



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

29
201

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"ZARAGOZA"

FALLA DE ORIGEN

" EVALUACION DE LOS NIVELES DE ELEMENTOS
CONSTITUYENTES Y CONTAMINANTES EN
LECHE (BRONCA) DE VACA DEL MUNICIPIO
DE IXMIQUILPAN HIDALGO "

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

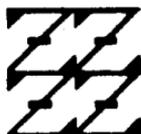
P R E S E N T A :

ELVIRA GOMEZ FRANCO

ASESOR:

M. en C. A., LOURDES CASTILLO GRANADA

U N A M
F E S
Z A R A G O Z A



LO URDES C.A.
DE INVESTIGACION

MEXICO, D. F.

MARZO DE 1995



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.

EL PRESENTE TRABAJO SE REALIZO EN:
EL LABORATORIO DE ESPECTROSCOPIA L-328 Y
LABORATORIO L-314
FES ZARAGOZA
CAMPUS II
UNAM

AGRADECIMIENTOS

A MI ASESOR:

M. en C. A. LOURDES CASTILLO GRANADA

Por transmitirme sus conocimientos y ayuda a través de la realización de este trabajo.

A LOS PROFESORES:

BIOL. MARICELA ARTEAGA M. Y M. en C. MIGUEL CASTILLO G.

Por haberme brindado su apoyo para el desarrollo de este trabajo.

A LOS MIEMBROS DEL JURADO:

Por su valioso tiempo cedido para llegar a este momento tan anhelado de mi vida.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES:

ALBERTO Y LEONOR

**Por toda esa ayuda moral y económica, que con su amor y esfuerzo me
conducieron por el camino del bien.**

A MIS HERMANOS:

RENE, SILVIA, J. ALBERTO, ELENA Y J. LUIS

Por haberme brindado su apoyo y motivación.

AL ARQUITECTO:

JAVIER M.V.

**Por ser alguien que jamás pense encontrar y que llegará a ocupar un lugar muy
especial en mi vida.**

A MIS SOBRINOS:

MONSERRAT Y KEVIN

**Que con tan sólo un pedacito de corazón me dieron la oportunidad de seguir
adelante.**

A LA FAM. MARTINEZ VALENCIA.

Por que me brindaron su cariño y apoyo en el largo transcurso de mi carrera.

A MI TIA Y PRIMAS.

ISABEL, MERCEDES Y NANCY

Por haberme brindado toda su ayuda.

A MIS AMIGOS:

MARCELA, J. LUIS, GEORGINA Y ADRIANA.

Por ser mis mejores amigos.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION	1
2. FUNDAMENTACION DEL TEMA	2
2.1 ANTECEDENTES	
2.1.1 LECHE DE VACA	5
2.1.2 ELEMENTOS EN LECHE	7
2.1.3 MUESTREO	30
2.1.4 ESPECTROSCOPIA DE ABSORCION ATOMICA	31
2.1.5 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO (Ixmiquilpan, Hgo.)	33
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	36
4. OBJETIVOS	37
5. HIPOTESIS	38
6. MATERIAL Y EQUIPO	39
7. METODOLOGIA	40
8. RESULTADOS	43
9. DISCUSION DE RESULTADOS	54
10. CONCLUSIONES	58
11. BIBLIOGRAFIA	59

INTRODUCCION

La tecnología ha brindado muchos beneficios a la humanidad, mucha de esa tecnología se ha empleado para remover inmensas cantidades de elementos de la corteza terrestre: Se ha vuelto interesante el hecho de que esos recursos no renovables pueden agotarse al sacarlos de sus fuentes concentradas en la tierra y redistribuirlos ampliamente en diferentes formas, algunos muy difusas.

Es de interés la extensa distribución de los elementos constituyentes y contaminantes en nuestro ambiente así como la forma en que estos se incorporan y afectan la salud y el bienestar del hombre, a través de sus alimentos.

La mayor parte de estos elementos son liberados en el agua, la cuál puede ser de origen industrial, doméstico y pluvial, la mezcla de estas aguas contienen cantidades considerables de contaminantes y se conocen como aguas negras. En diversas partes del mundo son empleadas en la agricultura causando la contaminación de suelos, disminución de los rendimientos en los cultivos y daños en la salud de los animales que consumen los productos agrícolas, como consecuencia también al ser humano que los consume.

La leche de vaca es un producto animal que contiene cationes metálicos de los cuales los más abundantes son Na, K, Ca, Mg, además están presentes en muy pequeñas cantidades elementos tan importantes como Fe, Cu y Zn, de manera paralela se encuentran presentes aniones orgánicos e inorgánicos.

Dentro del grupo de los elementos traza presentes en la leche destaca un grupo de metales (Pb, Cr, Cd, y Ni) que a determinadas concentraciones son considerados como tóxicos su concentración final es variada debido a una contaminación anterior o posterior a la secreción láctea.

Es importante conocer el contenido de minerales esenciales en los alimentos en especial en la leche de vaca y establecer si estos satisfacen los requerimientos nutricionales y a la vez detectar si la ingestión de los elementos contaminantes presentes acarrea problemas de toxicidad al exceder ciertos niveles de tolerancia al organismo.

En este estudio se hace una evaluación de los niveles de elementos constituyentes y contaminantes en leche de vaca del municipio de Ixmiquilpan Hgo, el cual pertenece a una de las zonas agrícolas de mayor importancia del país que es regada con aguas negras provenientes de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. La evaluación se hará empleando la técnica de Espectrofotometría de Absorción Atómica con llama.

2. FUNDAMENTACION

En los tiempos actuales, el avance tecnológico y la explosión demográfica se han desarrollado de manera muy rápida, por lo que el hombre ha tenido que afrontar serios problemas en materia de salud tanto en forma individual como colectiva, es por ello que el problema de la contaminación ambiental ha sido motivo de gran preocupación en todo el mundo y diversos países han tenido que desarrollar un sistema complejo que les permita conservar el equilibrio ecológico y la salud de sus habitantes (1).

