CITADA

1. Mujica, Z.R. and C.U. Cardenas, *Los Toxicos Ambientales y su Impacto en la Salud de los Niños*. rev cubana pediatric, 2007. **78**(2): p. 8-9.
2. Flores, J. and L.A. Albert, *Environmental lead in Mexico, 1990-2002*. Rev Environ Contam Toxicol, 2004. **181**: p. 37-109.
3. Ettinger, A.S., et al., *Influence of maternal bone lead burden and calcium intake on levels of lead in breast milk over the course of lactation*. Am J Epidemiol, 2006. **163**(1): p. 48-56.
4. Sharpe, R. and C. Livesey, *Discarded lead-acid batteries: a preventable cause of lead poisoning in cattle*. Vet Rec, 2004. **154**(16): p. 512.
5. Strojan, S.T. and C.J. Phillips, *The detection and avoidance of lead-contaminated herbage by dairy cows*. J Dairy Sci, 2002. **85**(11): p. 3045-53.
6. Boseila, S.A., A.A. Gabr, and I.A. Hakim, *Blood Lead Levels in Egyptian Children: Influence of Social and Environmental Factor*. American Journal of Public Health, 2004. **94**(1): p. 47-9.
7. Vassilev, Z.P., et al., *Case of elevated blood lead in a South Asian family that has used Sindoor for food coloring*. Clin Toxicol (Phila), 2005. **43**(4): p. 301-3.
8. Feely, E., C. Garavan, and K. Kelleher, *Dead cattle, lead and child health*. Ir Med J, 2003. **96**(8): p. 232-4.
9. Lemos, R.A., et al., *Lead poisoning in cattle grazing pasture contaminated by industrial waste*. Vet Hum Toxicol, 2004. **46**(6): p. 326-8.
10. Freitas, C.U., et al., *Lead exposure in an urban community: investigation of risk factors and assessment of the impact of lead abatement measures*. Environ Res, 2007. **103**(3): p. 338-44.
11. Beyer, W.N., et al., *Deer exposed to exceptionally high concentrations of lead near the Continental Mine in Idaho, USA*. Environ Toxicol Chem, 2007. **26**(5): p. 1040-6.
12. Miranda, M., et al., *Long-term follow-up of blood lead levels and haematological and biochemical parameters in heifers that survived an accidental lead poisoning episode*. J Vet Med A Physiol Pathol Clin Med, 2006. **53**(6): p. 305-10.

13. Rowzee, M.V., *LEAD IN WATER: AN OLD ENEMY GETS NEW PRESS*. Environmental Design + Construction, 2004. **7**: p. 96.
14. Afridi, H.I., et al., *Determination of cadmium and lead in biological samples by three ultrasonic-based samples treatment procedures followed by electrothermal atomic absorption spectrometry*. Journal of AOAC International, 2007. **90**(2): p. 470-8.
15. Patra, R.C., et al., *Trace mineral profile in blood and hair from cattle environmentally exposed to lead and cadmium around different industrial units*. J Vet Med A Physiol Pathol Clin Med, 2006. **53**(10): p. 511-7.
16. Tokusoglu, O., et al., *Simultaneous differential pulse polarographic determination of cadmium, lead, and copper in milk and dairy products*. J Agric Food Chem, 2004. **52**(7): p. 1795-9.
17. Polivka, B.J., et al., *COMPARISON OF PARENTAL REPORT OF BLOOD LEAD TESTING IN CHILDREN ENROLLED IN MEDICAID WITH MEDICAID CLAIMS DATA AND BLOOD LEAD SURVEILLANCE REPORTS*. Journal of Community Health, 2006. **31**: p. 43-55.
18. Ettinger, A.S., et al., *Effect of breast milk lead on infant blood lead levels at 1 month of age*. Environ Health Perspect, 2004. **112**(14): p. 1381-5.
19. Dignam, T.A., et al., *High-Intensity Targeted Screening for Elevated Blood Lead Levels Among Children In 2 Inner-City Chicago Communities*. American Journal of Public Health, 2004. **94**: p. 1945-1.
20. Li, Y., et al., *A survey of selected heavy metal concentrations in Wisconsin dairy feeds*. J Dairy Sci, 2005. **88**(8): p. 2911-22.
21. Lawson, W., *Simultaneous determination of copper, lead, cadmium, zinc, and selenium in cow liver by differential pulse polarography*. Canadian Journal of Chemistry, 2003. **81**: p. 31-6.
22. Younes, B., et al., *Lead concentration in breast milk of nursing mothers living in Riyadh*. Ann Saudi Med, 1995. **15**(3): p. 249-51.
23. Jeng, S.L., S.J. Lee, and S.Y. Lin, *Determination of Cadmium and Lead in Raw Milk by Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrophotometer*. J Dairy Sci, 1994. **77**: p. 945-9.
24. Pappas, F., et al., *Lead content of fresh milk samples from different sites in Athens*. Vet Hum Toxicol, 2001. **43**(5): p. 290-2.

