

24.71



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

**ESTUDIO PREVIO SOBRE LA PRESENCIA DE
MINERALES, (Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Pb,
Zn) EN ALGUNOS ALIMENTOS DE LA
CANASTA BASICA MEXICANA**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO
P R E S E N T A :
MARIA DE LOURDES LAGUNES PRETELIN

MEXICO, D. F.

1987



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

Al M. en C. ALFREDO GONZALEZ P y al
M. en C. RENE ROSILES M.

Por la valiosa ayuda que me brindaron
en la realización del presente estudio

Al M. en C. BERNARDO LUCAS F.

Por contribuir a que este trabajo que-
dara lo mejor posible

Al M.V.Z. VICTOR NOFFAL N.

Por su invaluable colaboración en el
enriquecimiento de este trabajo.

Al Dr. ANTONIO GUZMAN A.

Por su gran ayuda y valiosas opiniones

CONTENIDO

	<u>Pag.</u>
INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	3
I.- GENERALIDADES	4
<u>Calcio:</u>	
Fuentes en la dieta	6
Función en los alimentos	6
Metabolismo	7
Niveles de deficiencia y exceso	8
<u>Cadmio:</u>	
Fuentes en la dieta	10
Función en los alimentos	10
Metabolismo	10
Niveles de deficiencia y exceso	11
<u>Cobre:</u>	
Fuentes en la dieta	13
Función en los alimentos	13
Metabolismo	14
Niveles de deficiencia y exceso	15
<u>Cromo:</u>	
Fuentes en la dieta	18
Función en los alimentos	18
Metabolismo	18
Niveles de deficiencia y exceso	20
<u>Hierro:</u>	
Fuentes en la dieta	21
Función en los alimentos	21
Metabolismo	21
Niveles de deficiencia y exceso	23

	<u>Pag.</u>
Magnesio:	
Fuentes en la dieta	25
Función en los alimentos	25
Metabolismo	25
Niveles de deficiencia y exceso	26
Manganeso:	
Fuentes en la dieta	28
Metabolismo	28
Niveles de deficiencia y exceso	29
Plomo:	
Fuentes en la dieta	31
Metabolismo	32
Toxicidad	33
Zinc:	
Fuentes en la dieta	35
Metabolismo	35
Niveles de deficiencia y exceso	36
ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA	38
II.- PARTE EXPERIMENTAL	44
III.- RESULTADOS	48
IV.- ANALISIS DE RESULTADOS	60
V.- CONCLUSIONES	69
VI.- BIBLIOGRAFIA	71

INTRODUCCION

La importancia de los conocimientos sobre las necesidades humanas de nutrientes esenciales radica en evaluar los regímenes alimenticios y por ello en este estudio se pretende - indicar si alguno de los minerales esenciales se encuentra en niveles inadecuados para el desarrollo y buen funcionamiento del organismo. Al privar estos minerales al organismo, induce anormalidades por deficiencia que se acompaña siempre de --- cambios bioquímicos específicos.

Algunos metales son normalmente descritos como tóxicos, aún en pequeñas cantidades y otros son tóxicos cuando han -- excedido ciertos niveles. Los riesgos que entrañan estos elementos para la salud humana van a depender de la cantidad ingerida y la distribución de éstos en el ambiente.

Los elementos tóxicos pueden llegar a los alimentos de - una forma u otra a través:

1.- De las fuentes naturales geológicas, por la presen--
cia de minerales y metales en los suelos.

2.- Del uso de plaguicidas o fertilizantes como arsenato de plomo en el primer caso y superfosfatos en el segundo caso donde aumentarán considerablemente la concentración de plomo y cadmio proveniente de aditivos para la agricultura.

3.- De la contaminación industrial, principalmente por -
Cd, Pb y Hg.

4.- Del procesamiento de alimentos, ya sea a través de los aditivos, o bien, por el contacto físico en los equipos utilizados.

5.- Aguas que intervienen de una forma u otra en el proceso de alimentos.

Algunos de los problemas anteriores pueden solucionarse mediante las siguientes opciones.

Cuidar que las cantidades de plaguicidas y fertilizantes se encuentran en los límites permisibles.

En cuanto a contaminación industrial, estos deben cumplir con los reglamentos oficiales de sanidad para evitar la contaminación ambiental, ya que es una fuente potencial de problemas en los alimentos.

Las aguas que tengan contacto con los alimentos, deben cumplir con el reglamento federal de agua potable.

Por los antecedentes anteriores, es importante conocer el contenido de minerales esenciales en los alimentos de la canasta básica mexicana, ya que constituyen el cimiento de la alimentación en nuestro país, por lo que se pretende establecer si éstos satisfacen los requerimientos nutricionales y a la vez detectar si la ingestión de metales presente en la dieta acarrea problemas de toxicidad al exceder ciertos niveles de tolerancia al organismo.

OBJETIVOS

1.- Conocer el contenido de 9 elementos (Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Pb y Zn) en algunos alimentos de la canasta básica mexicana, sugerida por el Instituto Nacional del Consumidor y dictaminar si los niveles de elementos esenciales satisfacen el requerimiento diario y si los nocivos representan o no, peligro alguno.

2.- Por medio de una encuesta, establecer una dieta en minerales, tomando en cuenta los alimentos de mayor consumo y compararla con una dieta teórica y ver cual de ellas es más adecuada en lo que a minerales se refiere, para un buen desarrollo y funcionamiento del organismo.

I.- GENERALIDADES

Existen 22 elementos minerales que actualmente se consideran como esenciales para las formas superiores de vida animal.

Siete elementos minerales principales o micronutrientes Ca, P, K, Na, Cl, Mg y S y 15 elementos minerales o trazas Fe, I, Zn, Cu, Mn, Co, Mo, Se, Cr, Sn, V, F, Si, Ni y As.

Son considerados además como minerales tóxicos: Pb, Cd, Hg, Sb y Al, ésto debido a que su toxicidad en el hombre es relativamente alta (23).

Los elementos minerales realizan tres amplios tipos de funciones en el organismo.

1.- Son componentes estructurales de órganos y tejidos corporales.

2.- Se encuentran presentes en los fluidos corporales en forma de electrolitos que intervienen en el mantenimiento de la presión osmótica, del equilibrio ácido-base y de la permeabilidad de las membranas.

3.- Actúan como catalizadores en sistemas enzimáticos y hormonales en forma de componentes específicos de la estructura de metaloenzimas o como activadores enzimáticos, menos específicos en dichos sistemas (5).

Los elementos trazas presentan variaciones en la forma -

química que se encuentra presente en los alimentos.

Estas variaciones no afectan normalmente el análisis de los mismos, pero si pueden afectar su disponibilidad (19).

Existen ciertos elementos tóxicos que abundan en la naturaleza y que están ampliamente distribuidos tanto en la corteza terrestre como en los océanos y, es inevitable que trazas de estos metales puedan ser detectados en todas las plantas, animales y aún los alimentos de consumo humano (22).

Estos metales pueden ser peligrosos a concentraciones relativamente bajas debido a sus propiedades potencialmente tóxicas.

La dosis del elemento traza ocasiona una reacción en el organismo que se manifiesta en tres zonas de respuesta.

a) Acción biológica.- Requerimientos del organismo para un buen funcionamiento (nivel máximo de tolerancia).

b) Acción farmacológica.- Cuando la dosis se incrementa, el elemento entra a una fase de irritación o estimulación de alguna función, en esta fase el elemento actúa como una droga independiente a un estado de deficiencia.

c) Acción toxicológica.- A dosis mayores se presentan -- signos de toxicidad (23).

A continuación se da un panorama general de los elementos que con mayor frecuencia se pueden presentar en los alimentos para consumo humano.

CALCIO

Fuentes en la dieta

Los diferentes alimentos aportan distintas cantidades de calcio, suelen existir variaciones amplias para un mismo producto (23).

Los alimentos que aportan niveles altos de calcio en la dieta (200-400 mg/100g) son:

Mariscos, pescados, yema de huevo, tortillas y productos lácteos (queso, leche).

Niveles medios de calcio en la dieta (100-200 mg/100g)
Los cereales en general, los frutos, las carnes y la mayoría de las verduras (15).

Función en los alimentos

Una de las funciones importantes del calcio es, en la elaboración de quesos, debido a la estabilidad del sistema caseínico. La caseína K (kapa) es la única proteína atacada por la enzima renina. El producto de esta hidrólisis es un -- glucopéptido que se solubiliza con el suero y una fracción paracaseína.

La paracaseína al igual que las caseínas alfa y beta se vuelven sensibles a los iones calcio propios de la leche, esto hace que todas las caseínas precipiten en forma conjunta -- produciendo un gel rígido que es el principio de la elaboración de quesos (1).

Metabolismo

El calcio siempre está asociado con el fósforo, ya que forman las estructuras óseas. Estas se combinan para formar un compuesto inorgánico muy complejo conocido como hidroxipatita, compuesto que se precipita en el hueso confiriéndole su rigidez característica.

La mayor parte del calcio se encuentra en el esqueleto (99%), mientras que el resto se halla en los fluidos corporales o en el interior de los tejidos, éste es el calcio libre que es necesario para que se lleven a cabo una gran variedad de funciones en el organismo como:

- Mecanismo de coagulación de la sangre
- Activación de varias enzimas
- Mantenimiento de la contractibilidad del músculo
- Transmisión de los impulsos nerviosos
- Mecanismo de secreción de algunas hormonas

Del 30 al 60 por ciento del calcio que se encuentra presente en la dieta, se absorbe en el duodeno. La absorción es variable y depende de la forma química del calcio (preferentemente Ca^{2+}) y las diferentes sales de calcio presentes comúnmente en la dieta (lactatos, cloruros y gluconatos).

La absorción se ve favorecida por la vitamina D, así como por una dieta alta en proteínas, la acidez intestinal y la presencia de aminoácidos en la dieta al igual que lactatos, cloruros y gluconatos.

En cambio, la disponibilidad de calcio en la dieta se ve afectada por un exceso de grasa en la alimentación y la presencia de fitatos y oxalatos (15).

El hueso actúa como un gran almacén de calcio y fósforo capaz de suministrarlos al plasma o de recibirlos de él según sea necesario.

Las hormonas que controlan los niveles de calcio y fósforo en el plasma son:

a) Hormona paratiroidea. - Esta se libera cuando los niveles de calcio bajan, teniendo como principal función el estimular el paso de calcio y fósforo del hueso hacia el plasma.

b) Hormona Calcitonina. - Su comportamiento es lo inverso a la paratiroidea, es decir se libera cuando el calcio plasmático está elevado, teniendo como principal función el favorecer el depósito de calcio en el hueso.