Se entiende por contaminación la presencia en el medio ambiente de una o más sustancias que perjudiquen o alteren la salud, el bienestar humano, la flora y fauna, degraden la ecosfera ligada directa ó indirectamente con los elementos indispensables para la existencia ó que al incorporarse al aire, agua o suelo puedan alterar sus características naturales (2).

La presencia de sustancias contaminantes en los alimentos sólo es un aspecto más a considerar dentro de la degradación del medio ambiente que se esta produciendo. Dentro de los contaminantes se tiene a los elementos metálicos, tan ampliamente distribuidos en todo el mundo, tanto en la tierra en el agua y en el aire, lo que da lugar a que estos elementos puedan estar presentes en plantas y animales, de ahí que también se encuentran en los alimentos (3).

Los oligoelementos ó elementos constituyentes presentes en los alimentos cumplen una función metabólica bien definida se encuentran en cantidades y proporciones conocidas, no obstante cuando se encuentran en concentraciones elevadas pueden presentar graves riesgos al consumidor, se presentan además los elementos conocidos como contaminantes que no tienen una función metabólica definida, y que aún consumidos en dosis subclínicas, su capacidad de acumulación en el organismo les permite producir algún daño. Entre estos elementos destaca el plomo (4).

Los alimentos llegan al consumidor como un producto terminado después de una larga cadena de transportación, preparación y operaciones de procesamiento durante la cual puede ser contaminado por trazas de elementos. Los metales pueden estar presentes como un resultado inevitable de operaciones tecnológicas así como provenientes de la contaminación del medio ambiente.

Esencialmente hay cuatro fuentes de contaminación de los alimentos por metales pesados:

1. Tecnología Agrícola: Donde los metales pueden ser componentes de pesticidas, insecticidas, fungicidas y fertilizantes o estar presentes en las aguas empleadas para el riego.
2. Contaminación Industrial: Aquí los efectos sobre la salud son más graves, en vista de que los compuestos liberados por la industria moderna y la tecnología minera van a estar en contacto directo con los alimentos y personas que manejan dichas industrias.

3. En el transporte, procesamiento y preservación de alimentos: Debido a contaminantes en aditivos, como por el contacto físico o químico con equipo y envases

4. Fuentes Geológicas: La presencia natural de zinc, mercurio, cromo, níquel entre otros proveen un medio por el cuál estos elementos pueden estar en la cadena alimenticia. No se tiene una idea clara de la contribución que estas fuentes geológicas tienen en el contenido total de metales en los alimentos.

Es de interés la extensa distribución de los metales pesados en nuestro ambiente, especialmente la forma en que estos se incorporan en el organismo humano a través de los alimentos afectando la salud (2).

Dentro de los alimentos de origen animal la leche es considerada el alimento ideal para la nutrición humana debido a que es una fuente equilibrada de la mayor parte de las necesidades dietéticas del hombre. Además de su valor esencial para la crianza artificial de lactantes, la leche demuestra su valor nutritivo como ingrediente de una dieta mixta.

La leche debe protegerse contra el contacto directo e indirecto de cualquier fuente de contaminación tanto exterior como interior durante las etapas de ordeño, colecta y transporte (5).

Considerando la higiene de la leche, la Organización Mundial de la Salud (O.M.S) tiene cuatro objetivos principales:

- Evitar la transmisión de enfermedades de los animales al hombre.
- Evitar la transmisión de enfermedades contagiosas al hombre mediante leche contaminada.
- Evitar enfermedades o defectos físicos que puedan ser ocasionados por la mala nutrición.
- Mejorar el estado nutricional del hombre en general (6).

Evidencias documentadas señalan que las aguas residuales contienen un alto porcentaje de sales solubles e insolubles, metales pesados, sustancias orgánicas detergentes y organismos patógenos, por lo que es posible que al ser utilizadas con fines de riego contaminen los productos agrícolas y forrajes. Si el ganado se alimenta con aguas, pastos y forrajes contaminados se puede suponer que los productos de origen animal como la leche se verán afectados (7).

Actualmente México ocupa el segundo lugar en el mundo en el uso de aguas residuales con fines de riego agrícola siguiendo a la República de China. En nuestro país se riegan actualmente 370 000 Has. y el Estado de Hidalgo contribuye con el 22% de esta superficie, dentro de este Estado se localiza el municipio de Ixmiquilpan a 84 Km. de Pachuca cuyas tierras son regadas con aguas residuales y aguas blancas en donde se ha encontrado que estas también presentan una gran influencia de contaminación por metales pesados (8, 9).

La metodología general para la cuantificación de los contaminantes metálicos incluye la técnica polarográfica y colorimétrica. Actualmente se cuenta con la de Espectrofotometría de Absorción Atómica (E.A.A.), que esta considerada como una técnica moderna de análisis instrumental la cual hace posible la determinación cuantitativa de 64 elementos presentes en cualquier tipo de muestra que van desde fluidos y tejidos animales y vegetales, muestras de origen industrial y alimentos entre otras. La espectrofotometría de absorción atómica con llama es una técnica altamente específica y casi libre de interferencias, es reproducible y el Límite de Detección y Límite de cuantificación están en el orden de $\mu\text{g/ml}$ o $\mu\text{g/g}$, (ppm) (10, 11).

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. LECHE DE VACA

La leche es un alimento altamente valorado. Existen diversas definiciones de la leche, de las cuales se puede dar la siguiente: " La leche es la secreción, excluyendo el calostro, que se puede obtener mediante los métodos normales de ordeño de la glándula mamaria lactante de vacas sanas, alimentadas normalmente" (12).

De una manera general el término leche, se aplica a la leche de vaca, siendo la que más se consume en la mayoría de los países del mundo. La leche como producto natural, es aquella que no ha sido objeto de ningún tratamiento que nos asegure su salubridad, careciendo de garantía de calidad e higiene (13).

