

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y
AGROPECUARIAS

DIVISIÓN DE CIENCIAS VETERINARIAS



“ INVESTIGACIÓN SOBRE EL CONTENIDO DE
CADMIO EN HÍGADO DE CABRAS ”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE MÉDICO
VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A N :

P.M.V.Z. IGNACIO RUIZ HERNÁNDEZ
P.M.V.Z. JOSÉ ROBERTO GONZÁLEZ NAVARRO

DIRECTOR:

Dra. Della Guillermina González Aguilar

ASESOR:

Dr. Agustín Ramírez Álvarez

Las Agujas, Nextipac, Zapopan, Jalisco, Julio de 2001

185311/021453
U1362
Gf 7

CONTENIDO

RESUMEN	X
INTRODUCCIÓN	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
JUSTIFICACIÓN	11
HIPÓTESIS	13
OBJETIVOS	14
MATERIAL Y METODO	15
RESULTADOS	18
DISCUSIÓN	29
CONCLUSIONES	31
BIBLIOGRAFÍA	32

RESUMEN

A pesar de leyes y reglamentos para proteger la salud del hombre y los animales, la contaminación del ambiente con materia nociva representa un gran problema. Como consecuencia la población padece con frecuencia irritación de vías respiratorias. En particular los niños tienen una elevada incidencia de enfermedades no infecciosas. Dentro de las sustancias nocivas en el ambiente están los metales pesados, junto con su toxicidad de estos se debe considerar el peligro que representan debido a su capacidad de almacenamiento en el organismo. En México se han realizado investigaciones dirigidas a la evaluación y valoración de la contaminación ambiental y en alimentos con metales pesados y particularmente cadmio, aunque son escasos se manifiesta la necesidad de conocer la presencia de tales riesgos en la zona metropolitana de Guadalajara y sus zonas aledañas. En México de 1983 a 1987 se han producido entre 1983 y 1249 toneladas anuales las cuales nos colocan en primer lugar de producción en Latinoamérica. El cadmio al utilizarlo como material de protección contra la corrosión, es posible encontrarlo en el suelo, sedimento de ríos y a través de la cadena alimenticia en plantas animales y el hombre. El ingreso del cadmio al cuerpo se da por la inhalación de aire contaminado y humo de cigarro así como por la ingestión de alimentos contaminados. El muestreo se realizó en dos áreas denominadas: Área no contaminada (zona agrícola) y Área contaminada (zona industrial), de los estados de Jalisco y Zacatecas, la determinación de cadmio se llevo a cabo por medio de espectrofotometría de absorción atómica. Las concentraciones están expresadas en miligramos por kilogramos de materia fresca (M.F.). Llama la atención Huejuquilla el Alto, Jal., clasificada como no contaminada con una alta cantidad de cadmio cuyo valor promedio fue de $x = 0.405$ mg/kg que expresa hasta cinco veces mas la concentración mas bajas registradas en Tlajomulco de Zúñiga Jal., con $x = 0.077$ mg/kg de M.F. en Tetillas Zac., con $x = 0.033$ mg/kg M.F. En la región clasificada como contaminada Huentitan el Alto Jal., con $x = 0.337$ mg/kg M.F. y Tatepoxco Jal., con $x = 0.245$ mg/kg M.F. mostraron aún índices más bajos que Huejuquilla el Alto Jal. dentro de las acumulaciones mayores dentro de los grupos estudiados. En el presente trabajo no fue posible apreciar una clara diferencia entre la acumulación de cadmio en el hígado con relación edad y sexo, se determino la necesidad de trabajos futuros principalmente en zonas rurales, solo podrá orientar sobre rumiantes con costumbre de alimentación similares a las cabras.

INTRODUCCION.

No obstante de numerosas leyes y reglamentaciones para proteger la salud del hombre y los animales, la contaminación del ambiente con materia nociva representa un gran problema que preocupa a muchos países industrializados en donde ya se han realizado numerosas investigaciones al respecto.(2, 5).

Como consecuencia de la contaminación, la población padece con frecuencia irritación de vías respiratorias. En particular los niños tienen una elevada incidencia de enfermedades no infecciosas, asociadas a la contaminación ambiental.(8, 19, 25, 30).

Dentro de las sustancias mas nocivas del ambiente estan los metales pesados plomo y cadmio (27, 17), junto con la toxicidad potencial de estas, se debe considerar también el peligro que representan debido a su capacidad de almacenamiento en el organismo resultando con esto daños a largo plazo. Por otro lado estos tóxicos no solo representan un peligro por su presencia en el medio ambiente, si no también en los alimentos, (14, 13, 15,12).

En México ya se han realizado investigaciones dirigidas a la detección y evaluación de la contaminación ambiental, y en alimentos con metales pesados y particularmente cadmio(9, 31) no obstante aun son escasas, considerando que el aumento constante de la población, el desarrollo industrial y agrícola, se pone de manifiesto la necesidad de conocer la presencia de tales residuos en los alimentos de origen animal en la Cd. de Guadalajara, zona de alta contaminación, y regiones aledañas. El presente trabajo se propone investigar la presencia de residuos de cadmio en cabras procedentes de diferentes regiones subalternas a la Cd. de Guadalajara y agrícolas del estado de Jalisco y Zacatecas.

CADMIO

El significado del cadmio como parte indeseable de los alimentos y el ambiente fue determinado en los años 1945-1965 cuando en Japón se presentó la enfermedad de Itai-Itai cuya causa fue una intoxicación crónica causada por ese elemento. El cadmio entra en el ambiente a través de su utilización como material de protección por su resistencia a la corrosión de la fabricación de pigmento, baterías de cadmio y níquel y estabilizadores para plástico con una producción mundial de 20 000 ton. son emitidas 8 000 ton. por año, y es posible encontrarlo en el suelo, sedimentos de ríos y a través de la cadena alimenticia en plantas, animales y el hombre. Las emisiones de cadmio como partículas de sulfato de cadmio y óxido de cadmio se producen por la quema de combustión fácil y de basura.

En México de 1983 a 1987 se han producido entre 1983 y 1249 toneladas anuales de cadmio, producción con la que ocupamos el primer lugar en Latinoamérica y uno de los primeros lugares en el mundo. (4).

INGRESO, ABSORCIÓN Y DISTRIBUCIÓN

El ingreso de cadmio en el organismo humano tienen lugar por la inhalación de aire contaminado y humo de cigarro, así como por la absorción intestinal de alimentos contaminados. La inhalación del tóxico juega un papel importante solo en grupos de población expuesta y trabajadores de la industria de cadmio, en los cuales se han observado intoxicaciones agudas así como en personas que viven cerca de industrias de cadmio y elaboraciones de metales pesados y en fumadores de cigarro. (20, 10).

Según el tamaño de las partículas que contiene cadmio, puede encontrarse en el área nariz-faringe o en el área traqueo-bronquial o respiratorio. El fumar 20 cigarrillos conduce a un almacenar 3 mg de cadmio y una cantidad absorbida de 1.1 mg habla de un grado de absorción de 35%, la gran parte de la cantidad ingerida de cadmio por los pulmones e intestinos se encuentra en hígado y riñones. Del intestino el cadmio es absorbido por una metalotioneína. Esta metaloneína es una proteína ligadora de metales, su alto contenido de

azufre de 9.3% se debe a la proporción de cisteína que es el 30% de los aminoácidos cuyo grupo sulfidrilo es responsable de la unión a los metales. Junto al cadmio, con un contenido de 5.9%, y Zinc 2.2% de contenido, también están unidos cobre y mercurio. La metalotioneína es la responsable de la homeostasis del zinc en personas no expuestas al cadmio puede encontrarse en sangre en pequeñas cantidades menores a 1 mg/100ml. La mayor parte de él se encuentra en la membrana de los eritrocitos unido a la hemoglobina o metalotioneína. La gran parte del cadmio ingerido se encuentra en hígado y riñón. En el hígado el cadmio se encuentra almacenado en su forma unido a la metalotioneína en el riñón también está unida a la metalotioneína que en pequeña cantidad se encuentra en sangre. (22)

En el hígado y riñón se cataboliza la metalotioneína y libera sus metales cadmio, zinc y cobre para luego volver a formar parte de la misma. A través de ese mecanismo metabólico se lleva a cabo la larga vida media biológica del cadmio (10-30 años). En el riñón es reabsorbido de la orina primaria, el cadmio unido a la metalotioneína e hidrolizado en la proteína, aminoácidos y péptidos.