Estas hormonas actúan por lo general conjuntamente (7).

La excreción de calcio se lleva a cabo por 3 vías principales.

Urinaria	15 - 20%
Heces	70 - 80%
Piel	2 - 5%

Niveles de deficiencia y exceso

- Requerimientos en la dieta 800 mg/día
- Límite de deficiencia menor a 200 mg/día

- Límite de exceso mayor a 2500 mg/día (15).

La deficiencia de calcio suele presentarse debido al -- exceso en la ingestión de fósforo o secundariamente a la deficiencia de vitamina D.

Esta deficiencia se manifiesta por hiperirritabilidad, - tetania, calambres, convulsiones, desmineralización ósea y detención del crecimiento.

Es conveniente elevar la ingestión de calcio en condiciones especiales: durante el embarazo, lactancia y senectud(23)

Los excesos de calcio son excepcionales, solo se dan a - personas hipersensibles a la vitamina D y a individuos con úlceras pépticas que son tratadas con dietas lácteas y con carbonato de calcio quienes reciben cantidades superiores a 2500 mg/día.

El exceso de vitamina D ingerida en la dieta favorece la absorción de calcio, ocasionando daños renales muy graves y - calcificación de tejidos blandos (7).

CADMIO

Fuentes en la dieta

La ingestión de cadmio varía considerablemente según las cantidades y tipos de alimentos consumidos.

Las fuentes más ricas en cadmio son los productos del mar como son: ostiones, lapas, anchoas y caracoles. Estos alimentos contienen de 3 a 4 ppm en base seca.

Los alimentos pobres en cadmio (0.04 a 0.08 ppm) son los productos lácteos y cárnicos, excepto el riñón, así como las frutas y vegetales (23).

Función en los alimentos

El cadmio presente en los alimentos puede ser considerado como un contaminante, ya que proviene de las fuentes naturales de la geosfera y otras fuentes resultantes de la tecnología. El uso de fertilizantes con superfosfatos en el cultivo de vegetales aumentan considerablemente los niveles de cadmio en dichos alimentos (19).

Metabolismo

Cerca del 6% del cadmio en alimentos es absorbido por el organismo humano del cual, la mayoría es retenido.

En el organismo, el cadmio está unido a una proteína, la metalotioneína, que interviene en el transporte y almacenamiento selectivo del cadmio (8).

Sin embargo, hay evidencia de la interacción del cadmio

con otros metales divalentes que pueden afectar el nivel de absorción.

Se ha observado una definida competencia por el transporte a través de la pared intestinal entre Cd y Zn, Cd y Hg.

Por esto parece ser que el cadmio comparte un mecanismo de absorción similar a otros metales (23).

El cadmio alimentario se acumula sobre todo en los riñones y en menor proporción en hígado y otros órganos.

Este elemento se excreta en pequeñas cantidades a través de la orina y heces (19).

Como resultado de esta eficiente retención, la vida media biológica del cadmio en el cuerpo humano es muy larga, -- quizá mucho más de 40 años (12).

Niveles de deficiencia y exceso

En el hombre se ha establecido una ingestión semanal tolerable provisional de 400 a 500 μg de cadmio por individuo -- según la O.M.S.

Sin embargo no pueden darse niveles tóxicos mínimos y máximos de seguridad debido a que el metabolismo de cadmio es -- influenciado por la ingestión de otros elementos: Zn, Cu, Fe y Se (19).

Algunas dietas normales proveen niveles de ingestión de cadmio más altos que los mencionados, sin embargo, no se han

informado efectos tóxicos por la ingestión oral de cadmio, en personas no expuestas a fuentes industriales de este elemento.

Los envenenamientos por cadmio observados en Japón (itai-itai), manifestados por lesiones renales, gastrointestinales y osteomalacia, resultaron por contaminación industrial de los alimentos y por abastecimiento de agua contaminada (23).

COBRE

Fuentes en la dieta

El cobre está ampliamente distribuido en los alimentos, por lo que, se encuentra en cantidades suficientes para satisfacer las necesidades del ser humano (23).

Las fuentes más ricas de cobre en la dieta son: Mariscos visceras especialmente hígado.

- El contenido de cobre en estos alimentos puede ser de 20-30 a 300-400 ppm
- Las fuentes más pobres son los productos lácteos, vegetales, la mayoría de las frutas frescas, azúcar y cereales refinados. Generalmente contienen hasta 2 ppm.

Durante el refinamiento de los cereales al igual que el azúcar, resultan pérdidas significativas de cobre en el producto (15).

Función en los alimentos

El cobre es muy activo para oxidar la grasa láctea, este efecto catalítico es incrementado en presencia de ácidos grasos insaturados. Las proteínas y las lecitinas se combinan con el metal favoreciendo su solubilidad y poniendo en contacto directo el cobre con los glóbulos grasos existiendo peligro de oxidación rápida (1).

Al analizarse muestras de leche fresca después de haber sido hervida y almacenada en utensilios de latón, se pudo de-

terminar cobre por el método de espectrofotometría de absorción atómica.

Se observó que el contenido de cobre en leche se incrementaba significativamente al hervirla en utensilios de latón encontrando por otra parte, niveles todavía más altos durante el almacenamiento.

Por lo anterior podemos decir que el cobre contribuye como fuente de contaminación en los alimentos (21).

Metabolismo

Se requiere cobre para diversas funciones incluyendo:

- Formación de pigmentos de melanina
- En el transporte de electrones
- En la integridad de la capa de mielina
- En la síntesis de fosfolípidos
- En la formación de hemoglobina (15)

Cerca del 95% del cobre en el plasma sanguíneo está firmemente unido a una proteína como la ceruloplasmina y el 5% se encuentra unido a la albúmina.

La ceruloplasmina está involucrada en la utilización de hierro y en promover la tasa de saturación de hierro de la transferrina al plasma (8).

La absorción de cobre se lleva a cabo en el estómago e intestino delgado, con un porcentaje de absorción del 32 al 60%. Esto depende de la cantidad y forma química del cobre ingerido, así como de los niveles de otros iones metálicos y --

sustancias orgánicas presentes en la dieta. Otro factor importante es la edad (19).

Existen dos mecanismos de absorción de cobre:

- 1.- Involucra el transporte de cobre del lumen intestinal a la célula de la mucosa.
- 2.- De la célula de la mucosa al plasma.

El cobre que entra al plasma sanguíneo a partir del intestino, se une débilmente a la albúmina sérica y a los aminoácidos en cuyas formas se distribuye ampliamente a los tejidos y puede pasar gran cantidad a los glóbulos rojos (23).

El cobre es almacenado en estos sitios o liberado para que se incorpore a la eritrocupreína, ceruloplasmina y numerosas enzimas que contienen cobre en las células.

Altos niveles de Ca, Zn, Fe, Pb, S, Mo, en la dieta afectan marcadamente la absorción, retención y distribución de cobre en el organismo debido a la competencia por los sitios de unión de las proteínas. Los fitatos forman complejos muy estables con el cobre y reducen la asimilación de este elemento (15).

La mayoría del cobre que no es absorbido en forma normal es excretado a través de las heces (90%). El hígado también provee la vía principal de excreción de cobre por medio de la bilis.

Niveles de deficiencia y exceso

- Requerimiento en la dieta: 2 mg/dfa
- Límite de deficiencia menor a 2 mg/dfa
- Límite de toxicidad mayor a 250 mg/dfa (15).

La deficiencia de cobre puede deberse a dos causas principalmente:

a) Insuficiencia del cobre disponible para los procesos metabólicos.

b) Interacción de antagonistas en el metabolismo.

Las manifestaciones que se presentan por tal alteración, varían con la edad, sexo y especie animal.

En personas adultas no se han observado nunca casos de carencias de cobre, en cambio en el lactante se ha afirmado que la falta de este elemento interviene en la etiología de tres síndromes clínicos.

-En el primero se observó que era necesario proceder a la administración combinada de cobre y hierro para lograr la curación completa de ciertos síndromes de anemia moderada o intensa (hipocupreína) descubierta en lactantes, donde la leche de vaca fresca u homogeneizada constituye la base de la alimentación, manifestándose por palidez, retraso de crecimiento e irritabilidad.

-El segundo síndrome (infantes rehabilitados con dieta alta en calorías y baja en cobre). Se asocia con menos frecuencia a la anemia, en este caso hallazgos del diagnóstico

precoz son la neutropenia, diarrea crónica, descenso de la --
concentración de cobre y de la actividad de la ceruloplasmina
en el suero.

-El tercer síndrome es el descrito por Menke, en el lac-
tante está asociado a un defecto genético de la absorción de
cobre. Los rasgos característicos de este síndrome son el de-
terioro mental progresivo, mala queratinización del pelo, hi-
potermia, baja concentración de cobre en el suero y en el hí-
gado.

En cantidades excesivas mayores a 250 mg/dfa es tóxico -
(19).

CROMO

Fuentes en la dieta

Se conoce poco la forma de cromo presente en los alimentos y su absorción relativa así como su actividad biológica.

Las fuentes más ricas de cromo son: los ostiones que contienen 30 á 200 mg/100g. En cambio, hay otros alimentos que aportan menor cantidad de cromo 12 á 30 mg/100g como son: hígado, huevo y carne.

Se han apreciado pérdidas de cromo en el refinamiento y procesamiento de ciertos alimentos como los cereales (15).

Función en los alimentos

Hay poca información disponible sobre los efectos del -- cromo en los alimentos. En general, concentraciones bajas de cromo en el agua o tierra pueden ser benéficos para las plantas, mientras que a concentraciones mayores, pueden resultar tóxicas.

El cromo a 75 ppm en la tierra no es dañino para los semilleros de naranja, la adición de cromo a 150 ppm es tóxica.

El contenido de cromo en la tierra puede ser aumentado -- por tratamientos con superfosfatos que contienen cromo al -- 66-243 ppm (23).

Metabolismo

El cromo interviene en diversas funciones tales como:
- Metabolismo de la glucosa

- Metabolismo de lípidos
- Síntesis de proteínas

Se afirma que el cromo actúa como un cofactor de la insulina en el metabolismo de los aminoácidos que responden a la insulina, las cuales son independientes de la acción de ésta sobre la utilización de la glucosa (8).

Varios compuestos trivalentes de cromo, se ha encontrado que son plenamente efectivos para restaurar la tolerancia a la glucosa inyectada.

El tipo de combinación química del cromo influye en la disponibilidad de éste para la absorción, así como en su distribución tisular en el acceso de los depósitos metabólicos - específicos.