La composición de la leche se ve afectada por diversos factores entre los que se encuentran, la salud del animal, edad, tipo de alimentación, época de lactación etc.; sin embargo, su composición varía dentro de ciertos intervalos característicos de cada especie. En el cuadro 1 se muestra la composición típica de la leche de vaca (12).

CUADRO 1. Composición general de la leche de vaca

Componentes	Porcentaje	Descripción
Grasa	3,75	Algunos diglicéridos, triglicéridos
Lípidos	0.05	Lecitina, cefalina, esfingomielinas
Proteínas	3.38	Caseínas, proteínas del suero, trazas de otras sustancias nitrogenadas.
Lactosa	5.0	Azúcar de la leche
Sales	0.90	Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Na ⁺ , K ⁺ , PO ₄ ⁼ , Cl ⁻ , SO ₄ ⁼ , Fe ²⁺ , Mn, Co, etc.
Agua	87	
Pigmentos		Carotenos, riboflavina, xantofila
Enzimas		Lipasas, proteasas, reductasas, lactoperoxidasa, catalasa, oxidasa, etc.
Vitaminas		Solubles en grasa : A, D, E y K Solubles en agua: C, complejo B
Gases		Oxígeno, nitrógeno, CO ₂ , NH ₄ , etc.
Volátiles		Volátiles extraños, parafina
Materia celular		Células epiteliales, leucocitos
Microorganismos		Bacterias (normales en leche), contaminantes (ej.: bacterias, hongos, levaduras)
Contaminantes		Semillas, pajas, urea, desinfectantes, estiércol, tierra, hidrocarburos etc. (12).

El interés de saber acerca de los constituyentes de la leche, se basa principalmente en que es un alimento de primera necesidad para el ser humano y para determinar su valor como tal es conveniente conocer la clase y cantidad de nutrientes que posee. La leche por si misma, sin más tratamiento que el de su pasteurización es un alimento completo en las primeras edades de la vida y con la incorporación alimentaria de cereales dextrinados, azúcares o productos como la miel, se van ampliando las coberturas de las necesidades totales de nutrientes, que va requiriendo el organismo en su desarrollo hacia la edad adulta (14).

La dietética actual acepta la importancia de la leche y de los productos lácteos, en la dieta diaria del hombre. Es decir, es el alimento más valioso para la nutrición, por contener prácticamente todos los aportes de nutrientes importantes para el crecimiento, conservación y desarrollo de la vida(15).

Los beneficios que se obtiene de ello, podemos sintetizarlos del siguiente modo:

- a) Aporte de proteínas de alto valor biológico
- b) Aporte de lípidos de fácil digestión, con ácidos grasos insaturados en cantidad razonable que contiene un porcentaje amplio de ácido linoléico y cantidades importantes de vitaminas A y D. La leche contiene también, aunque en cantidades inferiores, vitaminas hidrosolubles (B2, B6 y C).
- c) Aporte de carbohidratos mediante el disacárido lactosa.
- d) Aporte de sales minerales y de enzimas.

El problema de los contaminantes en la leche y los productos lácteos exige la adopción de medidas a largo plazo. La situación puede aliviarse, aunque quizás nunca será posible erradicarla totalmente. Sin embargo, tiene una gran importancia impedir que pasen a la leche sustancias que se consideren potencialmente tóxicas para el hombre. Aunque su ingestión es sólo una de las vías por las que pueden penetrar compuestos tóxicos en el organismo (5).

Por consiguiente, todos los alimentos incluyendo a la leche y sus derivados, deben estar tan libres como sea posible de sustancias tóxicas para evitar efectos adversos sobre la salud (13).

2.1.2. ELEMENTOS EN LECHE

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

Los elementos constituyentes se incluyen en dos grupos: siete elementos minerales considerados como micronutrientes: Ca, P, K, Cl, Mg, Na y S y quince elementos minerales trazas: Fe, I, Zn, Cu, Mn, Co, Mo, Se, Cr, Sn, V, F, Si, Ni, y As. De manera similar se consideran como elementos tóxicos o contaminantes: Pb, Cd, Hg, Sb, y Al esto debido a que su toxicidad en el hombre es relativamente alta y no presentan en el organismo una función metabólica definida(16).

Los elementos minerales constituyentes realizan tres funciones en el organismo:

1. Son componentes estructurales de órganos y tejidos corporales.
2. Se encuentran presentes en los fluidos corporales en forma de electrólitos 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 (17).

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 (16).

Los elementos tóxicos o contaminantes están presentes en la naturaleza y que están ampliamente distribuidos tanto en la corteza terrestre como en los océanos, se encuentran como consecuencia en plantas, animales y aún en los alimentos de consumo humano (4). Estos metales pueden ser peligrosos a concentraciones relativamente bajas debido a sus propiedades potencialmente tóxicas (18).

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

a. COBRE

Fuentes en la dieta

El cobre está ampliamente distribuido en los alimentos, por lo que, se encuentra en cantidades necesarias para satisfacer las necesidades del ser humano (16).

Las fuentes más ricas de cobre en la dieta son. mariscos, vísceras especialmente hígado. El contenido de cobre en estos alimentos puede ser de 20 a 400 ppm.

Las fuentes más pobres son los productos lácteos, vegetales, la mayoría de las frutas frescas, azúcar y cereales refinados, contienen aproximadamente 2 ppm. Durante el refinamiento de los cereales al igual que el azúcar, hay pérdidas significativas de cobre en el producto (19).

La leche y productos lácteos contienen bajas concentraciones de cobre aunque experimentan aumento por contacto con metales durante su tratamiento y almacenamiento. El contenido de este elemento en leche de vaca normal presenta valores del orden de 0.2 mg / l (17).

Función en los alimentos

El cobre es muy activo para oxidar las grasas lácteas, 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 glóbulos de grasa originando una oxidación rápida (20).

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. En algunos casos el cobre presente proviene de una contaminación en los alimentos (4).