Los iones de cadmio liberados, inducen a una nueva síntesis de metalotioneína, a través de esta unión, los efectos tóxicos del cadmio se impiden. Las lesiones del riñón se presentan cuando se rebasa la capacidad de producción de proteína ligadora de cadmio.

El cadmio puede desplazar el zinc de su unión a la metalotioneína, de donde se puede aclarar la estrecha relación entre el cadmio y dicho mineral esencial. Del cadmio ingerido solo se reabsorbe del intestino el 6% (23). A través de la determinación de cadmio en heces se puede calcular la contaminación de los alimentos con cadmio (1, 11).

El grado de absorción del intestino no es constante, si no que depende de varios factores, de este modo se reduce el grado de absorción con el aumento de ingreso proteico, especialmente de los que tienen altos contenidos del grupo sulfidrilo (SH). Lo mismo pasa cuando el contenido de calcio es alto, de este modo se absorbe menos cadmio de aguas pesadas que de aguas con menos contenido de calcio. (11, 16).

El cadmio absorbido debido a su larga vida biológica media se elimina por orina. Esto es sin embargo solo una muy pequeña cantidad (0,01% en relación a cerca de 1mg por día) de sus depósito total.(24)

En la corteza renal en animales de investigación y material de autopsia se considera una concentración crítica de cadmio de 200 mg/kg.(6).

EFFECTOS EN EL ORGANISMO

El cadmio es tóxico para todo ser vivo, en plantas se presenta clorosis y necrosis en las hojas debido a los iones de cadmio incorporados a través de la raíz. Intoxicación por inhalación pueden presentarse en trabajadores de cadmio por la inspiración de aerosoles conteniendo este elemento. Los síntomas que se presentan en 24 Hrs después de una exposición son: respiraciones cortas, sensación de cansancio y fiebre. Intoxicación oral debido a el agua, bebidas o utensilios de cocina contaminados resultan en náuseas, vómito y dolor de cabeza.(26. 28)

La intoxicación crónica origina lesiones en riñón de animales y el hombre, en general se presenta una disminución de la capacidad de absorción renal con perjuicio en el mantenimiento de bases electrolíticas y ácidas, así como glucosuria, aminoacidouria y proteinuria- (23)

Debido a la contaminación por cadmio, la disponibilidad y efecto de otros minerales traza se ve afectada. El cadmio compete con el zinc, cobre y hierro por lugar de unión a la metalotioneina para su absorción en el tracto intestinal, por los daños en la utilización intestinal del hierro se produce el cuadro anémico de la intoxicación por cadmio, igualmente se presenta una disminución de la concentración de zinc en los órganos y un aumento en la orina, junto con estos en la literatura se han descrito otros efectos (cuadro 1)

Cuadro 1. EFECTOS TOXICOS DEL CADMIO

- 1)Perjuicios en el metabolismo de la glucosa.
- 2)Fertilidad reducida.
- 3)Lesión renal
- 4)Aumento de la presión sanguínea
- 5)Tumores de próstata
- 6)Lesión hepática
- 7) Osteoporosis, osteomalacia.
- 8)Afecciones en el metabolismo de hierro
- 9)Enfisema pulmonar

La enfermedad de Itai-Itai es una patogenia múltiple. Junto con las lesiones de riñones y pulmones, molestias en articulaciones, deformaciones del esqueleto, fracturas espontáneas así como una atrofia de la mucosa intestinal y trastorno funcional del páncreas. Estos síntomas son como consecuencia de una exposición crónica al cadmio y lesiones específicas del riñón (disminución de su capacidad de absorción) en combinación con una deficiencia en la concentración de otros nutrientes como calcio, vitamina D y proteínas.(21).

CONTENIDO EN ALIMENTO

La gran parte del cadmio (50%) que puede ser ingerido a través de los alimentos proviene de vegetales y un 18.75% de la carne, agua y otras bebidas. (14).

Los alimentos con mayor contaminación de cadmio son las vísceras de bovinos y cerdo, algunos mariscos como almejas, pulpo y otros pescados de determinadas áreas, y especies de legumbres con hojas grandes, en especial espinacas y apio. También hongos, principalmente los silvestres, pueden contener altos contenidos en cadmio(Aprox. 200 mg/kg de materia fresca).(23)

Sobre el contenido de cadmio de otros alimentos informa el cuadro 2.

CUADRO No. 2

Contenido de cadmio en alimentos (mg/ kg MF)

<i>Origen Animal</i>	<i>Origen Vegetal</i>
1) Leche 0.002	1) Arroz 0.025
2) Leche Descremada 0.007	2) Centeno 0.015
3) Queso 0.017	3) Trigo 0.056
4) Huevo 0.012	4) Papas 0.047
5) Carne de Ternero 0.007	5) Espinacas 0.232
6) Carne Bovino 0.010	6) Apio 0.675
7) Carne Cerdo 0.010	7) Hongos 0.200
8) Hígado Ternero 0.025	8) Frutas 0.009
9) Hígado Bovino 0.123	9) Café 0.016
10) Hígado Cerdo 0.100	
11) Riñón Ternero 0.128	Otros :
12) Riñón Bovino 0.619	1) Chocolate 0.072
13) Riñón Cerdo 0.691	2) Agua mineral 0.002
14) Gallina 0.025	
15) Salchichas 0.018	
16) Pescado de agua dulce 0.032	
17) Pescado de mar 0.015	
18) Productos de pescado 0.010	
19) Conservas de pescado 0.039	
20) Miel 0.021	

(Fuente : Sociedad Alemana de Nutrición, 1985).

Cuadro No. 3.

Ingreso de Cadmio a través de diferentes alimentos(%)

Alimentos Vegetales	47.9%
Agua y Bebidas	9.5%
Vísceras	21.0%
Carne	12.0%
Leche y Huevo	3.3%
Pescado	1.2%
Otras	5.1%

(Fuente : Sociedad Alemana de Alimentos, 1985)

El ingreso de cadmio al organismo es más común por el consumo de tabaco. El empleo de pigmentos de color conteniendo cadmio en la producción de alimentos, estimulantes y utensilios de cocina esta prohibido en muchos países desde 1987. En 1988 se determinó el valor límite para el uso de pigmentos conteniendo cadmio y plomo en los productos de cerámica, por ejemplo: 0.3 mg/l para utensilios como, platos, tasas o pequeños recipientes y se recomienda la no utilización de cerámica con pigmentos amarillos y rojos para la preparación de alimentos especialmente los ácidos. Tales recipientes deberán ser señalados para no usarlos. Lo mismo deberá hacerse para algunos juguetes de plástico para niños, ya que estos pueden ser introducidos a la boca y con esto puede ser ingeridas pequeñas cantidades de cadmio y otras sustancias. (Cuadro No. 3).

EXPOSICION AL CADMIO

Existen tres posibilidades por la cual la población puede estar expuesta al cadmio :

- 1) Las ocupaciones más riesgosas , son aquellas en las que los trabajadores estan en contacto directo con el metal, como las fundiciones y en las fábricas de baterías o acumuladores(7,3).

- 2) La exposición ambiental de la población general esta relacionada con la contaminación del medio por las actividades industriales y mineras, las poblaciones de las aglomeraciones urbano-industriales se encuentran mas expuestas al cadmio. La población general esta expuesta al cadmio mediante la contaminación con esta de aire, agua, suelos y alimentos.(32)

- 3) El Tabaquismo requiere de particular atención en virtud de que los fumadores inhalan cadmio del que se fija a la planta del tabaco. El tabaco mexicano es uno de los que tienen más cadmio. En un estudio internacional el valor máximo de cadmio registrado para tabaco fue de 2.30 mg/g mientras que el tabaco mexicano tiene hasta 2.65 mg/g.(29, 18). Al consumir 20 cigarrillos se tiene la posibilidad de inhalar hasta 24 mg de este metal.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La exposición ambiental al cadmio de la población en general esta relacionada con la contaminación del medio por la actividad industrial y minera . Nuestro país es un rico productor de cadmio y además cuenta con una importante industria que lo transforma y emplea para generar productos diversos, lo que hace que el cadmio sea uno de los contaminantes mas frecuentes del medio ambiente.