La forma trivalente del cromo (Cr^{3+}), es la única que -- tiene actividad biológica y forma parte en los alimentos, -- mientras que el cromo hexavalente (Cr^{6+}) se ha encontrado que tiene propiedades tóxicas, sin embargo, este último se absorbe mejor que el Cr^{3+} (19).

El cromo absorbido pasa a través de la membrana de los - glóbulos rojos donde se une a la fracción globina de la hemoglobina. El Cr no puede pasar esta membrana, es necesario que se combine con la beta-globina del plasma, en cantidades fisiológicas se transporta a los tejidos unidos a la transferrina. El cromo que entra a los tejidos se distribuye entre - las fracciones subcelulares y la fracción nuclear (23).

La presencia de agentes antagonistas como son: el Zn, V, Fe, Mn, afectan la absorción de cromo.

Este metal se excreta principalmente en la orina, aunque pequeñas cantidades se pierden en las heces por medio de la - bilis e intestino delgado y posiblemente a través de la piel (15).

Niveles de deficiencia y exceso

- Requerimientos en la dieta es de 50-200 $\mu\text{g}/\text{día}$
- Límite de deficiencia menor a 50 $\mu\text{g}/\text{día}$
- Límite de toxicidad mayor a 500 $\mu\text{g}/\text{día}$ (15)

La deficiencia aislada de cromo en el ser humano causa:

- a) Intolerancia a la glucosa
- b) Disminución de la concentración tisular de cromo
- c) Ausencia del aumento rápido de cromo sérico que se -- produce después de administrar insulina o glucosa.

La deficiencia de cromo se caracteriza por deterioro de crecimiento y trastornos en el metabolismo de la glucosa, lípidos y proteínas.

La carencia de cromo puede ser máxima en: mujeres embarazadas, diabéticos tratados con insulina debido a la mayor - excreción urinaria de cromo que hace necesario suplementar -- una sobredieta de este elemento (19).

El cromo hexavalente es más tóxico que el cromo trivalente de hecho este último tiene un poder muy bajo de toxicidad(23)

HIERRO

Fuentes en la dieta

El contenido de hierro en la mayoría de los alimentos varía en forma importante de muestra a muestra, esto es debido a la variedad de alimentos, a las diferentes condiciones climáticas y de suelos bajos en los cuales se producen (23).

Los alimentos que aportan fuentes abundantes de hierro - en la dieta (5-18 mg/100g) son: mariscos, productos cárnicos, hígado, leguminosas y huevo.

Fuentes medianas de hierro (0.1-1.10 mg/100g): frutas, - vegetales y productos lácteos (15).

Función en los alimentos

Los iones metálicos pueden formar complejos con los pigmentos de las plantas causando desarrollo de colores indeseables.

El hierro al reaccionar con las antocianinas de algunas frutas modifica el color de éstos. Por ello es muy importante considerar las contaminaciones metálicas durante el enlatado de frutos (3).

Metabolismo

El hierro desempeña un papel importante en la respiración en sus diferentes niveles desde la distribución de oxígeno en el organismo, hasta la transformación de energía en cada célula.

La molécula de hierro tiene una notable capacidad para transportar oxígeno y electrones, de ella se derivan los dos grandes tipos de funciones que cumplen en el organismo y que son los siguientes:

a) Como parte integrante de proteínas de enorme importancia metabólica como son la hemoglobina, la mioglobina, los citocromos y otras enzimas.

b) Como cofactor de reacciones enzimáticas (6).

El 60% de hierro forma parte de la hemoglobina, el 10% forma parte de la mioglobina y diversas enzimas (peroxidasa, catalasa, etc.) y el 30% restante se encuentra en el hígado, bazo y la médula ósea en calidad de reserva.

La mayoría del hierro corporal existe en forma compleja unida a las proteínas ya sea como compuesto porfirina o grupo HEME (hemoglobina y mioglobina), a los grupos no HEME, ferritina y transferrina.

Al llegar los alimentos al estómago, el hierro no HEME que contienen, necesita reducirse a su estado ferroso y liberarse a su forma conjugada para que se absorba en forma efectiva a través del jugo gástrico y otras secreciones digestivas (23).

La absorción de hierro tiene lugar principalmente en el duodeno, favoreciéndose ésta en su forma ferrosa (Fe^{2+}).

El hierro tomado por las células de la mucosa intestinal

se convierte a ferritina cuando las células llegan a saturarse fisiológicamente, con ferritina se impide la absorción extra de hierro, hasta que éste sea liberado, es transferido al plasma (6).

La presencia de ácido ascórbico, cítrico, láctico, estimulan la absorción de hierro ya que actúan en forma sinérgica.

Altos niveles de fosfatos y fitatos en la dieta, reducen la absorción de hierro.

La ingestión elevada de Co, Zn, Cd, Cu, Mn, interfieren en la absorción de hierro, a través de la competencia de los sitios receptores para la absorción.

El hierro es excretado como ferritina y hierro contenido en los alimentos a través del:

Riñón (orina) 2% aprox.

Intestino (heces) 94% aprox.

Piel (sudor) 4% aprox.

En pérdidas menstruales entre 20 y 45 mg de hierro.

Niveles de deficiencia y exceso

Requerimiento en la dieta diaria:

Mujeres 18 mg/día

Hombres 10 mg/día

Límite deficiencia, menor a 2 mg/día

Límite de toxicidad mayor a 100 mg/día (15).

La deficiencia de hierro se manifiesta por anemia hipocrómica microcítica, fatiga muscular, reducción de la capacidad inmune, detención de crecimiento.

Las pérdidas de hierro en la menstruación son considerables, por lo que, es necesario restituir las cantidades perdidas por medio de la suplementación en la dieta para prevenir la anemia y los cambios patológicos que resultan de ésta (23)

El hierro en exceso es inicialmente atrapado en los depósitos de reserva (hemosiderosis), de continuar el exceso y saturarse las reservas, el hierro puede precipitarse en otros tejidos como son el hígado, páncreas y corazón principalmente produciendo la llamada hemocromatosis (6).

MAGNESIO

Fuentes en la dieta

El magnesio se encuentra ampliamente distribuido en todas las plantas.

Las fuentes excelentes de magnesio son: los vegetales de hojas verdes y vísceras. El aporte de estos alimentos es de 200-400 mg/100g.

La leche y los cereales son una fuente relativamente pobre en magnesio (50-100 mg/100) (15).

Función en los alimentos

La clorofila es un pigmento verde localizado en los cloroplastos de las plantas, donde el magnesio forma parte de su estructura.

Algunos vegetales verdes enlatados o congelados, presentan reacción de decoloración al transformarse la clorofila (verde brillante) en su respectiva molécula de feofetina (café olivo) debido a la sustitución de magnesio por un ión hidrógeno proveniente de los ácidos propios de estos alimentos (3).

Metabolismo

El 60% de magnesio presente en el cuerpo, se encuentra en el esqueleto, la mayor parte de magnesio restante, se halla dentro de la célula y otra parte enlazada a proteínas.

El magnesio desempeña un papel importante en las funcio-

nes metabólicas, entre las que podemos encontrar:

a) Efecto sobre la membrana, incluyendo permeabilidad y contracción muscular.

b) Regula la síntesis de proteínas.

c) Activador de sistemas enzimáticos.

El magnesio se absorbe por un mecanismo activo en el íleon en un porcentaje aproximado de 30-40%.

El magnesio y el calcio están en competencia por los mismos sitios transportadores en la mucosa intestinal, en consecuencia, un consumo elevado de calcio afecta la absorción de magnesio.

El nivel de magnesio en el cuerpo humano está controlado principalmente por los riñones. El magnesio se filtra a la sangre a través de glomérulos, donde es absorbido por el túbulo renal (8).

Los factores que favorecen la absorción de calcio, como la acidez, o que interfieren con la absorción, como los ácidos oxálicos y fítics, también afectan la absorción de magnesio.

La vía principal de excreción del magnesio es a través de las heces, con una variación de 60-70%, seguida por la excreción urinaria, con una variación de 30-40% (23).

Niveles de deficiencia y exceso.

- Requerimientos promedio en la dieta es de 300-350 mg/día.
- Límite de deficiencia, menor a 0.85 mg/día
- Límite de toxicidad, 15 g/día (15).

Los síntomas característicos de la deficiencia de magnesio son: temblor muscular, convulsiones, detención del crecimiento e hiperirritabilidad.

Los niveles altos de magnesio se presentan cuando hay un aumento poco usual en la absorción o una marcada reducción en la excreción urinaria.

Es muy difícil que se produzca toxicidad, ya que el riñón elimina los excesos con facilidad (8).

Los síntomas de tal exceso incluyen: mareos, parálisis muscular respiratoria y cardiovascular (8).

MANGANESO

Fuentes en la dieta

Hay una gran variación de la concentración de manganeso en los alimentos.

Las fuentes ricas de manganeso son: los cereales de grano entero, leguminosas y frutas frescas. El aporte de estos alimentos varía de 1-10 mg/100g, en cambio los alimentos de origen animal (incluyendo productos lácteos) y frutas frescas son pobres en este elemento, puesto que su contenido es de 0.10 mg/100 g (15).

Metabolismo

El manganeso interviene en una gran variedad de funciones como son:

- a) Síntesis de mucopolisacáridos
- b) Metabolismo de lípidos y carbohidratos
- c) Síntesis de colesterol
- d) Homeostasis de los mecanismos de coagulación de la sangre
- e) Como activador enzimático

El manganeso se absorbe ligeramente en el intestino delgado mediante un mecanismo similar al de la absorción de hierro.

Se une débilmente a una proteína y se transporta como transmanganina.

La absorción se lleva a cabo por un mecanismo en 2 pasos que involucra la absorción inicial del lumen, de ahí es transferido a través de la célula de la mucosa al organismo. Los dos procesos cinéticos operan simultáneamente (23).

El manganeso compite con el hierro y cobalto por sitios comunes de unión en ambos procesos, de este modo, uno de los metales ejerce un efecto inhibitorio sobre la absorción de los otros.

La disponibilidad de manganeso también es afectada por un exceso de calcio en la dieta.

La mayor parte del manganeso se excreta al intestino como constituyente de la bilis, siendo la vía principal de excreción.

También se excreta por el jugo pancreático y en pequeñas cantidades por la orina.

Se afirma que el nivel de manganeso en la dieta tiene un efecto mayor sobre la absorción que sobre la excreción endógena, esta variación juega un papel importante en la homeostasis de manganeso (15).

Niveles de deficiencia y exceso

Ingestión promedio 2.5 a 7.0 mg/día

Límite de deficiencia, menor a 0.71 mg/día

Límite de toxicidad, mayor a 1000 mg/día (15).