Metabolismo

Se requiere cobre para diversas funciones incluyendo (19) :

- Formación de pigmentos de melanina
- Transporte de electrones
- Integridad de la capa de mielina
- Síntesis de fosfolípidos
- Formación de hemoglobina

Cerca del 95 % del cobre en el plasma sanguíneo está firmemente unido a la proteína ceruloplasmina y el 5 % se encuentra unido a la albúmina. La ceruloplasmina está involucrada en la utilización de hierro de la transferrina del plasma (21).

La absorción del cobre se lleva a cabo en el estómago e intestino delgado, con un porcentaje de absorción del 32 al 60 %.

El cobre es almacenado en estos sitios o liberado para que se incorpore a la eritrocupreína, ceruloplasmina y numerosas enzimas que lo contienen. 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 (16).

La mayoría del cobre que no es absorbido, 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. (18)

Requerimientos en la dieta: 2 mg/día
Límite de deficiencia menor a 2 mg/día
Límite de toxicidad mayor a 250 mg/día

La deficiencia de cobre puede deberse a dos causas:

- 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. En personas adultas no se ha observado nunca casos de carencias de cobre, en cambio en lactantes donde la leche de vaca fresca u homogeneizada constituye la base de la alimentación se ha afirmado que la falta de este elemento interviene en la etiología de tres síndromes clínicos:

El primero de ellos se manifiesta por palidez, retraso de crecimiento, irritabilidad y anemia moderada o intensa.

El segundo síndrome (infantes rehabilitados con dieta alta en calorías y baja en cobre). El 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 esta asociado a un defecto genético de la absorción de cobre. Los rasgos característicos de este síndrome son el deterioro mental progresivo, mala queratinización del pelo, hipotermia y baja concentración de cobre en el suero (16).

b. 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/100 g). Debido a que estos alimentos contienen un fitato que puede combinarse con el zinc en presencia de calcio, se reducirá su disponibilidad biológica (18).

La leche normal de vaca contiene 3-5 mg de Zn /litro, en su mayor parte asociado con la caseína. En general, los alimentos de origen animal proveen zinc en una forma más aprovechable que los productos vegetales (17).

Metabolismo

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

- a) Metabolismo de proteínas 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, íleon y yeyuno. La forma química en la que se ingiere este elemento, influye en su absorción favoreciéndose esta en forma de sales y quelatos (19).

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 mútuo entre Zn y Cu, compitiendo por los sitios de unión sobre la molécula de albúmina (23).

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 sudación es mayor (19).

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 /día

Límite de deficiencia, menor a 2 mg /día

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 se puede absorber unos 200 mg /día de zinc fraccionados durante largos períodos, sin que aparezcan efectos tóxicos (21).

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 (17).

c. 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 /100 g.

La leche y los cereales son una fuente relativamente pobre en magnesio (50-100 mg /100) (19).

Función en los alimentos

El magnesio forma parte de la estructura de la clorofila que es un pigmento verde localizado en los cloroplastos de las plantas.

Algunos vegetales verdes enlatados o congelados, presentan reacción de decoloración al transformarse la clorofila (verde brillante) en su respectiva molécula de feofetina debido a la sustitución de magnesio por un ion hidrógeno proveniente de los ácidos propios de estos alimentos (24).

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 funciones metabólicas, entre las que podemos encontrar:

- a) Efectos 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 (21).

Los factores que favorecen la absorción de calcio, como la acidez, o que interfieren con la absorción, como los ácidos oxálicos y fíticos, también afectan la absorción de magnesio. La vía principal de excreción del magnesio es a través de las heces, con una variación de 30-40 % (16).

Niveles de deficiencia y exceso

Requerimientos promedios en la dieta es de 300-350 mg/día

Límite de deficiencia, menor a 0.85 mg/día

Límite de toxicidad, 15 g / día (19).

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 (24). Los síntomas de tal exceso incluyen: mareos, parálisis muscular respiratoria y cardiovascular (17).

d. CALCIO

Fuentes en la dieta

Los diferentes alimentos aportan distintas cantidades de calcio, suelen existir variaciones amplias para un mismo producto (16).

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

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

La leche de vaca en promedio contienen 1.17 g. de Ca/ kg (17).

Niveles medios de calcio en la dieta (100-200 mg/100 g) lo aportan :

Los cereales en general, frutos, carnes y la mayoría de las verduras (19).

Función en los alimentos

Una de las funciones importantes del calcio en los productos lácteos es, en la elaboración de quesos, debido a la estabilidad del sistema caseínico. La caseína κ es la única proteína atacada por la enzima renina. El producto de esta hidrólisis es un glucopéptido que se solubiliza en 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 (20).

Metabolismo

El calcio está asociado con el fósforo, ya que forman las estructuras óseas. Se combinan para formar un compuesto inorgánico conocido como hidroxapatita, compuesto que le confiere la rigidez característica de los huesos.

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 calcio libre 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
- Mecanismos 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, esta absorción se ve favorecida por la vitamina D, así como por una dieta alta en proteínas, la acidez intestinal, la presencia de aminoácidos en la dieta y 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 (19).

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 decirse libera cuando el calcio plasmático esté elevado, teniendo como principal función el favorecer el depósito de calcio en el hueso.

Estas hormonas actúan por lo general conjuntamente (25).

La excreción de calcio se lleva a cabo por tres 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

La deficiencia de calcio suele presentarse debido al exceso en la ingestión de fósforo o secundariamente a la deficiencia de vitamina D. 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 (16).

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 graves y calcificación de tejidos blandos (25).

e. FIERRO

Fuentes en la dieta

El contenido de hierro en la mayoría de los alimentos varía en forma importante en diferentes muestras, debido a la variedad de alimentos, a las diferentes condiciones climáticas y suelos en los cuales se producen (17).

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/100 g): frutas, vegetales y productos lácteos. La leche de vaca contiene unos 0.5 mg/kg (17,19).

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 (24).

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. Su función en el organismo es:

- a) Parte integrante de proteínas tales como la hemoglobina, la mioglobina, los eritrocromos y otras enzimas.
- b) Cofactor de reacciones enzimáticas (26).