Se ha detectado contaminación por cadmio en el aire de las grandes ciudades originado por el desgaste de los motores y ruedas de vehículos y de maquinas industriales. La industria contaminadora de cadmio libera este elemento en forma de óxido de cadmio, compuesto sumamente tóxico. En el hombre es un irritante respiratorio, un tóxico renal y puede causar cierto tipo de osteomalacia. (20).

Hay evidencias de que la aplicación de fertilizantes producidos a partir de rocas fosfatadas aumenta el contenido de cadmio en el suelo que algunos casos es absorbido por las plantas. Lo que posibilita la exposición de poblaciones humanas y animales alimentadas con esos cultivos, aparentemente no afectados por la influencia de emisiones industriales. Sin embargo las poblaciones urbano-industriales se encuentran mas expuestas al cadmio que aquellas de áreas rurales. En general la población esta expuesta al cadmio debido la contaminación del aire, suelos, alimentos y además por el tabaco. El problema de la contaminación no queda restringida en el área urbana, sino que al ser transportados por el viento hacia el campo, estos nocivos se depositan sobre la superficie de los pastos que serán ingeridos por los animales para abasto. Parte de estos se eliminarán en los productos que más tarde consumirá la población. Los alimentos de origen vegetal y animal representan la fuente de exposición mas importante, sin embargo en nuestro medio se carece de información sobre la presencia de este nocivo en tales alimentos. Dado que el hígado es uno de los órganos que se caracterizan por acumular fuertemente los metales pesados se seleccionó este tejido como material indicador.

JUSTIFICACIÓN.

La contaminación ambiental por cadmio afectó desde hace mas de dos décadas a muchos países industrializados. Debido a esto se han realizado numerosas investigaciones sobre la situación de estos metales pesados con el propósito de descubrir su presencia, concentración , causas y consecuencias.(12, 30, 23).

Un país en desarrollo como México no esta exento de esta problemática y así lo manifiesta la ya evidente contaminación de la ciudad de México, DF, Guadalajara, Jalisco y Monterrey, Nuevo León. No obstante lo crítico de la situación, los estudios sobre la contaminación de los alimentos de origen animal por cadmio son escasos. En la literatura , la vigilancia de alimentos de origen animal se relaciona principalmente con los mamíferos y se ha comprobado que los factores endógenos, como son edad, sexo y raza , y por otro lado, los factores exógenos como exposición, clima, cantidad, composición y calidad del alimento influyen en la concentración de los metales pesados en el organismo.(10). El animal mamífero se encuentra al final de la cadena alimenticia y cubre, en su búsqueda de alimentos, mayores superficies en los campos que por ejemplo las correspondientes muestras vegetales o de suelo tomadas en la misma área. Con el mamífero se presenta una clase animal, que fisiológicamente, y con esto también en su evaluación toxicológica es más similar al organismo humano que por ejemplo los indicadores vegetales y seres vivos de composición celular sencilla.(2) Entre los mamíferos la cabra posee una especial capacidad de desplazamiento en terrenos abruptos, así como su mantenimiento extensivo y esta en exposición directa de las sustancias nocivas del ambiente, fungicidas, insecticidas y fertilizantes utilizados en la agricultura. En esta situación las influencias externas físicas y

bióticas interactúan con el animal directamente. En el transcurso del año éstas están expuestas a la influencia directa de la biósfera, a la oferta de alimento y agua. Con el sistema de manejo estabulado los animales son alimentados con mezclas de varios compuestos alimenticios, los que pueden proceder de diferentes regiones. Así se presenta, por medio de esa mezcla, un efecto de dilución de las sustancias químicas del ambiente y además se dificulta la localización de áreas contaminadas.

Considerando que en los últimos años en Guadalajara se ha observado el aumento de las concentraciones atmosféricas de algunos metales como el cadmio y que el contenido de este elemento en rumiantes ha sido poco estudiado, la presente investigación contribuirá a conocer la situación actual aportando información sobre la presencia de cadmio en hígado de cabras destinadas a consumo humano.

HIPÓTESIS.

Considerando los casi cinco millones de habitantes, el desarrollo industrial y agrícola, el aumento del número de automóviles en la ciudad de Guadalajara, es de esperar que las concentraciones de cadmio en el ambiente se hayan incrementado.

El cadmio liberado por la industria, el desgaste de máquinas y ruedas puede ser acarreado por el viento hacia otros lugares, además algunos fertilizantes usados en la agricultura contaminan los campos donde son criados animales para abasto, de este modo es posible encontrar este elemento en los alimentos de origen animal.

OBJETIVOS.

Objetivo General:

Detectar la contaminación por cadmio en hígado de cabras.

Objetivos Particulares:

- 1.- Determinar la concentración de cadmio en cabras procedentes de diferentes regiones agrícolas e industriales de los estados de Jalisco y Zacatecas.

- 2.- Relacionar la edad y lugar de procedencia con la presencia de residuos de cadmio en cabras destinadas a consumo humano.

MATERIAL Y MÉTODO

Este trabajo se llevó cabo en colaboración con la División de Ciencias Veterinarias de la Universidad de Guadalajara y el Instituto de Investigaciones Veterinarias de Braunschweig Alemania.

La recolección de muestras se realizó en el estado de Jalisco y Zacatecas. Cada muestra fué homogeneizada, congelada y transportada al laboratorio para su análisis. Este se hizo por duplicado con el fin de confirmar la exactitud de los resultados de la medición.

La determinación de cadmio se llevó a cabo por medio de espectrofotometría de absorción atómica (EAA) (8).

ÁREAS DE MUESTREO.

1) Área Metropolitana de Guadalajara.

Capital del estado de Jalisco, importante centro industrial, con fuerte densidad de tráfico y en cuyo perímetro existen áreas de cultivo y explotaciones de animales domésticos para abasto. Aquí los animales son mantenidos parcialmente en praderas naturales y adicionalmente con concentrados especialmente poco antes del sacrificio.

2) Área Agrícola.

Provincias con actividad principalmente agrícola, con área de pastoreo y ausencia de tráfico pesado. Los rebaños caprinos en estos lugares se crían de forma extensiva en praderas naturales. (Ameca, Jal., Huejuquilla el alto, Jal., Tlajomulco de Zúñiga, Jal., Tuxpan, Jal., Jeréz, Zac. y Tetillas, Zac.)

ANÁLISIS QUÍMICO.

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA.

Se utilizaron 50 gr. de cada muestra de hígado. Cada muestra fue homogénea y guardada en frascos de plástico, previamente lavados con agua desionizada y secos, que se mantuvieron en congelación hasta su análisis en el laboratorio. Para el análisis se pesaron en tubos Kjeldahl de 100 ml, 6 gr del homogeneizado por duplicado con el fin de confirmar la exactitud de los resultados de la medición.

DIGESTIÓN Y MEDICIÓN DE LAS MUESTRAS.

Se realizó un proceso de digestión húmeda, que consiste en lo siguiente:

- a) Una vez pasada la muestra, se agregan 10 ml de ácido nítrico (HNO_3) concentrado y 2 ml de ácido perclórico (HClO_4) concentrado. Adicionalmente se emplean dos tubos con solamente los ácidos como valores blanco.
- b) Todos los tubos se instalan en el bloque caliente del aparato para el proceso de digestión y se someten a un programa de temperatura cuidadosamente controlado con el aparato regulador de temperatura.

Al final del proceso de digestión se obtuvo un residuo blanco en el fondo del tubo. Este residuo se recuperó con 25 ml. de ácido nítrico 0.1 N para la técnica de espectrofotometría de absorción atómica, una vez que el residuo se haya disuelto, la solución se guarda en botellas de plástico de 50 ml con cuello de rosca. Estas se mantuvieron en un cuarto frío (6°C) y oscuro.