Nunca se ha observado en el hombre casos de intoxicación

por manganeso debido a un aporte alimentario excesivo, excepto en los casos de contaminación industrial.

La contaminación crónica sólo se produce en los mineros que han trabajado largo tiempo con el mineral.

El manganeso presente en el medio contaminado, penetra en el organismo en forma de partículas de óxido a través de los pulmones y el tubo digestivo.

La intoxicación de manganeso se caracteriza por irritabilidad, trastornos psiquiátricos (locura mangánica) (23).

PLOMO

Fuentes en la dieta

Los valores para el contenido de plomo, en alimentos individuales que se han publicado, son tan variables que es difícil clasificarlos en altos, medios y bajos (23).

Se determinó la concentración de plomo en alimentos consumidos diariamente, donde las algas mostraron un contenido más alto de plomo, seguido por pescados, mariscos y carnes; algunos alimentos enlatados tuvieron altos niveles de plomo.

En alimentos cocinados, la cantidad total de plomo fue más alto que alimentos frescos, presentándose la contaminación en el proceso de cocimiento.

Los grupos de alimentos que contribuyen a la ingestión diaria de plomo, fueron vegetales 22%, cereales 20%, pescado y mariscos 14% y carnes 9% (2).

Otra fuente de contaminación por plomo son los artículos de hogar. Se detectaron valores de 0.18 y 1.37 ppm en vasos de cristal, los cuales estaban dentro del límite de la regulación de 2 ppm.

Latas revestidas registraron diferentes valores. Si no aparecen problemas desde el punto de vista de preservación y procesamiento de alimentos, pueden ser usados (14).

El que los alimentos adquieran plomo durante su cocimiento, se ha identificado como una fuente potencial adicional de

exposición de plomo para los humanos. Los vegetales y el arroz cocido en agua pueden absorber hasta el 80% del plomo en el agua.

La cantidad de plomo absorbido depende de la concentración de plomo en el agua, tipo de vegetal, dureza del agua y duración del cocimiento (17).

Metabolismo

La absorción de plomo en los alimentos es aproximadamente 5 a 10%.

La retención de plomo inhalado es mucho más alta y aún mayor si el tamaño de la partícula es muy pequeña.

El plomo que es absorbido entra a la sangre y llega a los huesos y tejidos blandos del organismo.

La absorción y retención del plomo ingerido es afectado en gran parte por los niveles de Ca, P, Fe, Cu y Zn de la dieta.

Las ingestiones subnormales de calcio y fósforo aumentan la retención de plomo en los tejidos del organismo, disminuyendo conforme el calcio se incrementa en la dieta a niveles mayores de los requeridos (23).

El plomo se excreta gradualmente por medio de la bilis al intestino delgado, eliminándose en las heces.

La distribución subcelular de plomo en los riñones y

otros tejidos, son de interés con respecto a su toxicidad y mecanismo de destoxificación.

La acumulación de plomo en las mitocondrias de las células de los riñones, es potencialmente dañina a la función renal normal, puesto que la respiración estimulada por ADP en las mitocondrias es inhibida por el plomo (23).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera que una ingesta de 0.42 mg/día, es tolerable al organismo. Estos niveles de ingestión no son aplicables a bebés y niños (19).

Toxicidad

Casos clásicos de intoxicación por plomo, pueden producir daño al cerebro, riñón y sistema nervioso periférico. La ingestión oral de 2000 a 3000 ug de plomo por día durante algunos meses o 5000 a 10,000 ug por día durante un mes, producirá los efectos clásicos de envenenamiento por plomo en adultos (20).

Se observaron siete casos de envenenamiento por plomo en niños, manifestándose por pérdida de apetito, náuseas, dolores abdominales, anemia, trastornos neurológicos e insuficiencia renal.

Después del tratamiento con agentes quelantes (EDTA), se observó reincidencia debida a la baja eliminación del plomo depositado en los huesos (18).

Los efectos bioquímicos comprenden la inhibición de la

aminolevulinatodeshidrasa eritrocítica, el aumento de la -- aminolevulinato (ALA) y la elevación de la concentración de - plomo en sangre.

El diagnóstico de la intoxicación por el plomo se basa - en los antecedentes de exposición y en los trastornos bioquí- micos mencionados (19).

ZINC

Fuentes en la dieta

La disponibilidad de zinc depende de la fuente alimentaria. Hay una gran variación en el contenido de este elemento, entre los diferentes tipos y clases de alimentos. Los de origen animal como son: carnes rojas, productos lácteos y mariscos, aportan altas cantidades de zinc (4 a 10 mg/100 g).

Los cereales y vegetales son una fuente pobre en zinc (0.4 a 4 mg/100g). Debido a que estos alimentos contienen un fitato que puede combinarse con el zinc en presencia de calcio, se reducirá su disponibilidad biológica (19).

En general, los alimentos de origen animal proveen zinc en una forma más aprovechable que los productos vegetales (25).

Metabolismo

El zinc desempeña un papel importante en los siguientes procesos metabólicos:

- a) Metabolismo de protefinas y ácidos nucleicos
- b) Mantenimiento de las glándulas sexuales
- c) Metabolismo de carbohidratos y lípidos
- d) Activador enzimático

La absorción del zinc se efectúa principalmente en el duodeno, ileon y yeyuno. La forma química en la que se ingiere este elemento, influye en su absorción favoreciéndose és-

ta en forma de sales y quelatos (15).

La absorción de zinc varía con el nivel de éste y con la presencia de otros componentes en la dieta. Ingestiones elevadas de Cu, Fe, Mn, Cd y Cr, deprimen su absorción. Existe un antagonista mutuo entre Zn y Cu, compitiendo por los sitios de unión sobre la molécula de albúmina (13).

El zinc absorbido es probablemente enlazado durante su paso a través de las células de la mucosa a proteínas de bajo peso molecular secretadas por el páncreas.

En la sangre, el metal se enlaza a la albúmina o transferrina.

La eliminación del zinc se realiza principalmente por:

- a) Heces.- Contienen la totalidad de zinc de excreción endógena, (secreciones pancreáticas e intestinales) y el zinc alimentario no absorbido.
- b) Orina.- Varía entre 0.4 y 0.6 mg/24 hrs
- c) Sudor.- Es importante en zonas tropicales donde la sudoración es mayor (14).

Niveles de deficiencia y exceso

Existe un amplio margen entre las cantidades de zinc requeridas para cubrir las necesidades nutricionales y las dosis tóxicas.

- Requerimiento promedio igual a 15 mg/dfa
- Límite de deficiencia, menor a 2 mg/ dfa

- Límite de toxicidad, mayor a 1000 mg/día.

Las manifestaciones clínicas principales de la deficiencia de zinc son: enanismo nutricional e hipogonadismo, hipogeusia y mala cicatrización de las heridas.

El hombre puede absorber unos 200 mg/día de zinc fraccionados durante largos periodos, sin que aparezcan efectos tóxicos (8).

El zinc es un antagonista metabólico del cadmio, se espera por lo tanto que, ingestiones altas de zinc, provean alguna protección contra los efectos potencialmente tóxicos de la exposición en aumento al cadmio presente en el medio ambiente (23).

ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA

Fundamento

El fundamento del método consiste en hacer pasar un haz de luz a través de una muestra y medir la intensidad de la luz antes y después de haber pasado por la misma. El haz de luz debe ser de igual longitud de onda que la emitida por los átomos excitados del elemento que se va a determinar. El elemento debe encontrarse en estado basal.

Fuente de luz

Se necesita una fuente de luz que emita líneas espectrales del elemento a medir. Para esto, se usan lámparas de cátodo hueco que contiene el elemento que se va a determinar (4). Dichas lámparas son elaboradas para emitir energía de una longitud de onda específica, que tiene la capacidad de pasar del estado basal, al estado excitado, los átomos del elemento de interés en la muestra (12).

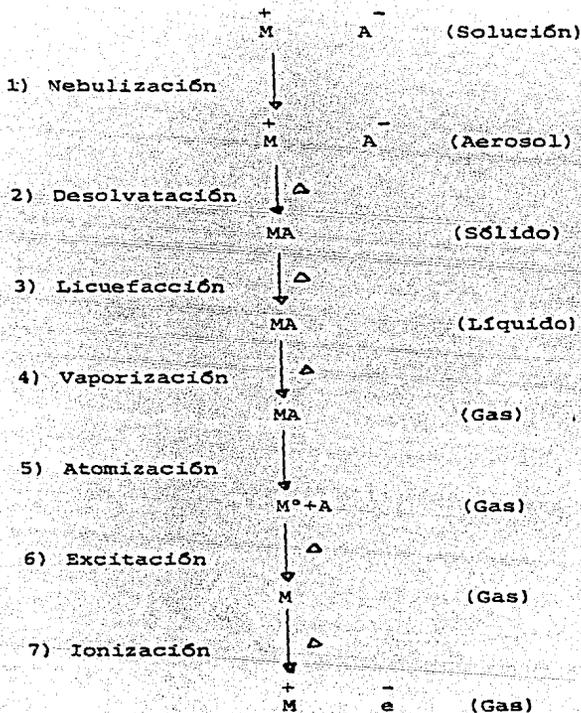
La lámpara de cátodo hueco con ventana de cuarzo, está compuesta por una envoltura de vidrio de aproximadamente 15 cm de longitud y 5 cm de diámetro. En su interior se encuentra el cátodo (copa metálica donde se encuentra el elemento a excitar) y el ánodo (varilla de tungsteno) (9). El tubo se vacía y se llena con un gas portador que debe ser monoatómico y ultrapuro, por ejemplo, argón o neón, a una presión de 1 á

5 torr (26). La presión del gas y el voltaje aplicado, deben ser elegidos cuidadosamente para que la descarga quede dirigida al interior del cátodo (9).

Sistema nebulizador - quemador

En dicho sistema, se va a transformar la sustancia problema de la solución en vapor atómico, que absorberá la energía procedente de la fuente de luz excitando así a los átomos neutros. No debe existir efecto de memoria, es decir, el contenido de una muestra no debe quedar retenido y afectar el resultado de la otra muestra. El sistema posee otros requisitos como son: facilidad de limpieza, resistencia a la corrosión y facilidad de ajuste (26).

Atomización en la Flama



Mediante el sistema nebulizador, se aspira la muestra a la cámara del mechero, mezclándose como fino aerosol con los gases de combustión. En este momento, los metales se encuentran en solución en las gotas de aerosol. A medida que es--

tas gotas pasan a la flama, el calor evaporará al solvente dejando finas partículas sólidas de la muestra. Al seguir aplicando más calor, se llevará a cabo la licuefacción y un calor adicional vaporizará la muestra. En esta etapa, el metal en estudio permanece enlazado con algún anión para formar una molécula. Administrando más energía calorífica, la molécula es disociada en los átomos individuales que la forman.