El 60 % de hierro forma parte de la hemoglobina, el 10 % forma parte de la mioglobina y diversa enzimas (peroxidasa, catalasa, etc.) y el 30 % restante se encuentra en el hígado, bazo y la médula ósea en calidad de reserva (17).

La absorción de hierro tiene lugar principalmente en el duodeno, favoreciéndose esta 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 (26).

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 por 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

Requerimientos en la dieta diaria: (19)

Mujeres 18 mg/día

Hombres 10 mg/día

Límite de deficiencia, menor a 2 mg/día

Límite de toxicidad mayor a 100 mg/día

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

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 (26).

e. NIQUEL

Fuentes en la dieta

El níquel se encuentra en una concentración traza difundido en el medio ambiente de nuestro planeta, está presente en agua, suelos y alimentos por lo que el hombre y los animales están sujetos a la exposición oral y cutánea de los compuestos de níquel.

Los productos de origen vegetal, y especialmente las leguminosas, tienen mayor contenido de níquel que los productos de origen animal, las emisiones de níquel al medio ambiente, incrementan su contenido de 6 a 8 veces en verduras foliares mientras que en las judías o manzanas los triplican.

En cuanto a los alimentos se puede concluir que:

-En general los productos de origen vegetal son más ricos en níquel que los alimentos de origen animal.

-El té, el cacao y los frutos secos tienen cantidades relativamente altas.

-Los arenques y ostras son también buenas fuentes de níquel.

O' Dell et al (1970) descubrieron que la mayoría de las muestras de leche que examinaron contenían de 0.02 a 0.05 ppm de Ni y en todas las muestras el contenido de níquel era inferior a 0.1 ppm (17).

Función en los alimentos

La elaboración de los alimentos puede reducir el contenido en níquel; las harinas blancas son más pobres que las integrales por pérdidas durante la molienda; por el contrario, su concentración se incrementa por dos vías:

Contaminación; los utensilios de cocina pueden cederlo y la cantidad liberada dependerá de la composición fisicoquímica del utensilio, pH del alimento y del tiempo de contacto.

Práctica incorrecta de fabricación, el níquel se utiliza como catalizador en la hidrogenación de las grasas, su presencia en estas, depende de la eficiencia de la eliminación tras el proceso (27).

Metabolismo

En función de los datos disponibles se sugiere que el níquel:

Actúa como cofactor o es un componente estructural de metaloenzimas específicas o metaloproteínas.

Así mismo se ha considerado como un cofactor biológico que facilita la absorción intestinal de hierro.

El níquel desempeña un importante papel en el metabolismo o la estructura de las membranas ya que es esencial para la formación enzimática o para el mantenimiento de la integridad estructural de la proteína implicada en la absorción de hierro (III).

El níquel se absorbe muy poco, del 1 al 10 por 100 incluso cuando las ingestas son muy altas. El cuerpo humano contiene unos 10 mg de níquel, que se distribuye uniformemente por el organismo sin acumularse, esto es gracias a un mecanismo homeostático de control, que sólo se altera cuando el individuo se halla expuesto a concentraciones de níquel anormalmente elevadas.

La excreción del níquel ocurre mayoritariamente por las heces y en muy pequeñas cantidad por la orina, el riñón dispone de un mecanismo de excreción activa de níquel y en el sudor el nivel de níquel es sorprendentemente elevado (49 g/l)(16).

Niveles de deficiencia y exceso

No se han establecido recomendaciones oficiales de ingestas dietéticas de níquel pero se indica que si los valores obtenidos con animales de ensayo se extrapolan al hombre, las ingestas recomendadas serían de 16 a 25 $\mu\text{g}/1.000 \text{ kcal}$, o sea de unos 75 $\mu\text{g Ni/día}$.

En animales deficientes se han observado diversos trastornos patológicos y cambios enzimáticos aunque no se ha demostrado que el níquel tenga un papel funcional específico, el níquel tiene una limitada importancia práctica en la nutrición.

En las deficiencias de níquel aparecen modificaciones que influyen en numerosos parámetros bioquímicos del metabolismo. Así se incrementa la concentración hepática de cobre y zinc en un 50-60 por 100 mientras que el hierro se reduce en un 70 por 100, esta disminución se explica por una alteración en su absorción, cuando existe un déficit en níquel y da lugar a la aparición de síntomas de anemia en los animales como ojos sin sangre y extremidades descoloridas. El status en níquel del individuo afecta también a la glucosa y al glucógeno hepático, en estados deficitarios los contenidos se reducen con respecto al control, lo mismo ocurre con la concentración de triglicéridos (27).

El níquel se incluye entre los elementos traza de baja toxicidad por vía oral, puesto que se absorbe muy poco. En consecuencia, una posible contaminación de los alimentos por níquel, no implica en principio un peligro para la salud.

Por otra parte las personas de refinerías de níquel expuestas a continuas emisiones del elemento, presentan una mayor incidencia de dermatitis y neoplasias del aparato respiratorio (16).

g. SODIO

Fuentes en la dieta

Los alimentos ricos en sodio son muy numerosos, la cantidad de sodio (mg/100g) que suele encontrarse en ellos son:

Los moluscos (75-500), pescados marinos (75-200), cangrejos (200-350), carnes (80-120), riñones (150-250), clara de huevo (130-200). La leche también contiene cierta cantidad (50). Pero la fuente principal es el salero de la cocina que contiene la sal común o cloruro de sodio (17).

Función en los alimentos

El sodio se emplea en combinación con cloro (NaCl) para la conservación de alimentos como ocurre en la fabricación de los quesos, jamones, bacalaos, encurtidos, aceitunas aderezadas, conservas vegetales, enlatados, extractos de carne, patés, caldo en cubitos, copos de maíz, etc.

Hay que tener en cuenta que muchos aditivos actuales son sales de sodio (por ejemplo: fosfatos, glutamatos, sorbato, bicarbonato, sacarina etc.) (21).

Metabolismo

El sodio es esencial para que muchas sustancias pasen a través de las membranas que rodean a las células, La absorción de la glucosa, galactosa y aminoácidos en el intestino requiere de presencia de sodio.