25. Valtorta, S.E., et al., *Daily rhythms in blood and milk lead toxicokinetics following intravenous administration of lead acetate to dairy cows in summer*. Int J Biometeorol, 2006. **50**(3): p. 133-8.
26. Villalpando, S., et al., *Fortifying milk with ferrous gluconate and zinc oxide in a public nutrition program reduced the prevalence of anemia in toddlers*. J Nutr, 2006. **136**(10): p. 2633-7.
27. Sharma, R.P., et al., *Accumulation and Depletion of Cadmium and Lead in Tissues and Milk of Lactating Cows Fed Small Amounts of These Metals ~,2*. J Dairy Sci, 1982. **65**: p. 972-9.
28. Lopez, A.M., et al., *Cadmium and lead accumulation in cattle in NW Spain*. Vet Hum Toxicol, 2003. **45**(3): p. 128-30.
29. Pagan-Rodriguez, D., et al., *Cadmium and lead residue control in a hazard analysis and critical control point (HACCP) environment*. J Agric Food Chem, 2007. **55**(4): p. 1638-42.
30. Ozmen, O. and F. Mor, *Acute lead intoxication in cattle housed in an old battery factory*. Vet Hum Toxicol, 2004. **46**(5): p. 255-6.
31. Swarup, D., et al., *Blood lead levels in lactating cows reared around polluted localities; transfer of lead into milk*. Sci Total Environ, 2005. **347**(1-3): p. 106-10.
32. Schlerka, G., et al., *[Acute lead poisoning in cows due to feeding of lead contaminated ash residue]*. Berl Munch Tierarztl Wochenschr, 2004. **117**(1-2): p. 52-6.
33. Navarrete-Espinosa, J., et al., *[Lead blood levels in mothers and newborn infants covered by the Mexican Institute of Social Security]*. Salud Publica Mex, 2000. **42**(5): p. 391-6.
34. Dorea, J.G., *Vegetarian diets and exposure to organochlorine pollutants, lead, and mercury*. American Society for Clinical Nutrition, 2004. **80**: p. 237– 8.
35. Lidsky, T.I. and J.S. Schneider, *Lead neurotoxicity in children: basic mechanisms and clinical correlates*. Brain, 2003. **126**(Pt 1): p. 5-19.
36. Hu, H. and M. Hernandez-Avila, *Invited commentary: lead, bones, women, and pregnancy--the poison within?* Am J Epidemiol, 2002. **156**(12): p. 1088-91.
37. Kirel, B., M.A. Aksit, and H. Bulut, *Blood lead levels of maternal-cord pairs, children and adults who live in a central urban area in Turkey*. Turk J Pediatr, 2005. **47**(2): p. 125-31.