Una condición importante en la atomización, es la temperatura. Por ello, a continuación se presentan las temperaturas de algunas flamas usadas en absorción atómica (4):

Oxidante-Combustible	Temperatura (°C)
Aire - Metano	1,875
Aire - Gas natural	1,700-1,900
Aire - Hidrógeno	2,000-2,050
Aire - Acetileno	2,125-2,400
N ₂ O - Acetileno	2,600-2,800

La mayoría de los elementos determinados por absorción atómica usan flama de aire-acetileno.

Una flama más caliente se necesita para la determinación de muchos elementos que forman compuestos refractarios, siendo eficaz en control de interferencias en otros casos.

La cantidad de luz absorbida está determinada por el número de átomos metálicos en estado basal en el quinto paso de la atomización en la flama (Fig. 41).

La concentración se determina comparando la absorbancia de la muestra con la absorbancia de varios estándares de concentración conocida.

El proceso de atomización es de suma importancia en la relación que guarda el número de átomos en la flama y la concentración del elemento analizado en solución; ya que cualquier constituyente de la muestra, alterará el procedimiento existiendo así, una interferencia y como resultado, una medida de concentración equivocada, por ello, toda interferencia debe ser eliminada (4).

Debido al papel primordial del atomizador en el proceso, enlistamos algunas características que debe poseer éste para su óptimo funcionamiento.

- 1.- Deben ser contruidos con materiales resistentes a la corrosión.
- 2.- Resistir altas temperaturas
- 3.- Poseen buena estabilidad y alta sensibilidad
- 4.- Adecuados para un gran número de elementos (12).

Monocromador

Este aditamento es usado para dispersar las longitudes de onda del haz de luz emitidas por la fuente, asimismo para aislar una longitud de onda específica (4).

Para mejorar la precisión y el límite de detección, las rejillas se pueden abrir hasta cierto límite para permitir -

la entrada de luz (26).

Fotodetector

Es un tubo fotomultiplicador al cual llega la longitud - de onda que fue aislado por el monocromador. El fotodetector produce una corriente eléctrica (provisional a la intensidad de la luz que recibe) que es procesada por el aparato, produciendo finalmente una señal correspondiente a la concentra--- ción de la muestra, dicha señal puede ser procesada para producir una lectura dada en unidades de concentración (4).

II.- PARTE EXPERIMENTAL

1.- MATERIAL UTILIZADO

- Balanza analítica Mettler modelo B
- Espectrofotómetro de Absorción Atómica Perkin-Elmer, - modelo 2380
- Estufa marca Eelisa, modelo FE 291
- Mufia marca Caisa, modelo 301 M
- Parrilla eléctrica, marca Labconco
- Material de vidrio de uso común en laboratorio

2.- MUESTRAS ANALIZADAS

En el desarrollo de este trabajo fueron seleccionados algunos alimentos de la canasta básica mexicana.

Cereales y Derivados: Arroz, pastas, harina de maíz, harina de trigo, pan blanco de trigo, galletas marías y galletas de animalitos.

Frutas: Aguacate, manzana, plátano, naranja, limón

Leguminosas: Frijol negro

Pescados: Mojarra, Sierra a granel

Productos cárnicos: Carne de res, carne de puerco, -- pollo, hígado, jamón, salchicha, -- chorizo y longaniza a granel

Productos enlatados: Sardina, atún, chiles serranos, leche evaporada y leche condensada

Productos lácteos: Leche fresca, leche en polvo y queso fresco

Vegetales: Papa, zanahoria, cebolla, calabacita, elote, jitomate.

Otros: Azúcar, café y huevo

Puesto que este trabajo solo pretende dar una idea somera y no hacer una valoración estadística profunda del contenido de los elementos minerales en los alimentos mencionados, - los análisis se efectuaron por duplicado en una sola muestra de cada uno de ellos, en la mayoría de los casos. Dichas -- muestras fueron tomadas aleatoriamente, de diferentes centros de distribución en el D.F.

3.- PREPARACION DE LA MUESTRA

a) Muestras sólidas.- Se picaron y secaron a una temperatura de 90 a 100 °C. El tiempo de secado es muy variable, - ésto depende del contenido de humedad del alimento. Las muestras secas se molieron y guardaron en frascos herméticos. Posteriormente, se pesaron en una balanza analítica (1 a 5 g - aprox.) en crisoles y cápsulas de porcelana.

b) Muestras líquidas.- Se colocó un volumen conocido de la muestra (10 ml en una muestra y 20 ml en otras) en crisoles antes de procesarse.

Ambos tipos de muestras se quemaron en parrilla eléctrica para iniciar la carbonización de la materia orgánica. Posteriormente, se transfirieron a la mufla, donde se calcinaron

durante 8 horas a una temperatura de 500 á 550 °C. Al observar la presencia de carbono en algunas muestras mediante puntos negros, fue necesario humedecer con 4 ó 5 gotas de agua desionizada y una gota de ácido clorhídrico concentrado y evaporar en parrilla eléctrica y seguir la calcinación en la mufla, hasta la obtención de cenizas blancas o grises.

Las cenizas obtenidas se disolvieron en ácido clorhídrico al 13% y se aforaron con agua desionizada para obtener un volumen de 25 ml.

Las muestras preparadas se guardaron en frascos herméticos. A partir de éstas, se realizaron diluciones, 1:10, -- 1:100 y 1:1000, dependiendo de la concentración del elemento por analizar. Las diluciones fueron preparadas directamente de la muestra original.

A partir de soluciones patrones de 1000 ppm de los elementos a determinar, se obtuvieron los estándares necesarios para el trazo de la curva de calibración, efectuada por el espectrofotómetro.

Las condiciones del aparato al efectuar las determinaciones fueron:

Gas comburente	=	Aire
Gas combustible	=	Acetileno

CONDICIONES ESTANDARES PARA CUANTIFICAR ELEMENTOS POR ESPEC-
TROFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA

<u>Elemento</u>	<u>Long.onda</u> (nm)	<u>Límite de detección</u> (mg/lt)	<u>Rango lineal</u> (mg/lt)
Ca	422.7	0.092	5 - 30
Cd	228.8	0.028	2 - 12
Cr	357.9	0.078	5 - 30
Cu	324.8	0.077	5 - 30
Fe	248.3	0.10	5 - 30
Mg	285.2	0.0078	0.5 - 3
Mn	279.5	0.052	2 - 12
Pb	283.3	0.19	5 - 20
Zn	213.9	0.018	1 - 6

4.- CALCULOS

El espectrofotómetro de absorción atómica utilizado se -
ajustó de tal manera que al colocar las muestras, las lectu--
ras sean emitidas en ppm. Los cálculos realizados se resumen
en la siguiente operación.

$$\text{ppm} = \frac{\text{lectura} \times \text{aforo} \times \text{dilución}}{\text{peso de la muestra}}$$

III.- RESULTADOS
Cuadro No. 1
CONTENIDO DE 9 ELEMENTOS ESENCIALES Y NOCIVOS EN ARROZ
Y CEREALES PROCESADOS DE LA CANASTA BASICA MEXICANA*
(mg/kg)

	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	Mg	Mn	Pb	Zn
Arroz	558.24	L.D	0.77	6.50	13.00	811.79	5.50	L.D	36.07
Pasta para sopa (A)	1150.00	L.D	0.56	5.00	18.00	500.00	11.50	L.D	35.16
Pasta para sopa (B)	1225.00	L.D	0.60	5.52	18.86	550.00	11.55	L.D	30.59
Harina de maiz	5518.62	0.18	L.D	3.85	17.96	1668.42	6.41	L.D	19.89
Harina de trigo	911.18	L.D	L.D	2.65	3.41	645.42	7.21	L.D	11.76
Tortilla	9695.59	L.D	0.60	5.04	26.76	2272.40	6.56	L.D	35.13
Pan blanco	2738.09	L.D	L.D	3.57	12.50	535.71	3.57	L.D	16.66
Galletas animalitos	1301.19	L.D	L.D	L.D	25.79	661.66	L.D	L.D	29.27
Galletas marías (A)	1698.36	L.D	L.D	L.D	17.69	727.50	3.53	L.D	9.19
Galletas marías (B)	1631.56	L.D	L.D	L.D	16.31	635.35	3.70	L.D	9.64

* = Base seca

L.D = Abajo del límite de detección del espectrofotómetro de absorción atómica

A y B = Diferentes marcas

Cuadro No. 2

CONTENIDO DE 9 ELEMENTOS ESSENCIALES Y NOCIVOS EN PRODUCTOS
CARNICOS DE LA CANASTA BASICA MEXICANA *
(mg/kg)

	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	Mg	Mn	Pb	Zn
Carne de res	2206.19	L.D	8.53	L.D	124.44	1534.74	L.D	L.D	105.51
Carne de puerco	1394.05	0.46	1.95	L.D	54.42	1208.17	L.D	L.D	92.93
Pollo	1286.83	0.23	1.63	L.D	93.14	1343.60	L.D	L.D	90.10
Higado	2826.02	0.91	0.96	230.12	130.12	1070.33	8.40	L.D	305.81
Jamón	1677.62	0.24	L.D	6.74	17.97	1127.16	L.D	L.D	58.15
Salchicha	1178.49	0.35	L.D	8.94	47.13	2100.46	L.D	L.D	88.44
Chorizo	2117.01	0.23	1.05	4.31	38.31	622.94	3.84	L.D	57.73
Longaniza	1712.68	0.26	1.93	5.18	35.53	986.09	4.15	L.D	75.38

* = Base seca

L.D = Abajo del límite de detección del espectrofotómetro de absorción atómica

Cuadro No. 3

CONTENIDO DE 9 ELEMENTOS ESENCIALES Y NOCIVOS EN PRODUCTOS
ENLATADOS DE LA CANASTA BASICA MEXICANA *

	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	Mg	Mn	Pb	Zn
Sardina (A)	18774.25	0.55	0.57	7.30	62.05	1319.00	6.25	L.D	56.84
Sardina (B)	23510.11	0.49	0.61	6.15	113.80	1366.86	7.77	3.28	102.51
Atún (C)	1603.74	L.D	L.D	4.37	19.27	1268.00	L.D	L.D	38.26
Atún (D)	1900.24	L.D	3.97	4.19	33.48	1387.18	L.D	L.D	33.53
Chiles serranos (E)	3392.13	0.70	3.48	11.69	75.40	1815.13	L.D	L.D	58.48
Chiles serranos (F)	3909.52	1.39	3.15	11.60	79.58	1401.86	L.D	L.D	55.85
Leche evaporada (G)	5425.00	L.D	0.40	2.72	13.75	425.00	L.D	L.D	20.00
Leche evaporada (H)	6407.42	L.D	0.69	L.D	10.79	694.23	L.D	L.D	66.28