MÉTODO DE ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA.(EAA)

- La determinación se llevó a cabo con un espectrofotómetro de absorción atómica.

Para la medición se seleccionará una longitud de onda de 228.8 nm para cada serie de mediciones se determinó una curva estándar de referencia con soluciones de cadmio con concentraciones conocidas, así como también el valor de la solución blanco. Se considerarán las siguientes concentraciones para la curva estándar de referencia : 0.0025 mcg/ml y 0.01 mcg/ml. Al valor de extinción de cada solución de la curva de referencia se le restará al valor de extinción de la solución blanco.

El contenido de cadmio de cada muestra será calculado en mg/kg (ppm) de sustancia fresca, considerando el peso exacto inicial y el valor de la dilución.

Los límites de detección considerando el peso inicial de la muestra, son los siguientes: 0.001 mg/kg

Los índices de recuperación oscilan entre: 84-106 %

RESULTADOS

Los resultados sobre el contenido de cadmio en el hígado de cabra están representados en el cuadro No. 4.

Los valores están ordenados por localidades que a su vez están clasificados por "región contaminada" y "región no contaminada".

Las concentraciones están expresadas en miligramos por kilogramos (p.p.m.) de materia fresca (M.F.) y está indicado el número de muestra (n) y el valor promedio (\bar{x}), el rango de variación y el coeficiente de variación de cada grupo colectivo.

En la gráfica No.1 se muestran los valores promedio de las concentraciones de cadmio en el hígado de cabra de las diferentes localidades en ambas regiones.

Particularmente llama la atención la localidad de Huejuquilla el Alto, Jal. clasificada en la región no contaminada que registro una cantidad alta en cadmio, cuyo valor promedio fue $\bar{x} = 0.405$ mg/kg. M.F., este valor expresa hasta cinco veces más de las concentraciones más bajas registradas en Tlajomulco de Zuñiga, Jal., con $\bar{x} = 0.077$ mg/kg M.F., representada con ocho muestras y en Tetillas, Zac., con $\bar{x} = 0.035$ mg/kg M.F., de la misma región.

Los valores detectados en las demás localidades de esa región fueron: $\bar{x} = 0.126$ mg/kg M.F. en Tuxpan, Jal., $\bar{x} = 0.192$, en Jerez, Zac. Y $\bar{x} = 0.195$ en Ameca, Jal.

Como puede apreciarse en la gráfica No. 2 Huentitan el Alto, Jal., con $\bar{x} = 0.337$ mg/kg M.F. y Tatepoxco, Jal., con $\bar{x} = 0.245$ mg/kg M.F. clasificadas en la región contaminada mostraron, después de Huejuquilla el Alto, Jal., las acumulaciones mayores de cadmio en los grupos estudiados.

La localidad de Sta. Cruz del Valle de la misma región registro un valor promedio de $x = 0.154$ mg/kg. M.F.

Con el fin de analizar el efecto del factor edad sobre la concentración de cadmio en el hígado de las cabras investigadas, los resultados se presentan en el cuadro No. 2 en donde se agrupan los animales por edad, sexo y la localidad de procedencia.

También se incluyen aquí la media (\bar{x}), el promedio (x) y el coeficiente de variación.

En el presente trabajo no fue posible apreciar una clara diferencia entre la acumulación de cadmio en el hígado en relación con la edad y el sexo. Sin embargo se pudo observar una elevación del valor en los machos mayores de 18 meses procedentes de Huejuquilla el Alto, Jal. de la región no contaminada (gráfica No. 3) y los machos menores de 18 meses.

En la región contaminada también se observo un ligero aumento de los valores promedio en los machos mayores y menores de 18 meses (gráfica No.4).

Consideramos que no fue posible observar una marcada interrelación entre los valores de cadmio.

Cuadro No.4
Contenido de Cadmio en hígado de cabra

Elemento	Localidad	n	X *	Rango de Variación	CV%
Cd	No contaminada				
	Ameca	2	0.195	0.181 - 0.209	
	Huejuquilla el A.	7	0.405	0.034 - 0.946	
	Jeréz	5	0.192	0.046 - 0.735	
	Tetillas	2	0.035	0.029 - 0.042	
	Tlajomulco de Z.	8	0.077	0.020 - 0.121	
	Tuxpan	1	0.126	0	
	Contaminada				
	Huentitán el A.	7	0.337	0.021 - 0.871	
	Tatepoxco	4	0.245	0.091 - 0.414	
Sta. Cruz del V.	7	0.154	0.044 - 0.271		

n = Número de muestras

x = promedio

CV = Coeficiente de variación

* = Sustancia fresca

Cuadro No.5

Contenido de Cadmio en muestras de hígado de cabra mg/kg de materia fresca

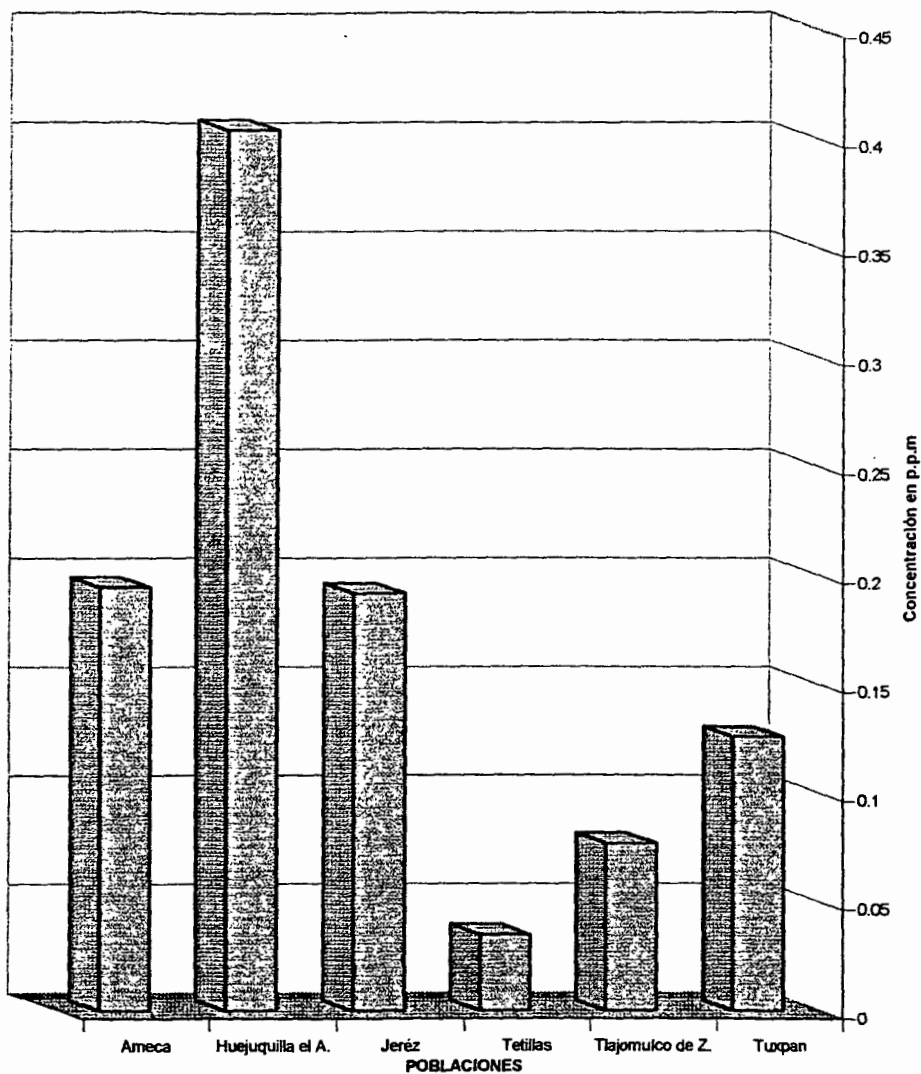
LOCALIDAD	MACHO						HEMBRA					
	< 18 MESES			> 18 MESES			< 18 MESES			> 18 MESES		
	X	X	CV	X	X	CV	X	X	CV	X	X	CV
No contaminada												
Ameca	0	0	0	0	0	0	0	0.195	0	0	0	0
Huejuquilla el A.	0.049	0.51	68	0	0	0	0.287	0.264	82	0	0	0
Jeréz	0.056	0.057	17	0	0.735	0	0	0	0	0	0	0
Tetillas	0	0.036	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tlajomulco de Z.		nd		0.069	0.072	22	0	0.121	0	0.068	0.07	64
Tuxpan	0	0.126	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Contaminada												
Huentitán el A.	0.298	0.349	83	0	0.267	0	0	0	0	0	0	0
Sta. Cruz el V.	0	0.114	0	0	0	0	0	0	0	0.178	0.17	48
Tatepoxco	0	0	0	0	0	0	0.237	0.245	0.6	0	0	0