El sodio esta presente en los líquidos del cuerpo, propocionandoles la presión osmótica suficiente para retener el agua necesaria y para que no sufra daño las células. También forma parte de las sustancias que mantienen el equilibrio ácido básico.

La eliminación se hace principalmente por el riñón, pero a veces hay pérdidas importantes por vía digestiva, otra vía por la que se elimina es el sudor (28).

Niveles de deficiencia y exceso

Las necesidades no se pueden fijar de modo preciso sin embargo se habla de 1.1 a 3.3 g de sodio, para adultos y para niños (de hasta 6 meses) 115 - 350 mg de sodio.

Es preferible hablar de requerimientos de sal en vez de los elementos por separado (10g de sal contienen 4 g de sodio) y así se puede decir que son suficientes 1.5- 2 g diarios.

Las deficiencias de sodio causada por falta de sodio suele manifestarse por: náuseas, falta de ácido en el jugo gástrico, pérdida del apetito, adelgazamiento, dolor de cabeza, calambres musculares en vientre y piernas, cansancio, etc. En casos serios se produce disminución del volumen sanguíneo, con espesamiento peligroso de la sangre, pulso acelerado, en casos graves alucinaciones, coma e incluso, muerte.

La carencia suele producirse a causa de procesos patológicos como alteraciones renales, acidosis, cirrosis, vómitos, stress. También puede suceder en casos de desnutrición y de regímenes muy estrictos sin sal.

El exceso de sodio, que generalmente se acompaña de gran déficit de agua, produce irritabilidad, respiración acelerada, resequedad de mucosas, fiebre y a veces convulsiones. Agrava la insuficiencia cardíaca, algunas afecciones renales en las que se orina poco, además probablemente, favorece la aparición y agrava indirectamente la hipertensión (28).

h. POTASIO

Fuentes en la dieta

Los alimentos ricos son numerosos, el contenido de algunos son (en mg por 100 g de partes comestibles) :

Levadura seca de cerveza	1,300-1,800
Melocotones o alboricoques secos	900-1,700
Legumbres secas	600-1,500
Germen de trigo, patatas fritas, higos secos	700-1,000
Pasas, pipas de girasol cacahuates, nueces	550-900
Aguacates, setas, espinacas	400-700
Carnes, despojos de casquería, alcachofas	150-400
Leche de vaca	1.5 g / l

También son ricos las melazas, aceitunas verdes, caldo en cúbitos, perejil, habas, algunos mariscos, sardinas y atún en conserva y muchos otros (17).

Metabolismo

El potasio interviene en el paso de muchas sustancias a través de la membrana celular, abunda más en el interior de las células que en los líquidos que las rodean.

Interviene en la síntesis del glucógeno y de las proteínas, activación de sistemas enzimáticos y actividad muscular. En el músculo cardíaco y nervios es antagónico del calcio. Presenta interacciones con el sodio, cloro, magnesio y fósforo.

Se elimina principalmente por la orina, estando aumentada su salida por algunos medicamentos (diuréticos tiazídicos, prednisona, etc.), y sobre todo por la destrucción de proteínas. Al abundar en las células musculares depende, en cierto modo de la masa de los músculos, así que cuando esta disminuye se pierde mucho potasio. También se pierde por el sudor (24).

Niveles de deficiencia y exceso

Las necesidades diarias no están fijadas debido a que la utilización y eliminación del potasio dependen de muchos factores.

La deficiencia puede presentar síntomas variados, desde falta de apetito, sed, disminución de la movilidad intestinal, debilidad muscular (incluso parálisis), cansancio y pérdida de glucógeno de los tejidos.

La deficiencia suele deberse a procesos que suponen grandes pérdidas de proteínas (ayuno, desnutrición grande), insuficiencia renal, diarreas, aporte grande de sodio o tratamientos con ciertos diuréticos.

El exceso de potasio en la sangre, que puede producirse en casos de insuficiencia renal, acidosis, infecciones graves y sobre todo, por destrucción de tejidos es peligroso.

Es peligroso inyectar potasio (los excesos esporádicos por la boca es difícil que causen problemas) cuando hay desnutrición proteica grave, pues al no haber masa muscular suficiente para fijar el potasio, éste se acumula en la sangre (28).

1. CADMIO

Fuentes en la dieta

La ingestión de cadmio varía considerablemente según las cantidades y tipos de alimentos consumidos. Las fuentes más ricas de 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 (16).

Función en los alimentos

El cadmio presente en los alimentos puede ser considerado como un contaminante, ya que proviene de fuentes naturales de la geosfera y otras fuentes resultantes de la tecnología (18).

Metabolismo

Cerca del 6% del cadmio en alimentos es absorbido por el organismo humano del cual un alto porcentaje es retenido. En el organismo, está unido a una proteína, la metalotioneína, que interviene en el transporte y almacenamiento selectivo de este elemento (21).

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 el Cd y Zn, Cd y Hg. Por esto parece ser que el cadmio comparte un mecanismo de absorción similar a otros metales (16).

El cadmio administrado por vía gastrointestinal se acumula en riñón, en pulmón y en menor proporción en hígado. Se excreta en pequeñas cantidades a través de la orina y heces (20). 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 (3).

El cadmio induce cambios en varias enzimas que actúan en la gluconeogénesis, también altera la ruta de la fosforilación oxidativa. Los efectos en riñón con una acumulación de más de 200 mg/kg de peso son: Disfunciones a nivel del tubo proximal, detectándose proteinuria, glucosuria y pérdidas anormales de calcio y fósforo. En pulmón llega a producir enfisema pulmonar, obstrucción de vías respiratorias (29).

En el sistema esquelético los efectos incluyen dolor en extremidades, dificultad para caminar, pseudo fracturas y osteomalacia (ablandamiento de los huesos), debido a la pérdida de calcio y fósforo.

La toxicidad oral de los compuestos de cadmio es alta, cuando es inhalado presenta lesiones en las vías respiratorias (2).