* = Base seca

L.D = Abajo del límite de detección del espectrofotómetro de absorción atómica

A,B,C,D,E,F,G,H = Diferentes marcas

Cuadro No. 4

CONTENIDO DE 9 ELEMENTOS ESENCIALES Y NOCIVOS EN PRODUCTOS
LACTEOS DE LA CANASTA BASICA MEXICANA *
(mg/kg)

	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	Mg	Mn	Pb	Zn
Leche en polvo (A)	20589.95	L.D	3.53	L.D	23.36	2628.50	L.D	L.D	131.42
Leche en polvo (B)	21224.08	0.58	2.92	L.D	24.30	2872.29	L.D	L.D	148.07
Leche fresca (B.H.)	2575.00	0.04	0.38	0.87	3.75	250.00	L.D	L.D	12.50
Queso fresco	18933.19	0.45	0.55	3.71	24.82	545.62	L.D	2.41	102.61

* = Base seca

B.H. = Base húmeda

L.D = Abajo del límite de detección del espectrofotómetro de absorción atómica

A y B = Diferentes marcas

Cuadro No. 5

CONTENIDO DE 9 ELEMENTOS ESENCIALES Y NOCIVOS EN VEGETALES
Y FRUTAS DE LA CANASTA BASICA MEXICANA *

	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	Mg	Mn	Pb	Zn
Jitomate	1138.70	0.67	1.67	31.75	233.40	1039.48	27.23	L.D	44.52
Elote	827.10	0.15	0.45	4.28	22.56	643.30	8.27	L.D	27.57
Calabacita	8507.13	L.D	2.33	10.97	83.57	3567.50	16.46	L.D	153.23
Papa	1372.58	0.17	L.D	4.75	5.27	1189.72	5.27	L.D	16.36
Zanahoria	7712.99	0.28	L.D	12.43	96.01	1588.02	8.29	L.D	41.48
Cebolla	2617.17	0.63	L.D	L.D	76.74	2379.25	20.23	L.D	71.37
Aguacate	1378.31	0.18	1.50	11.81	9.93	1428.21	9.93	L.D	49.67
Plátano	898.94	0.12	L.D	5.53	10.62	1872.02	10.62	L.D	9.36
Manzana	1995.91	L.D	0.56	3.96	3.30	464.16	3.30	L.D	19.84
Naranja (B.H.)	387.50	L.D	0.91	1.00	L.D	175.00	L.D	L.D	7.50
Límon (B.H.)	550.00	L.D	0.38	1.12	L.D	225.00	L.D	L.D	7.50

* = Base seca

B.H. = Base húmeda

L.D = Abajo del límite de detección del espectrofotómetro de absorción atómica

Cuadro No. 6

CONTENIDO DE 9 ELEMENTOS ESENCIALES Y NOCIVOS EN PESCADOS LE
GUMINOSA, AZUCAR, CAFÉ Y HUEVO DE LA CANASTA BASICA MEXICANA
(mg/kg) *

	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	Mg	Mn	Pb	Zn
<u>PESCADOS</u>									
Sierra	8322.03	L.D	1.19	15.53	34.90	2244.47	L.D	L.D	120.85
Mojarra	6064.67	L.D	2.93	10.63	35.16	2127.65	L.D	L.D	93.98
<u>LEGUMINOSA</u>									
Frijol	5150.00	0.15	0.55	9.50	54.00	1942.62	14.75	L.D	31.25
<u>OTROS</u>									
Azúcar	5379.66	L.D	L.D	6.32	5.93	751.57	L.D	L.D	6.32
Café	5150.08	L.D	L.D	6.30	31.53	3783.73	13.66	L.D	11.56
Huevo	4978.27	L.D	2.18	9.05	89.57	995.65	5.09	L.D	99.56

* = Base seca

L.D = Abajo del límite de detección del espectrofotómetro de absorción atómica

Cuadro No. 7

DIETA OBTENIDA A TRAVES DE UNA ENCUESTA
APLICADA A CIEN PERSONAS

<u>Clasificación de alimentos</u>	<u>Consumo promedio/día BH</u>
Cereales y derivados	Tortillas 150.0 g
	Arroz 20.0 g
	Sopa de pasta 25.0 g
Leguminosa	Pan blanco 60.0 g
	Frijol 30.0 g
Carne	Res 100.0 g
	Jitomate 100.0 g
Verduras	Cebolla 30.0 g
	Papa 50.0 g
Frutas	Plátano 100.0 g
	Jugo de limón 5.0 ml
Lácteos y derivados	Leche fresca 400.0 ml
	Queso fresco 50.0 g
Otros	Huevo 110.0 g
	Café 10.0 g
	Azúcar 10.0 g
TOTAL = 1250.0 g	

(B.H.) = Base Húmeda

Cuadro No. 8

DIETA OBTENIDA A TRAVES DE UNA ENCUESTA
APLICADA A CIEN PERSONAS

<u>Clasificación de alimentos</u>	<u>Consumo promedio/día BH</u>
Cereales y derivados	Tortillas 150.0 g
	Arroz 20.0 g
	Pan blanco 60.0 g
Leguminosa	Frijol 30.0 g
Carne	Pollo 150.0 g
	Papa 30.0 g
Verduras	Calabacita 30.0 g
	Elote 30.0 g
	Cebolla 30.0 g
	Jitomate 40.0 g
	Zanahoría 30.0 g
Frutas	Manzana 150.0 g
	Jugo de limón 5.0 ml
Lácteos y derivados	Leche fresca 400.0 ml
	Queso fresco 50.0 g
Otros	Huevos 110.0 g
	Café 10.0 g
	Azúcar 10.0 g
TOTAL = 1335.0 g	

(B.H.) = Base Húmeda

Cuadro No. 9

DIETA RECOMENDADA POR EL INSTITUTO
NACIONAL DE LA NUTRICION (6)

<u>Clasificación de alimentos</u>	<u>Consumo promedio/día BH</u>
Cereales y derivados	Tortillas 325.0 g
	Sopa de pasta 20.0 g
	Pan blanco 70.0 g
Leguminosa	Frijol 30.0 g
Carne	Res 50.0 g
Verduras	Jitomate 20.0 g
	Papa 50.0 g
	Cebolla 10.0 g
Frutas	Plátano 100.0 g
	Jugo de limón 10.0 ml
Lácteos y derivados	Leche fresca 480.0 ml
	Queso fresco 30.0 g
Otros	Café 10.0 g
	Azúcar 10.0 g
TOTAL = 1215.0 g	

(B.H.) = Base Húmeda

Cuadro No. 10

CONTENIDO DE 9 ELEMENTOS ESENCIALES Y NOCIVOS EN LA DIETA
OBTENIDA A TRAVÉS DE UNA ENCUESTA. (CUADRO 7)
(mg/día) *

	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	Mg	Mn	Pb	Zn
Tortillas	908.96	L.D	0.05	0.46	2.45	214.70	0.56	L.D	3.30
Arroz	9.82	L.D.	0.01	0.11	0.22	14.27	0.08	L.D	0.06
Sopa de pasta	25.30	L.D	0.01	0.11	0.39	11.00	0.24	L.D	0.77
Pan blanco	110.07	L.D	L.D	0.14	0.48	21.50	0.12	L.D	0.64
Frijol	135.96	L.D	0.01	0.25	1.42	51.26	0.03	L.D	0.81
Carne de res	63.97	L.D	0.24	L.D	3.59	44.48	L.D	L.D	3.04
Jitomate	7.39	L.D	0.01	0.20	1.54	6.75	0.17	L.D	0.28
Cebolla	9.34	L.D	L.D	L.D	0.27	8.56	0.07	L.D	1.00
Papa	14.26	L.D	L.D	0.04	0.05	12.36	0.52	L.D	0.16
Plátano	21.82	L.D	L.D	0.13	0.24	45.48	0.24	L.D	0.21
Jugo de limón	2.75	L.D	L.D	L.D	L.D	1.12	L.D	L.D	0.03
Leche fresca	1030.00	0.01	0.15	0.34	1.50	100.00	L.D	L.D	5.00
Queso fresco	283.99	L.D	L.D	0.05	0.36	8.17	L.D	0.03	1.53
Huevo	131.41	L.D	0.05	0.23	2.34	26.26	0.13	L.D	2.61
Café	50.16	L.D	L.D	0.06	0.30	36.84	0.12	L.D	0.10
Azúcar	53.52	L.D	L.D	0.06	0.04	7.47	L.D	L.D	0.05
	2858.72	0.01	0.53	2.18	15.19	610.22	2.28	0.03	19.59

* - Base Húmeda

L.D - Abajo del límite de detección del espectrofotómetro de absorción atómica

Cuadro No. 11

CONTENIDO DE 9 ELEMENTOS ESENCIALES Y NOCIVOS EN LA DIETA
OBTENIDA A TRAVÉS DE UNA ENCUESTA. (CUADRO 8)
 (mg/día) *

	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	Mg	Mn	Pb	Zn
Tortilla	908.96	L.D	0.05	0.46	2.45	214.70	0.56	L.D	3.30
Arroz	9.82	L.D	0.01	0.11	0.22	14.27	0.08	L.D	0.06
Pan blanco	110.07	L.D	L.D	0.14	0.48	21.50	0.12	L.D	0.64
Frijol	135.96	L.D	0.01	0.25	1.42	51.26	0.03	L.D	0.81
Pollo	50.76	L.D	0.06	L.D	3.67	53.00	L.D	L.D	3.55
Papa	8.56	L.D	L.D	0.02	0.03	7.42	L.D	L.D	0.10
Calabacita	28.07	L.D	L.D	0.03	0.27	11.77	0.01	L.D	0.50
Elote	7.85	L.D	L.D	0.04	0.21	6.11	0.07	L.D	0.26
Cebolla	9.34	L.D	L.D	L.D	0.27	8.56	L.D	L.D	1.00
Jitomate	2.96	L.D	L.D	0.08	0.60	2.70	0.07	L.D	0.11
Zanahoria	25.22	L.D	L.D	0.04	0.31	5.19	0.02	L.D	0.13
Manzana	48.20	L.D	0.01	0.09	0.07	11.20	0.07	L.D	0.47
Jugo de limón	2.75	L.D	L.D	L.D	L.D	1.12	L.D	L.D	0.03
Leche fresca	1030.00	0.01	0.15	0.34	1.50	100.00	L.D	L.D	5.00
Queso fresco	283.00	L.D	L.D	0.05	0.36	8.17	L.D	0.03	1.53
Huevo	131.41	L.D	0.05	0.23	2.34	26.26	0.13	L.D	2.61
Café	50.16	L.D	L.D	0.06	0.30	36.84	0.12	L.D	0.10
Azúcar	<u>53.52</u>	<u>L.D</u>	<u>L.D</u>	<u>0.06</u>	<u>0.04</u>	<u>7.47</u>	<u>L.D</u>	<u>L.D</u>	<u>0.05</u>
	2897.60	0.01	0.34	2.00	14.54	587.54	1.28	0.03	20.25