x =promedio

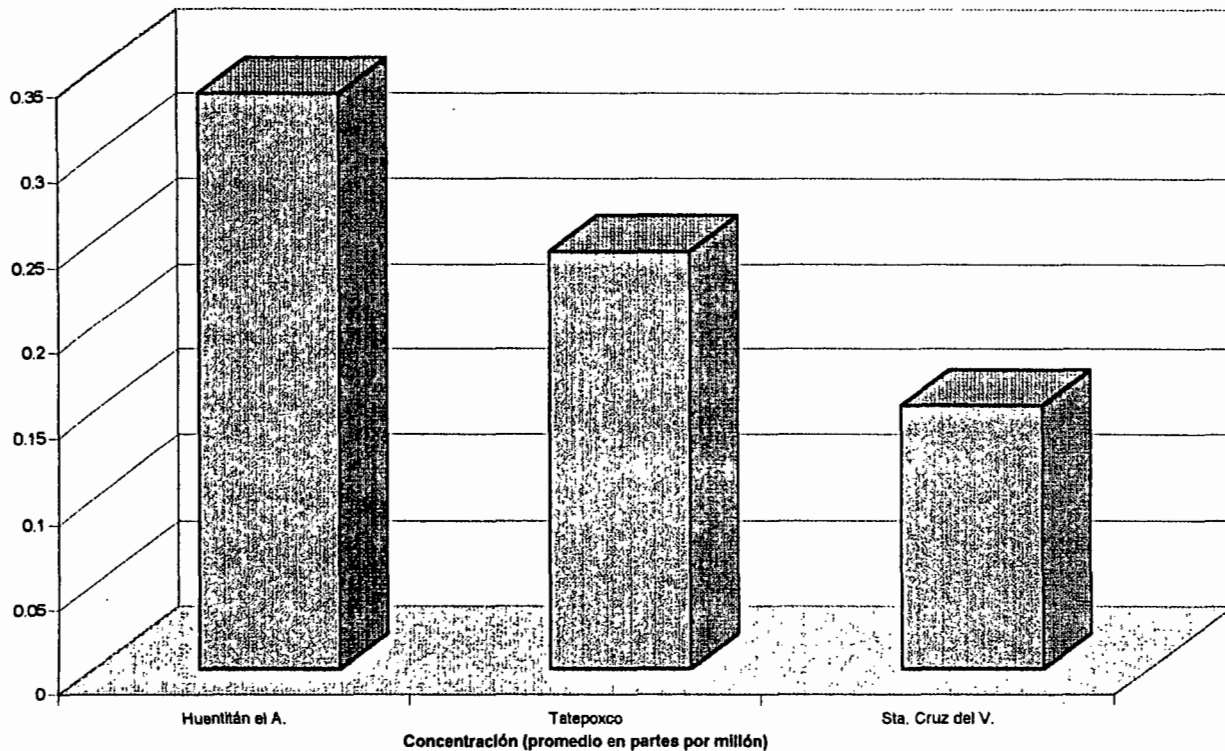
x =media

nd =no detectable

Gráfica N°1 CONTENIDO DE CADMIO EN HÍGADO DE CABRA (REGIÓN NO CONTAMADA)



GRÁFICA No. 2
CONTENIDO DE CADMIO EN HÍGADO DE CABRA (REGIÓN CONTAMINADA)



GRÁFICA 3 RELACIÓN DE LA EDAD CON EL CONTENIDO DE CADMIO EN HÍGADO DE CABRAS (REGIÓN NO CONTAMINADA)