Niveles de deficiencia y exceso

En el hombre, según la O.M.S. se ha establecido una ingestión semanal tolerable provisional de 400 a 500 mg de cadmio por individuo. 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 Zn, Cu, Fe y Se (30).

J. PLOMO

Fuentes en la dieta

Los valores para el contenido de plomo, en alimentos individuales son variables, la concentración en alimentos consumidos diariamente, donde las algas mostraron un contenido más alto, seguido por pescados, mariscos, carnes y algunos alimentos enlatados (16).

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% (31).

El que los alimentos adquieran plomo durante su cocimiento, se ha identificado como una fuente potencial adicional de exposición de plomo para los humanos (3).

Se considera que el contenido de plomo de la leche representa una medida integrada de la exposición de la vaca al plomo ambiental. El incremento de plomo en muestras de leche representativas, de 0.02 a 0.04 (1963) y 0.04 a 0.05 ppm (1965), es significativo pero en ninguna forma proporcional al incremento de descarga de contaminantes de plomo dentro del ambiente (32).

Metabolismo

La absorción de plomo en 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 tejidos blandos y se deposita en hueso. La absorción y retención del plomo ingerido es afectado en gran parte por los niveles de Ca, P, Fe, Cu y Zn en la dieta (29).

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 (16).

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

La acumulación de plomo en las mitocondrias de las células renales, es potencialmente dañina a la función renal normal, puesto que la respiración estimulada por ADP en las mitocondrias es inhibida por el plomo (33).

La Organización Mundial de la Salud (O.M.S.) considera que una ingesta semanal provisional admisible de 0,5 mg / kg de peso corporal. Estos niveles de ingestión no son aplicables a bebés y niños (30).

Niveles de toxicidad

Casos clásicos de intoxicación por plomo, pueden producir daño al cerebro, riñón y sistema nervioso periférico. La ingestión oral de 2000 a 3000 mg de plomo por día durante algunos meses a 5000 a 10 000 mg por día durante un mes produciría efectos clásicos de envenenamiento por plomo en adultos (31).

Los efectos bioquímicos comprenden la inhibición de la aminolevulinatodeshidrasa eritrocítica, el aumento de la aminoluvulinata (ALA) y la elevación de la concentración de plomo en sangre.

k. 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 a 200 mg/100g. En cambio, hay otros alimentos que aportan menos cantidad de cromo de 12 a 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 (16).

Función en los alimentos

Hay poca información sobre los efectos del cromo en los alimentos. En general, concentraciones bajas 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 (17).

Metabolismo

El cromo interviene en diversas funciones tales como:

- Metabolismo de la glucosa
- Metabolismo de lípidos
- Síntesis de proteínas

Se afirma que 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 (21).

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 esta presente en los alimentos, mientras que el cromo hexavalente (Cr^{6+}) se ha encontrado que tiene propiedades tóxicas, este último se absorbe mejor que el Cr^{3+} (2).

La exposición con óxidos de cromo da lugar a dermatitis accematosa y ulceración incipiente, también ocurre con los humos desprendidos provocando ulceración y perforación de tabique nasal, produce cáncer pulmonar a las personas que están expuestas con polvos de óxido crómico y minerales de cromo. También produce intoxicaciones como gastroenteritis y hepatitis.

k. 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 a 200 mg/100g . En cambio, hay otros alimentos que aportan menos cantidad de cromo de 12 a 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 (16).

Función en los alimentos

Hay poca información sobre los efectos del cromo en los alimentos. En general, concentraciones bajas en el agua o tierra pueden ser beneficios 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 (17).

Metabolismo

El cromo interviene en diversas funciones tales como:

Metabolismo de la glucosa

Metabolismo de lípidos

Síntesis de proteínas

Se afirma que 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 (21).

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 esta presente en los alimentos, mientras que el cromo hexavalente (Cr^{6+}) se ha encontrado que tiene propiedades tóxicas, este último se absorbe mejor que el Cr^{3+} (2).

La exposición con óxidos de cromo da lugar a dermatitis acematosas y ulceración incipiente, también ocurre con los humos desprendidos provocando ulceración y perforación de tabique nasal, produce cáncer pulmonar a las personas que están expuestas con polvos de óxido crómico y minerales de cromo. También produce intoxicaciones como gastroenteritis y hepatitis.

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 (19).

Niveles de deficiencia y exceso (19).

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 $\mu\text{g}/\text{día}$

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 sobre-dieta de este elemento (18).

2.1.3. MUESTREO

El muestreo es el primer proceso en el análisis cuantitativo de elementos. Se debe tener especial cuidado en tomar una muestra representativa y que ésta no presente cambios significativos al analizarla.

Existe gran diversidad de técnicas y procedimientos de muestreo. Generalmente, en el proceso de análisis químico, se utilizará una pequeña parte del material total y ésta proveerá los datos analíticos de los componentes que requieren nuestro interés.

Se toma una muestra representativa del material y se transporta al laboratorio, en donde se tomarán pequeñas cantidades para hacer los análisis necesarios. Después de efectuar la recolección o muestreo del material para análisis, es importante el almacenamiento de este.

Algunas veces no es posible realizar el análisis de inmediato y en ocasiones es necesario la obtención de otras muestras para hacer las investigaciones analíticas de todas ellas en su conjunto. La temperatura para el almacenamiento corto debe ser de 2 a -1°C y 15°C cuando la preservación es por tiempos muy grandes. Los materiales que contengan las muestras no deben de interferir con ellas mismas.

La toma de una muestra de leche o de algún producto lácteo, es un paso muy importante para su análisis químico.

La muestra recolectada deberá ser representativa del total de la leche y para esto debemos tener en cuenta: (35)

- a) Tamaño y forma del depósito en que se encuentra la leche
- b) Uniformidad del producto
- c) Viscosidad del producto

Existen varios tipos de toma de muestras y diferentes maneras de tomar la muestra. Se puede obtener la muestra de un cuarto de la ubre de una vaca, de una vaca individualmente, de un tambo con leche de varias vacas, o muestra de varios tambos y tanques.