* = Base Húmeda
 L.D = Abajo del límite de detección del espectrofotómetro de absorción atómica

Cuadro No. 12

CONTENIDO DE 9 ELEMENTOS ESENCIALES Y NOCIVOS EN LA DIETA RE-
COMENDADA POR EL INSTITUTO NACIONAL DE LA NUTRICION (CUADRO 9)
(mg/día) *

	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	Mg	Mn	Pb	Zn
Tortilla	1985.17	L.D	0.12	1.03	5.47	465.27	1.34	L.D	7.19
Sopa de pasta	20.24	L.D	L.D	0.08	0.31	8.80	0.20	L.D	0.61
Pan blanco	128.41	L.D	L.D	0.16	0.58	25.12	0.16	L.D	0.78
Frijol	135.96	L.D	0.01	0.25	1.42	51.26	0.03	L.D	0.81
Carne de res	31.98	L.D	0.12	L.D	1.80	22.25	L.D	L.D	1.52
Jitomate	1.48	L.D	L.D	0.04	0.30	1.35	0.03	L.D	0.05
Papa	14.26	L.D	L.D	0.04	0.05	12.36	0.52	L.D	0.16
Cebolla	3.14	L.D	L.D	L.D	0.09	2.85	0.02	L.D	0.08
Plátano	21.82	L.D	L.D	0.13	0.24	45.48	0.24	L.D	0.21
Jugo de limón	5.50	L.D	L.D	L.D	L.D	1.12	L.D	L.D	0.07
Leche fresca	1236.00	0.01	0.18	0.41	1.80	120.00	L.D	L.D	6.00
Queso fresco	170.39	L.D	L.D	0.03	0.22	4.91	L.D	0.02	0.92
Café	50.16	L.D	L.D	0.06	0.30	36.84	0.12	L.D	0.10
Azúcar	<u>53.52</u>	<u>L.D</u>	<u>L.D</u>	<u>0.06</u>	<u>0.04</u>	<u>7.47</u>	<u>L.D</u>	<u>L.D</u>	<u>0.05</u>
	3858.03	0.01	0.43	2.29	12.62	805.08	2.66	0.02	18.55

* = Base Húmeda

L.D = Abajo del límite de detección del espectrofotómetro de absorción atómica

IV.- ANALISIS DE RESULTADOS

En este estudio se eligieron los alimentos de la canasta básica mexicana, que reporta el Instituto Nacional del Consumidor ya que son necesarios para integrar los requerimientos nutricionales del mexicano.

De los alimentos que constituyen la canasta básica mexicana, se seleccionaron aquellos que no llevan un procesamiento debido a que generalmente, la población prefiere los productos naturales.

Se analizaron ciertos elementos, tales como el Ca, Cd, - Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Pb y Zn, debido a que hay menos estudios realizados con los mismos en los alimentos utilizados en el presente trabajo.

Se ha trabajado sobre elementos que no se incluyen aquí como Na y K y, que se han detectado en los mismos alimentos. Es por ello que estos elementos se eligieron para complementar estudios anteriores y tener una información global del contenido de elementos esenciales y nocivos en los alimentos que integran la dieta del mexicano.

Cuadro No 1

Se observa que el arroz, la tortilla, el pan y el frijol se encuentran en rangos muy similares en cuanto al contenido de hierro a los reportados por Bourges (6); lo que indica que

los niveles de este elemento detectados en los alimentos analizados son los normales.

CONTENIDO DE HIERRO EN DISTINTOS ALIMENTOS
(mg/100 g de la porción comestible)

ARROZ	1.1
Tortilla	2.5
Pan	1 á 3.5
Frijol	5.0 á 6.5

Cuadro No. 2

Los productos cárnicos que se analizaron presentan un alto contenido en cadmio. El origen de esta contaminación puede atribuirse al tipo de alimentación que se les proporciona a los bovinos y pollos, ya sea por forrajes o granos cosechados en tierras con altos niveles de este elemento (23).

Somers cita que Kirckpatrick y Coffin, analizaron el contenido de cadmio en carnes.

El contenido de cadmio promedio fue de 0.02 ppm, mientras que en el presente estudio, todas las carnes (a excepción de la de res) resultaron con un contenido mayor.

Cromo.- Se observará que el contenido de cromo en la muestra de carne de res es muy elevado. Esta contaminación puede originarse por el uso de harinas proteicas de origen animal, como alimento balanceado en los bovinos, siendo adulterados por productos de peletería donde se utiliza dicromato

de potasio en los curtidos de pieles, permitiendo la formación de residuos de cromo que van a localizarse en la piel -- curtida, donde se separan todos los sobresalientes o esquilmos de aspecto lanoso para la fabricación de estas harinas - (23).

Cuadro No. 3

Cadmio.- De los alimentos analizados, el que presenta mayor cantidad de cadmio son los chiles enlatados, siendo --- factible la contaminación desde el suelo donde crece la planta, por un alto contenido en cadmio adquirido de diversas --- fuentes, tales como la composición del mismo, el agua de los --- cloacales y el uso de fertilizantes. Esta contaminación puede aumentar considerablemente por agua contaminada de la --- industria que interviene en el procesamiento de chiles (16).

Manganeso.- La presencia de manganeso y cadmio en las --- muestras de sardinas enlatadas puede deberse a la contaminación de aguas por desechos industriales.

Al alojarse desechos industriales a ríos, lagos y a veces hasta en los mares, estas aguas son contaminadas por metales tóxicos (12).

Plomo.- Se observará que en la muestra de sardina (B) --- tiene gran cantidad de plomo, lo cual puede deberse a que este alimento, al estar enlatado, se conserva en una salmuera --- que contiene vinagre o ácido cítrico. A consecuencia de ello,

el pH es ácido y esto provoca la disolución del plomo contenido en la soldadura de la lata, debido a las condiciones inadecuadas en que se encuentra el barniz, tal como recubrimiento de la lata, ya sea por no tener una buena adherencia o no estar uniformemente distribuida en la misma, así como por presentar ruptura por efectos de golpes.

Cuadro No. 4

Cadmio.- Es factible que la muestra analizada de leche fresca adquiriera el cadmio en la alimentación del animal por forrajes o pastos contaminados por este metal. Siendo el origen de esta contaminación, la composición del suelo, donde el cadmio se absorbe en cantidades proporcionales a la concentración presente en los mismos. El uso de fertilizantes ($CdCl_2$) puede contribuir en la contaminación de este metal.

El cadmio en leche de vaca es generalmente menor a 1 ug/l, excepto en el caso que el animal haya sido alimentado con forraje contaminado (12).

La muestra de leche en polvo y queso fresco adquieren -- una cantidad mayor de cadmio que en leche fresca. La fuente de contaminación puede ser desde la alimentación del animal -- (forrajes o pastos con alto contenido de cadmio) hasta el -- procesamiento de estos alimentos, adquiriendo mayor cantidad de cadmio por el uso frecuente de este metal en diversas aleaciones (acero inoxidable) con el fin de disminuir considerablemente el punto de fusión (10,12).

Cuadro No. 5

Cadmio.- Los valores de cadmio en los vegetales analizados son muy elevados, pudiendo ser la fuente de contaminación, el uso de fertilizantes (superfosfatos) en el cultivo de éstos, aumentando considerablemente la concentración de cadmio en los vegetales (23).

Se realizaron estudios por Chumbley C.G., Unwin R.J., -- donde los suelos presentaron de 7 a 496 mg Pb/Kg y un contenido de cadmio de 0.1 a 26.2 mg Cd/Kg.

Los resultados fueron para diferentes tipos de vegetales (lechuga, col, cebolla, espinaca, coliflor, papas, rábano y remolacha).

El contenido de plomo y cadmio en las partes comestibles de los vegetales fueron determinados después de remover la contaminación superficial; no hubo correlación entre el nivel de plomo en el suelo y el contenido de plomo en las plantas. El cadmio en las plantas generalmente se incrementó con suelo contaminado por cadmio (11).

Zinc y cadmio.- Estos elementos pueden entrar a la cadena alimenticia dependiendo de la cantidad presente en los suelos. Por lo que, una deficiencia o exceso de un elemento, -- provoca desequilibrio en la absorción de otros elementos (24)

Es por ello que la muestra analizada (calabacita) el zinc se encuentra en mayor proporción impidiendo así la ab--

sorción de cadmio.

Los siguientes resultados que se analizan provienen de las dietas en los cuadros 7, 8 y 9. Dichos resultados están resumidos en los cuadros 10, 11 y 12.

Calcio.- Se observa que la ingestión de calcio excede el requerimiento diario, tanto en las dietas elaboradas por encuestas, como en la recomendada por el Instituto Nacional de la Nutrición, ya que se requieren 800 mg/día (15) y en estas dietas se excede de los 3000 mg/día, debido a que la tortilla, el queso y la leche contribuyen en más de dos terceras partes de este resultado, donde puede traducirse en daño renal grave y en calcificación de los tejidos blandos (7).

Cadmio.- El contenido de cadmio ingerido diariamente en las dietas conformadas, como en la recomendada por el Instituto Nacional de la Nutrición, se encuentran abajo del límite de tolerancia del organismo 0.05 mg/día (19). Por lo que, el cadmio no representa peligro alguno en las tres dietas de presentar efectos tóxicos.

Cobre.- Observaremos que la ingestión de cobre en la dieta del Cuadro No. 11, se encuentra en una proporción adecuada, ya que se requiere 2 mg/día (15), en cambio la dieta del Cuadro No. 10 y la recomendada por el Instituto Nacional de la Nutrición, exceden este requerimiento. Sin embargo, este exceso no es definitivo, ya que puede haber interacción del cobre con otros elementos como zinc, hierro, cadmio y cal

cio que se encuentran presentes en la dieta, impidiendo la absorción de este mineral, evitando así, altas ingestiones de cobre que causan ictericia y hemoglobinuria en el organismo - (15).