38. Barciszewska, M.Z., et al., *5S rRNA is a leadzyme. A molecular basis for lead toxicity.* J Biochem (Tokyo), 2003. **133**(3): p. 309-15.
39. Jain, N.B., et al., *Relation between Blood Lead Levels and Childhood Anemia in India.* American Journal of Epidemiology, 2005. **161**: p. 968-73.
40. Swarup, D., et al., *Changes in plasma hormones profile and liver function in cows naturally exposed to lead and cadmium around different industrial areas.* Res Vet Sci, 2007. **82**(1): p. 16-21.
41. Jain, N.B., et al., *Lead Levels and Ischemic Heart Disease in a Prospective Study of Middle-Aged and Elderly Men: VA Normative Aging Study.* Environmental Health Perspectives, 2007. **115**(6): p. 971-5.
42. Ettinger, A.S., et al., *Levels of lead in breast milk and their relation to maternal blood and bone lead levels at one month postpartum.* Environ Health Perspect, 2004. **112**(8): p. 926-31.
43. Waldner, C., et al., *Managing lead exposure and toxicity in cow-calf herds to minimize the potential for food residues.* J Vet Diagn Invest, 2002. **14**(6): p. 481-6.
44. Counter, S.A., et al., *Environmental lead contamination and pediatric lead intoxication in an Andean Ecuadorian village.* Int J Occup Environ Health, 2000. **6**(3): p. 169-76.
45. Zadnik, T., *Lead in topsoil, hay, silage and blood of cows from farms near a former lead mine and current smelting plant before and after installation of filters.* Vet Hum Toxicol, 2004. **46**(5): p. 287-90.
46. Dorea, J.G., *Mercury and lead during breast-feeding.* Br J Nutr, 2004. **92**(1): p. 21-40.
47. Krametter-Froetscher, R., et al., *Toxic effects seen in a herd of beef cattle following exposure to ash residues contaminated by lead and mercury.* Vet J, 2007. **174**(1): p. 99-105.
48. Sharpe, R.T. and C.T. Livesey, *Lead poisoning in cattle and its implications for food safety.* Vet Rec, 2006. **159**(3): p. 71-4.
49. Gonzalez-Cossio, T., et al., *Decrease in birth weight in relation to maternal bone-lead burden.* Pediatrics, 1997. **100**(5): p. 856-62.
50. Gidlow, D.A., *Lead toxicity.* Occup Med (Lond), 2004. **54**(2): p. 76-81.
51. Gundacker, C., et al., *Lead and Mercury in Breast Milk.* **journal of the American Academy of Pediatrics.**, 2002. **110**: p. 873-8.

52. Schulz, J.H., et al., *Acute Lead Toxicosis in Mourning Doves*. Journal of Wildlife Management, 2006. **70**: p. 413-21.
53. Galey, F.D., et al., *Lead concentrations in blood and milk from periparturient dairy heifers seven months after an episode of acute lead toxicosis*. J Vet Diagn Invest, 1990. **2**: p. 222-6.
54. Chen, X.X., et al., [*Blood lead level and related risk factors among children aged 0-6 years in Beijing*]. Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi, 2003. **24**(10): p. 868-71.
55. Tejada, M., M.T. Hernandez, and C. Garcia, *Application of Two Organic Wastes in a Soil Polluted by Lead: Effects on the Soil Enzymatic Activities*. Journal of Environmental Quality, 2007. **36**: p. 216-5.
56. Murthy, G.K., U. Rhea, and J.T. Peeler, *Rubidium and Lead Content of Market Milk*. J. DAIRY SCIENCE, 1966. **5**: p. 651-4.
57. Deydier, E., et al., *Evaluation of meat and bone meal combustion residue as lead immobilizing material for in situ remediation of polluted aqueous solutions and soils: "chemical and ecotoxicological studies"*. J Hazard Mater, 2007. **146**(1-2): p. 227-36.
58. Chuang, H.Y., et al., *The influence of milk intake on the lead toxicity to the sensory nervous system in lead workers*. Neurotoxicology, 2004. **25**(6): p. 941-9.