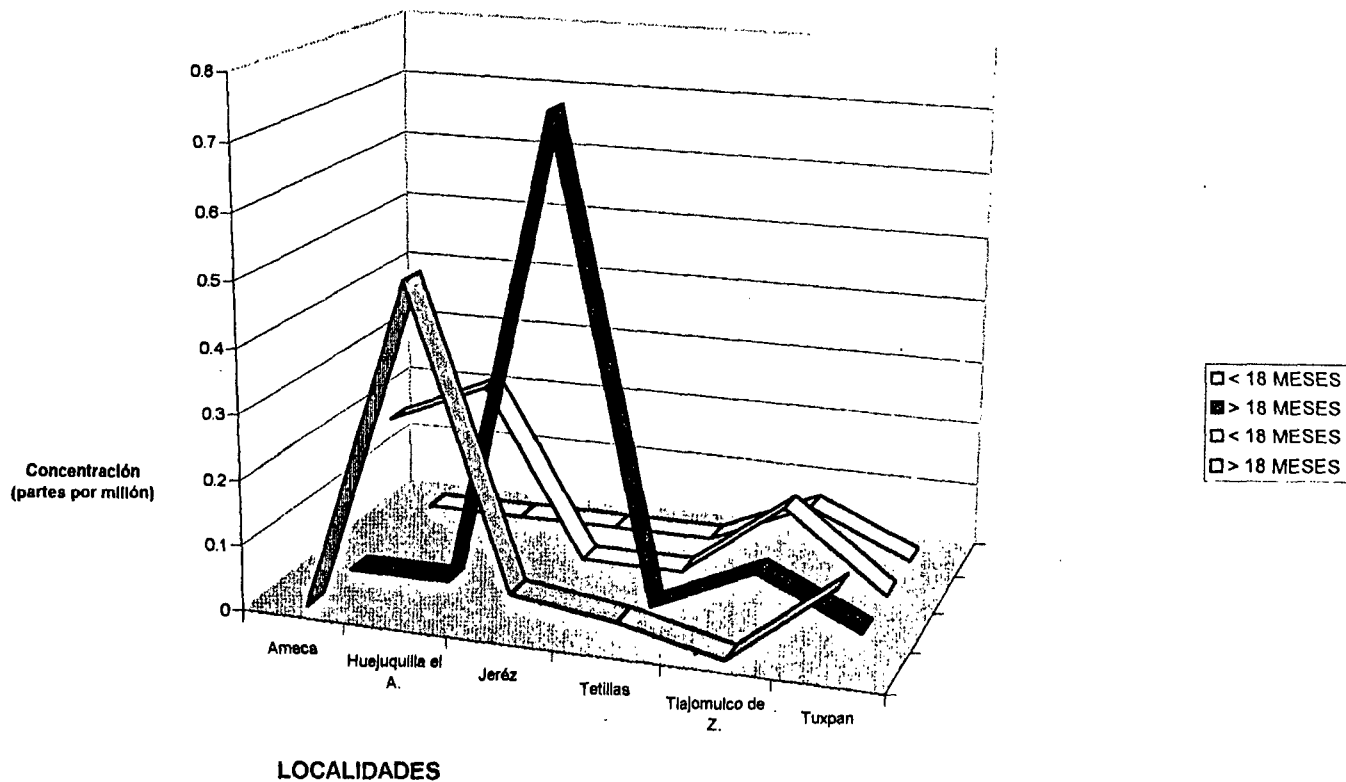
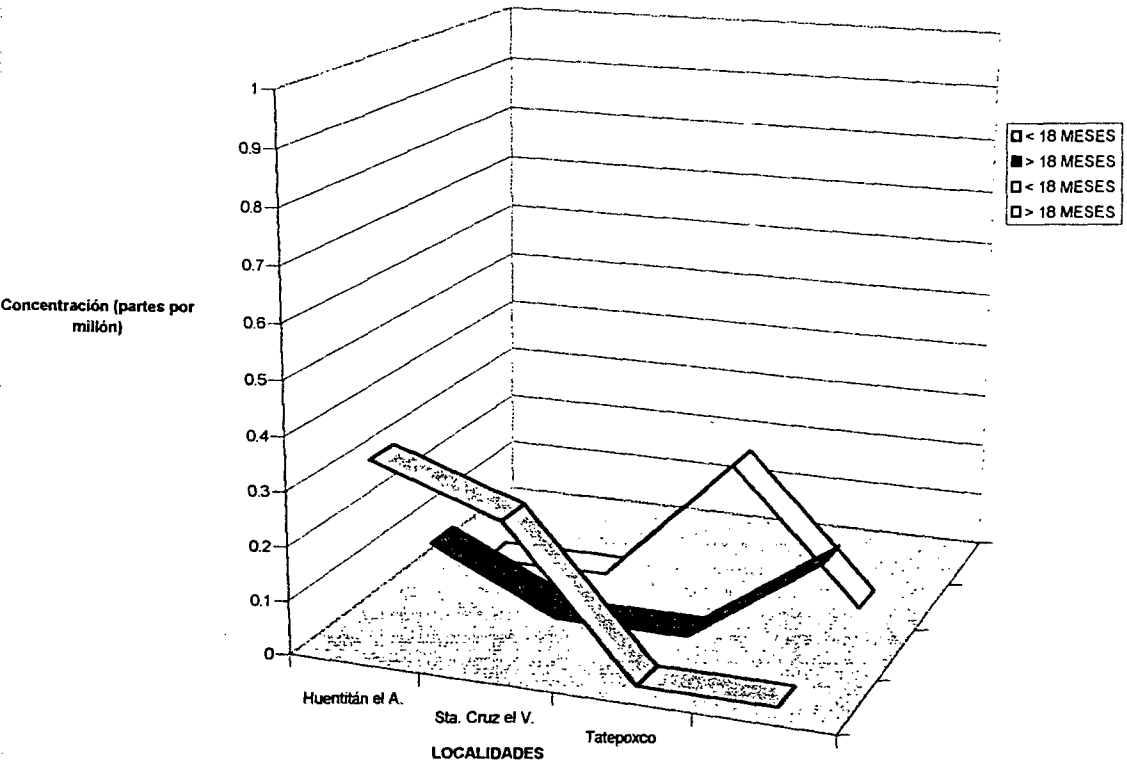
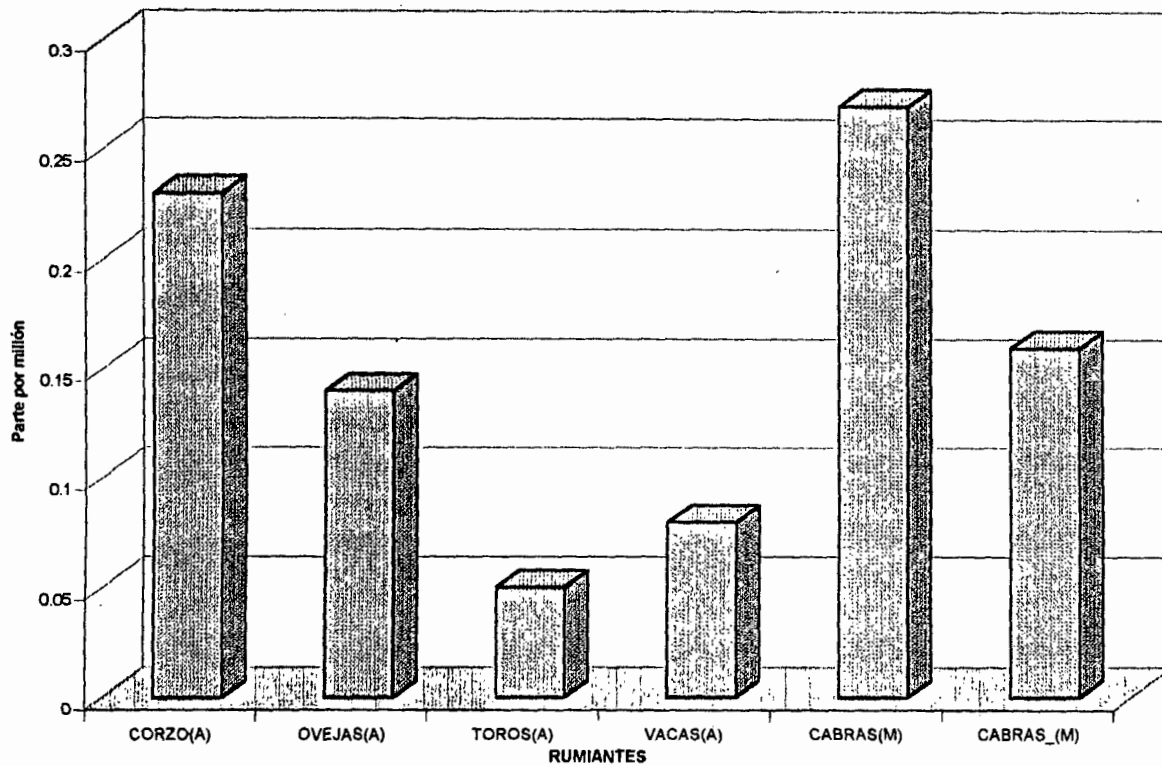


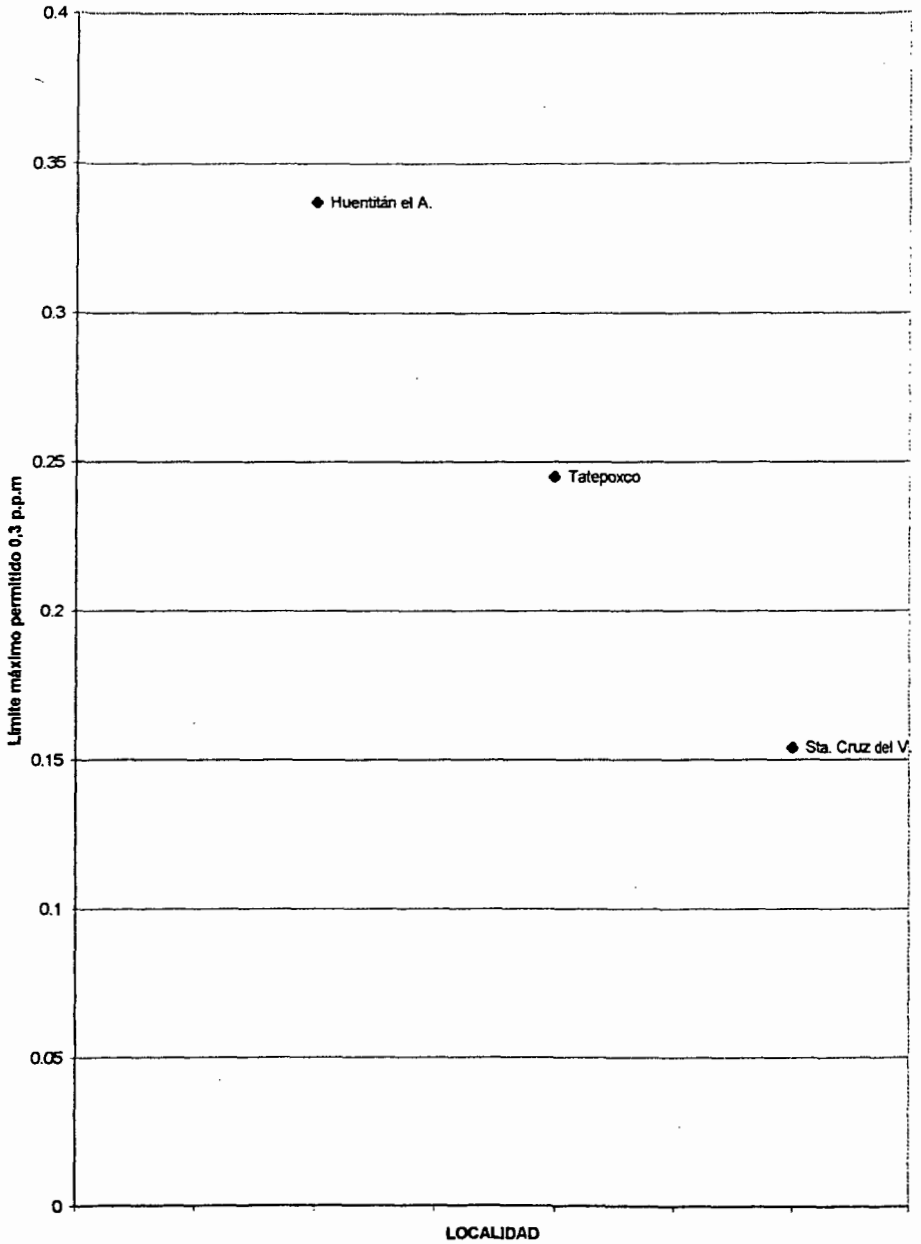
GRÁFICO No.4 RELACIÓN DE LA EDAD CON EL CONTENIDO DE CADMIO EN HÍGADO DE CABRAS
(REGIÓN CONTAMINADA)