Cromo.- En cuanto a cromo se refiere, se observa que en las dietas mediante encuesta, así como la recomendada por el Instituto Nacional de la Nutrición, exceden el límite del requerimiento diario 0.05 á 0.2 mg/día (15), debido a que los productos de origen animal son los causantes principales de este exceso, que pueden tener origen en la alimentación de bovinos y pollos a base de harinas protéicas de origen animal - que son adulteradas con productos de peletería, donde es usado el dicromato de potasio.

No hay evidencia de que el cromo normalmente presente en la dieta produzca efectos adversos en la salud (12).

Sin embargo, pequeñas dosis de dicromato de potasio causa daño en hígado y riñón, ingestiones más elevadas pueden -- causar la muerte (12).

Hierro.- Es de observarse que las dietas elaboradas por encuestas, como la recomendada por el Instituto Nacional de la Nutrición, se encuentran en niveles abajo del requerimiento diario de 18 mg/día (15). A pesar de no alcanzar el límite de deficiencia, que es menor a 2 mg/día (15), se recomienda una suplementación de hierro en la dieta para prevenir la anemia y cambios patológicos que resultan de ésta.

Es probable que el estado de deficiencia más prevalente que afecta a la población humana, sea durante el período de crecimiento, pérdida de hierro durante la menstruación y durante el período de fertilidad de la mujer, es por ello que el hierro es importante para el buen funcionamiento del organismo.

Magnesio.- La cantidad de magnesio presente en las tres dietas conformadas, se encuentra arriba del requerimiento diario, que es de 300 a 350 mg/día (15). Siendo más de 600 mg/día el aporte de magnesio en estas dietas, sin embargo, aunque no se alcanza el límite de toxicidad 15 g/día (15), hay que tener precaución en este exceso, ya que puede causar náuseas, mareos, debilidad, parálisis muscular respiratoria y cardiovascular (23).

Manganeso.- El contenido de manganeso en la dieta del Cuadro No. 10 y la dieta recomendada por el Instituto Nacional de la Nutrición, Cuadro No. 12, se encuentran en una proporción adecuada, ya que el organismo requiere de 2.5 a 7.0 mg/día (15), por lo que, satisfacen el requerimiento diario para que se lleven a cabo las funciones metabólicas en el organismo. En cambio, la dieta del Cuadro No. 11, se encuentra abajo del requerimiento diario. A pesar de no alcanzar el límite de deficiencia, que es menor a 0.71 mg/día (15), donde se presentarían problemas de intolerancia a la glucosa, sería conveniente incluir en la dieta alimentos que aporten altos niveles de este elemento para el buen funcionamiento del orga

nismo.

Plomo.- La cantidad de plomo ingerida en las dos dietas mediante una encuesta (Cuadro 10 y 11) es de 0.03 mg/día y de 0.02 mg/día en la dieta recomendada por el Instituto Nacional de la Nutrición, observándose que se encuentran en un rango - muy por debajo de los 0.42 mg/día que reporta la O.M.S. como tolerables al organismo. A partir de los cuales empezaría a haber problemas de toxicidad, tales como: náuseas, dolores abdominales, daño al cerebro, riñón y sistema nervioso periférico (23).

Zinc.- Se observa que la ingestión de zinc en las tres dietas, los alimentos de origen animal y las tortillas contribuyen en un alto contenido en este elemento, debido a que son una fuente rica en este mineral, excediendo así el aporte diário de 15 mg/día (15).

A consecuencia de este exceso pueden presentarse sínto--mas clásicos como anemia hipocrómica microcítica por una deficiencia de hierro, detención del crecimiento, anorexia y leucopenia (15).

Es por ello que se debe tener especial atención en las - ingestiones de este mineral.

V.- CONCLUSIONES

Los elementos que no causan problemas en las dietas conformadas a partir de los alimentos analizados son: cobre (Cuadro No. 11), manganeso (Cuadro 10 y 12), ya que se encuentran en una proporción adecuada al requerimiento diario. El cadmio y el plomo no presentan problemas en la dieta, debido a que no exceden los límites de tolerancia del organismo y por lo tanto, no llegan a presentarse efectos tóxicos. Sin embargo, el manganeso (Cuadro No. 11) y el hierro en las tres dietas, presentan niveles por abajo del requerimiento diario. En ambos casos, no hay problema alguno, ya que no alcanzan los límites de deficiencia.

El cromo (Cuadro 11 y 12), cobre (Cuadro 10 y 12), magnesio y zinc en las tres dietas, presentan niveles altos en comparación al requerimiento diario, por lo que, hay que tener cuidado con este exceso, que a pesar de no alcanzar el límite de toxicidad, pueden causar problemas característicos por un exceso de los elementos antes mencionados.

Los elementos que presentaron problemas, al exceder los límites de toxicidad en las dietas analizadas, fueron:

Calcio.- Ya que las tortillas son una fuente importante de este elemento, por el tratamiento recibido durante el proceso de nixtamalización, siendo éste un consumo cotidiano y cuantioso en nuestra población.

Cromo (Cuadro No. 10), siendo la fuente de contaminación los productos cárnicos. Esto puede atribuirse al tipo de alimentación que se les proporciona a los bovinos y pollos.

Las dietas obtenidas a través de una encuesta, pueden -- ser representativas, ya que contienen todo tipo de alimentos, que son los que consume la población de clase media. Se puede decir que la dieta del Cuadro No. 8, es más representativa que la del Cuadro No. 7, ya que además de contener en ambas - el mismo tipo de alimento y, en la misma cantidad aproximadamente, la segunda dieta (Cuadro No. 8), contiene más verduras lo que la hace más variada y por lo tanto aportará más vitaminas y minerales.

Ambas dietas obtenidas a partir de una encuesta, exceden el requerimiento diario de ciertos elementos esenciales como Ca, Cu, Mg y Zn. En cuanto a los elementos nocivos, no se encuentra problema alguno.

De las tres dietas que se analizaron, la mejor es la obtenida a través de una encuesta (Cuadro No. 8), debido a que el contenido de elementos esenciales, como tóxicos, se encuentran en una proporción adecuada, por lo que, satisface el requerimiento diario para que exista un buen desarrollo y fun--cionamiento del organismo.

Considerando lo anterior, es necesario suministrar en -- las dietas una fuente rica en hierro para eliminar o minimi--zar la deficiencia de este mineral, que es de suma importan--cia para el buen desarrollo metabólico.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Alais, Ch.: Ciencia de la leche. 1a. ed. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V., México, D.F., 1984
- 2.- Asahimachi, Abeno - Ku and Osaka: Lead content in food in Japan in the early 1980 with the estimation of its daily intake
- 3.- Badui, D.S.: Química de los alimentos. 1a. ed. Editorial Alhambra, S.A. México, D.F., 1982
- 4.- Beaty, R.D.: Concepts, instrumentation and techniques in atomic absorption spectrophotometry. Perkin Elmer: U.S.A 1978.
- 5.- Bohinsky, R.C.: Bioquímica. 2a. ed. Fondo Educativo Interamericana, S.A., U.S.A., 1978.
- 6.- Bourges, H.: El Hierro. Cuadernos de nutrición. 6 (7): 3-12 (1983).
- 7.- Bourges, H.: Calcio y Fósforo. Cuaderno de Nutrición 6 (9): 3-10 (1983).
- 8.- Bourges, H.: Nutrimientos Inorgánicos (2a parte). Cuaderno de Nutrición, 8 (2): 33-42 (1985).
- 9.- Browning, D.R.: Espectroscopia. 1a ed. Toray-Mason, S.A. España, 1971.
- 10.- Carl A. Heiper: Ciencia de materiales para ingeniería, Editorial Limusa, México, 1975
- 11.- Chumbley, C.G. Unwin, R.J.: Cadmium and Lead content of vegetable crops grown on land with a history of sewage sludge application. Environ res 28 (2). 251-302. 1982.
- 12.- Conor, R.: Metal Contamination of Food. 1a ed. Appiad - Science Publishers Ltd. London, England, 1980.
- 13.- Hamilton, R.P.: Fox, M.R.S.; Fry, B.E. and Jacobs, R.M.: Zinc interference with copper, iron and manganese in Young Japanese quail. Journal of Food Science 44 (3): - 738-741 (1979).
- 14.- Horiguchi, S.; Kurana T. and Teramoto, K: Amounts of lead detected from household articles in elution tests. Osaka City Med. J. 28 (1): 49-58 (1982).

- 15.- Kutsky, R.: Handbook of vitamins, minerals and hormones. 2n ed. Van Nostrand Reinhold Co., New York, U.S.A. 1981.
- 16.- Lindner, E.: Toxicología de los Alimentos. 1a ed. Editorial Acribia. España, 1983.
- 17.- Little, P., Fleming, R.G. and Heard, M.J.: Uptake of lead by vegetable foodstuffs during cooking. Sci. Total Environ. 17 (2): 111-132 (1981).
- 18.- Nanulescu, M, Chisu, A.; Cucu, L.; Suciú, I. and Ossian, A.: Collective lead poisoning of alimentary origin. Rev. Pediatr. Obstet Ginocol. Ser. Pediatr. 29 (4): 349-354 (1980).
- 19.- Organización Mundial de la Salud. Serie de informes técnicos No. 532. Ginebra; 1973.
- 20.- Schaffner, R.M.: Lead in canned foods. Food Technology: 35 (12) 60-64 (1981)
- 21.- Sharda, B. and Bhandari B; Copper contamination of milk from brass utensils. Indian Pediatr. 22(5): 343-344 1985.
- 22.- Somers, E: The toxic potential of trace metals in foods. A review. Journal of Food Science: 39 (2): 215-217 (1974)
- 23.- Underwood, E.J.: Trace elements in human and animal nutrition. 4a ed. Academic Press, New York, U.S.A. 1977.
- 24.- Volkweiss, S.J.: Soil properties that influence mineral deficiencies or toxicities in plants and animals. Proceedings of the Latin American Symposium on mineral. Nutrition Research with Grazing Ruminants, Belo Horizonte, Brazil, 1976, 143-148, Conrad, Solt and Mc Dowell, Gainesville, Florida (1978).
- 25.- Welsh, O.S. and Marston, M.R.: Zinc levels of the U.S. Food Supply. 1909-1980. Food Technology 36 (1): (1982).
- 26.- Willard, H.H.: Merrit, L.L.Jr. and Dean J.A.: Métodos instrumentales de análisis. 1a ed. Compañía Editorial Continental S.A. de C.V. México, D.F. 1981