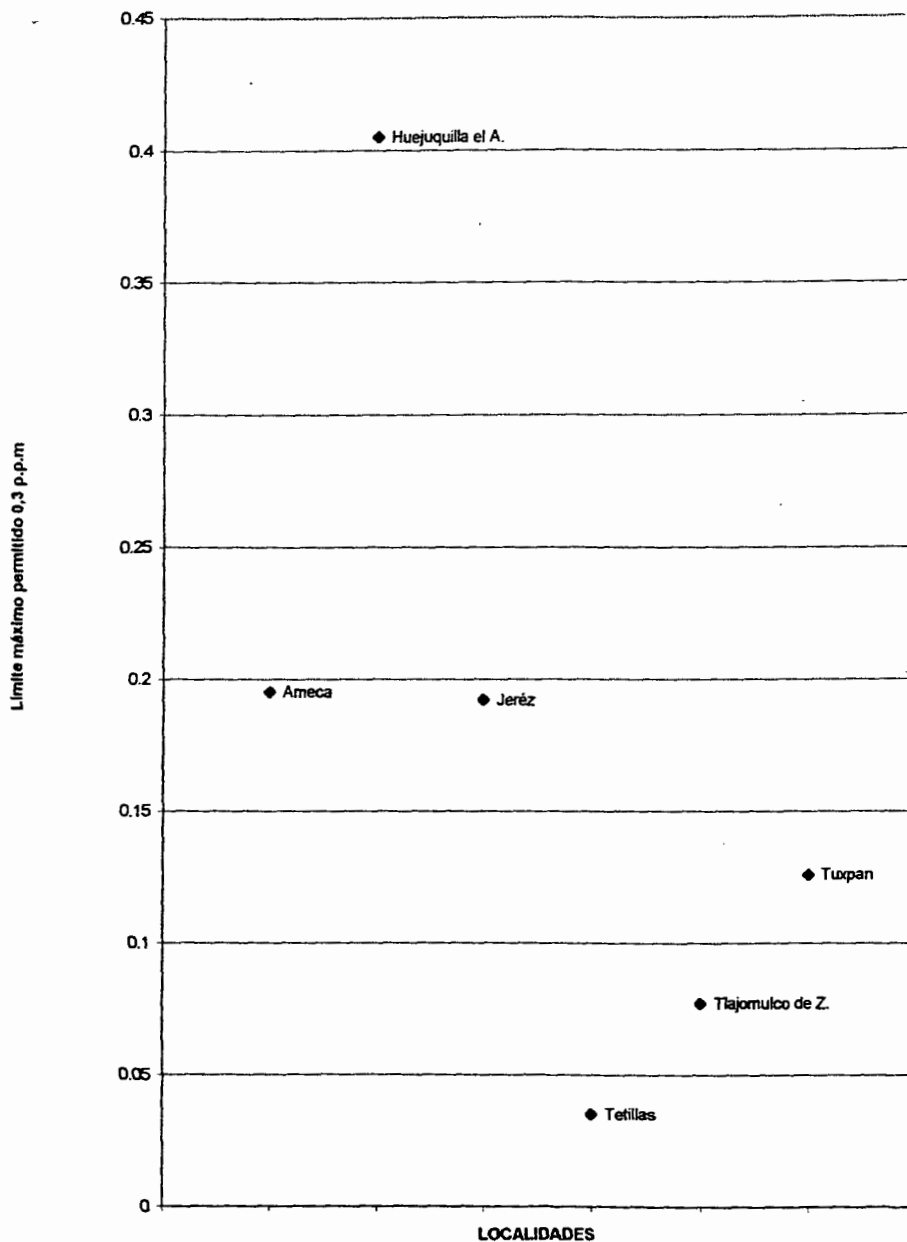
GRÁFICA No. 5 CONCENTRACION DE CADMIO EN HÍGADO DE RUMIANTES DE ALEMANIA (A) Y MÉXICO (M)



Gráfica N° 6 CONCENTRACIÓN DE CADMIO EN HÍGADO DE CABRAS PROCEDENTES DE DIFERENTES REGIONES DE JALISCO Y ZACATECAS (REGIÓN CONTAMINADA)



GRAFICA N° 7 CONCENTRACIÓN DE CADMIO EN HÍGADO DE CABRAS PROCEDENTES DE DIFERENTES REGIONES DE JALISCO Y ZACATECAS (REGIÓN NO CONTAMINDA)



DISCUSIÓN

Numerosas investigaciones sobre la contaminación por metales pesados en Europa indican que las diferencias de las acumulaciones de cadmio en los animales esta determinada principalmente por las condiciones de la región y la edad (11, 2, 23, 10, 19).

Por otra parte los niveles de contaminación en el organismo son también influidos junto con los factores endógenos y exógenos por la variación de las estaciones de año (31).

En la gráfica No. 5 se puede observar una comparación de los valores encontrados en diferentes rumiantes de la República Federal de Alemania y México.

Actualmente no se han establecido los límites de tolerancia para metales pesados en órganos de cabras y tampoco existen recomendaciones para ovinos. Para la estimulación sobre la situación de contaminación en cabras se consideraron los límites de tolerancia recomendados por la Oficina Central Federal de Salud, Registro y Valoración de Químicos en el Ambiente determinados para bovinos de la Republica Federal Alemana.

CUADRO 6

LIMITES DE TOLERANCIA DE LA OFICINA CENTRAL DE SALUD, REGISTRO Y VALORACIÓN DE QUÍMICOS EN EL AMBIENTE PARA CONTENIDO DE PLOMO Y CADMIO (mg/kg M.S.) EN MUSLO E HIGADO DE BOVINO.

ELEMENTO	CARNE	HIGADO
PLOMO	0.25	0.5
CADMIO	0.1	0.3

El cadmio al igual que el plomo, no es esencial para el organismo. Su amplia distribución en el ambiente y la elevada exposición de los habitantes a este nocivo y sobre

todo en las ciudades industriales representa un gran riesgo para salud (18). El Cadmio llega a los alimentos por numerosas vías, como causa del primer orden de la contaminación por Cadmio es la combustión de combustible, diesel, carbón, basura y las emisiones industriales. En áreas agrícolas las fuentes de contaminación son principalmente la fertilización con fosfatos y la acumulación de desperdicios producidos por las poblaciones alternas.

Los resultados de los contenidos de cadmio en los hígados investigados de cabra registrados en la tabla 1, muestran que en dos localidades, las concentraciones de cadmio exceden los límites de tolerancia especificados por la Oficina Central de Salud, es (0.3 mg/kg SF) en bovinos.

En general se puede observar que los contenidos de cadmio en el hígado de las cabras de la región contaminada son mayores que los detectados en las localidades de la región no contaminada, presentando Huentitan El Alto, Jal. Del área metropolitana de Guadalajara, un valor por arriba de permisible (Gráfica no. 6) y los de las otras entidades permanecen cercanos a los límites de tolerancia.

Estos valores ratifican que la contaminación por cadmio es principalmente un indicador de la presencia de la industria moderna (34), cosa que caracteriza a la zona metropolitana de Guadalajara. El hallazgo de que el contenido de cadmio en el hígado de cabras procedentes de una región agrícola, Huejuquilla el Alto Jal., (0.405 mg/kg SF), excede el límite de tolerancia establecido (Gráfica No. 7) incluso es mayor que el de los valores encontrados en el área industrial, podría aclararse como sigue. Por lo contrario al plomo, el cadmio produce una muy baja contaminación de las plantas por medio de las emisiones del tráfico, pero capaz de llegar a las plantas en concentraciones altas a través del suelo (9) es decir el cadmio, dependiendo de las reacciones del suelo es absorbido en grandes cantidades por las plantas de cultivo. Así, en esa área de viada son posibles las deducciones sobre una contaminación terrestre de plantas y animales sin los factores de influencia adicionales de una sociedad industrial.

CONCLUSIONES

1. Los contenidos de cadmio en hígado de cabra procedentes de Huentitán el Alto fueron altas.
2. La alta concentración de cadmio detectada en Huejuquilla el Alto, Jal., localidad caracterizada por ausencia de tráfico pesado e industria, señala la prioridad de realizar futuras investigaciones en esos lugares agrícolas.
3. Los resultados obtenidos en este trabajo sólo podrán orientar sobre posibles contaminaciones en rumiantes con costumbres de alimentación y pastoreo semejantes a las cabras

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Alka Gupta. 1996 "Ontogenic profile of brain lipids following perinatal exposure to cadmium". *Journal Applied Toxicology*. Vol.16 (6) pag.227-233.
- 2.- Anke, M; M. Grün; L. Briedman; K. Missbach; A. Henning; H. Kronemann. 1979. Die menger – und supenelementversorgung der wildwiederkäuer. *Arch. Tierernährung* 29, 829 – 844.
- 3.- Blejer, H. P. Caplan, P. E. 1971. "Occupational health aspects of cadmium inhalation poisoning with special reference to welding and silver brazing". Berkeley,US. Bureau of occupational health and enviromental epidemiology. Pag. 36.
- 4.- Diaz B. 1991. "Principios de la toxicidad del cadmio". *Ciencia y Desarrollo*. Vol. XVII No.98. pag. 61 - 68.
- 5.- Diaz B. 1992 . "Metal absortion in children simultaneously exposed to arsenic and cadmium smelters in San Luis Potosí, México". Manuscrito en preparación.
- 6.- Deutsche Gesellschaft für ernährung: "Material zum ernährungsbericht". Frankfurt,Alemania. Pag. 111 - 113.
- 7.- Elinder, C. G. 1985. "Normal values for cadmium in human tissues, blood and urine in diferent countries". *British Journal for Indict Medicin*. 42. Pag. 651 - 656.
- 8.- Fortoul, T. I. 1984. "Mecanismo de lesión por algunos contaminantes. Cadmio y su acción sobre pulmón". Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina. Universidad Nacional Autonoma de México. México, D.F. Pag. 17-20

9.- Holm, J. 1978. "Vereinfachte aufschlubmethode und meBtechnik von wild,cadmium und arsen in tierschen gewebe mittels". Atomabsortions spektrometrie. Fleischwirtschaft 58. Pag. 864 - 867.

10.- Hecht, H. 1979.

Einflub des tieralters auf die schwermetallgehalte in leber un nieren von zuchtsauen.

Untersuchungsmaterial und

Ergenbnisse; 1. Teil.

Der Bundesamtblat für Fleischforschung 89, 6532 – 6541.

11.- Höllerer; G. y E. Coduro. 1977.

Zur schwermetallkontamination von einheimischen wild

Z. Lebensm. Unters. Forsch. 163. 260 – 263.

12.- Ilge, D. 1983. "Untersuchungeng über den einflub chronischer oraler cadmiumzufuhr auf den organismus der ratte bei unterschiedlicher protein-und energieverorgung". Diss.

Justus Liebig Univesität. Giessen, Alemania. Pag. 3-6

13.- Kumpulainen, J. 1988. "Low level of contaminants in finnish food and diets". Annales Agricultur Fenn. 27. Pag. 219 - 229.

14.- López Artiguez M. 1993. "Cadmium in the local diet Sevilla, España". Bulletin Environmental Contamination Toxicologie Vol. 50. Pag. 417 - 424.

15.- Lucas, J. 1974. "Our polluted food". A halsted press. Book. London, England. Pag.6

16.- Lovekari, K. 1986. "Salminen S. Intake of heavy metals from foods in Finland, West Germany and Japan". Food Addit Contam. 3. Pag. 355 - 362.

- 17.- Mack, D. 1984. "Schwermetalle: Belastungsgrad, methoden, kosten in: Fachgruppe lebensmittelchemie und gerichtlichechemie in der GDCh (Hg): Rückstände + verunreinigungen in Rohstoffen und lebensmittelchemie. Schriftenreihe lebensmittelchemie, lebensmittell qualität band 7.B. Behr's Verlag. Hamburg, Germany. Pag. 128 - 131.
- 18.- Mücke, W. 1978.
Cadmium in der umwelt – ein Gesundheitsiriko
Chemise Rundschau, 31, 1.
- 19.- Müller, P. 1985.
Cadmium – Konzentrationen bei Rehpopulationen (Caprolus capreolus)
Und deren futterplazen
Z. Jadwiss 31, 146.
- 20.- Nriagu, J. O. 1989. "A global assessment of natural sources of atmospheeric trace metals". Nature. Vol.338. pag. 47 - 49.
- 21.- Nriagu, J. O. 1988. "Quantitative assessment of worldwide contamination of air,water and soils by trace metals". Nature. Vol.333. Pag. 134 - 139
- 22.- Norser, T. 1981. "The carcinogenicity of chromium". Environmental Health Perspectiv 40. Pag. 121 - 130.
- 23.- Reilly, C. 1980. "Metal contamination of food". Applied Science. London. England. Publishers, Ltd. Pag. 116 - 122.
- 24.- Piscator, M. 1983. "Renale wirkungen von cadmium in: Zumkley, H. (Hg): Spurenelemente". Thieme Verlag. Stuttgart, Germany. Pag. 81 - 97.

- 25.- Schulz – Schroeder, G. 1991.
Blei – und cadmiumgehalte in fleisch – leber – und nierenproben von lämmern und schafen.
Fleischwurstsch. 71,12, 1435 – 1438.
- 26.- Stoeppler, M. 1984. "Cadmium;in: Merian,E. (Hg): Metalle in der umwelt". Verlag
Chemie. Weinheim, Germany. Pag. 375 - 408.
- 27.- Saldívar, L. 1986. "Determinación de cadmio en tabaco de consumo nacional".
Memorias de la Primera Reunión de Investigadores Universitarios en Contaminación
Ambiental. Pag. 74.
- 28.- Saldívar de, R.L. 1991. "Cadmium determination in Mexican produced tobacco
product. Environ Res. 55. Pag. 91 - 96.
- 29.- Shukla, G.S, Singal, R.L. 1984. "The present status of biological effects of toxic metals
in the enviroment:Lead, cadmium and manganese". Can. Journal Physiology Pharmacology.
62. Pag. 1015 - 1030.
- 30.- Singhal, R.L; Merali, Z. 1979. "Biochemical toxicity of cadmium in: Mennear, J.
(de):cadmium toxicity". Modern Pharmacology Toxicology. Vol.15. Marcel Dekker,Inc.
New York. US. Pag. 61 - 112.
- 31.- Pfeiffer, G., F. Sacher y U. Walter. 1987.
Bioindikator rehwild:Blei – und cadmium – belastung einer oberbayerischen bergjagd und
einer klimatisch benachbarten jagd in tallage.
Anch. Für Lebensmittelhuyg. 38, 93 – 120.

- 32.- Telisman, S. 1986. "Cadmium in blood as an indicator of integrated exposure to cadmium in the urban population". Bull. Environ. Contam. Toxicol. Vol.36. Pag. 491 - 495.
- 33.- Thatcher, R. W. 1982. "Effects of low levels of cadmium and lead on cognitive functioning in children". Arch. Environ. Health. Vol. 37. Pag. 159 - 166.
- 34.- Valle Vega P. 1982. Toxicidad Bioquímica en Alimentos. Cuadernos de Postgrado 4. Facultad de Química, División de Estudios de Postgrado, Departamento de Alimentos, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.