1. Muestra simple: Tomada de un depósito por separado. Cuando se toma de una vaca, se ordeña completamente, se agita el contenido total, pasándolo de un recipiente a otro, 3 ó 4 veces y luego se obtiene la muestra. Se considera suficiente una cantidad de 4 onzas.

2. Muestra compuesta: Es una mezcla de muestras simples de donde se saca una muestra representativa, para lo cual deberán tomarse cantidades proporcionales (20).

Como no es práctico efectuar diariamente una análisis en cada muestra es necesario agregar algún conservador a fin de evitar la descomposición. La sustancia preservativa en este caso debe servir como fijador para los elementos a evaluar. Además de almacenar las muestras a temperaturas bajas en caso de ser posible.

2.1.4. ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA

Fundamento

El fundamento de la técnica consiste en hacer pasar un haz de radiación a través de una muestra que contiene el elemento en su forma atómica y medir la intensidad de la luz antes y después de haber pasado por la misma.

Instrumentación:

Fuente de radiación

Se necesita una fuente de radiación que emita líneas espectrales del elemento a cuantificar. Se usa una lámpara de cátodo hueco que contiene el elemento que se va a determinar. Dicha lámpara es elaborada para emitir energía de una longitud de onda específica (36,37).

Sistema nebulizador-quemador

En dicho sistema, se va a transformar la solución que contiene el elemento a cuantificar en vapor atómico, estos átomos neutros absorben la energía procedente de la fuente de luz excitando así a los átomos neutros.

Mediante el sistema nebulizador, se aspira la muestra a la cámara del premezclado, mezclándose el fino aerosol con los gases combustible y oxidante. En este momento, los metales se encuentran en solución en las gotas de aerosol. A medida que estas gotas pasan a la llama, el calor evaporará al disolvente 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, de manera continua, la molécula es disociada en los elementos individuales que la forman y estos llegan a su estado basal como átomos libres y neutros para efectuar el proceso de absorción de radiación.

Una condición importante en la atomización, es la temperatura. Por ello, a continuación se presentan las temperaturas de las llamas usadas en absorción atómica (11).

Oxidante-Combustible	Temperatura (° C)
Aire -Acetileno	2,125-2,400
N ₂ O-Acetileno	2,600-2,800

La mayoría de los elementos determinados por absorción atómica emplean llama de aire-acetileno. Para la determinación de muchos elementos que forman compuestos refractarios se requiere una llama más caliente, en estos casos se emplea la de óxido nitroso-acetileno.

La cantidad de radiación absorbida está determinada por el número de átomos metálicos en estado basal dentro de la llama, 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 anulada (37).

Monocromador

Tiene la función de dispersar las longitudes de onda del haz de luz emitidas por la fuente, así mismo para aislar una longitud de onda específica.

Para mejorar la precisión y el límite de detección, las rejillas se pueden abrir hasta cierto límite para permitir la entrada de luz (36).

Detector

Es un tubo fotomultiplicador al cual llega la longitud de onda que fue aislada 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 concentración de la muestra, dicha señal puede ser procesada para producir una lectura dada en unidades de concentración ó absorbancia.

2.1.5. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO (Ixmiquilpan Hgo.)

MEDIO HISTORICO. En el Valle del Mezquital se encuentra localizado Ixmiquilpan, Hidalgo, se habitó desde hace más de 500 años por grupos indígenas, Otomies; en el siglo XVI llegaron los padres franciscanos, siendo desde entonces un centro importante para el comercio y la economía, esto se vio fuertemente incrementado en el año de 1970, cuando el poblado fue nombrado cabecera municipal. Este valle ha determinado gran parte de su historia a través de sus grupos indígenas, que han luchado por transformar sus condiciones desfavorables que son las que caracterizan a esta región, lo que provoco como consecuencia la centralización de los servicios más importantes.

Con el pasar de los años se ha convertido en un lugar de grandes asentamientos humanos, evolucionando y generándose grandes problemas, luchas, conflictos y tensiones de grupos que habitaban esta región.

MEDIO FISICO. El municipio de Ixmiquilpan se localiza en la parte central del Estado de Hidalgo, entre los 19° 36' y los 20° 24' latitud norte, y los 97° 58' longitud oeste del meridiano de Greenwich. Su extensión territorial es de 20,885 Km² y cubre el 1.06 % de la República Mexicana, con una población de 48, 699 habitantes (1980) .

Colinda al norte con Nicolás Flores y Cardonal.
al sur con Chilcuatla y Santiago de Anaya.
al oriente con Cuauhtepc y Santiago de Anaya
al poniente con Tasquillo y Alfajayucan(Ver. Mapa)

La principal red de comunicación liga a la cabecera municipal Ixmiquilpan con su capital Pachuca, que está a solo 84 Km de carretera asfaltada y a 225 Km con el Distrito Federal.

El clima que presenta la región es de tipo seco semiárido, con verano fresco y largo, con régimen de lluvias de verano con poca oscilación térmica y con una mancha de la temperatura, lo que significa que el máximo de temperaturas se encuentra antes de la mitad del año.

Las características relevantes en los cultivos de la región de interés que comprende diferentes zonas de uso potencial del suelo; están divididas por una red de canales de riego (3834 has.), también existe una zona de temporal (6761 has.) y pastizales para el desarrollo de la ovinocultura y matorrales para el desarrollo del libre pastoreo. La porción que cuenta con una red de riego, a lo largo de todo el año ofrece una producción anual muy importante para la economía del municipio.

En este sentido encontramos que los cultivos más importantes son: jitomate, frijol, maíz, tomate, alfalfa, cebada, avena, girasol y árboles frutales entre otros por lo que respecta al área de temporal encontramos que se cultiva principalmente: maíz, trigo y cebada.

El área de pastizales y matorrales también es aprovechada, la primera satisface en gran medida la necesidad de pastoreo y la segunda tiene gran importancia en el lugar.

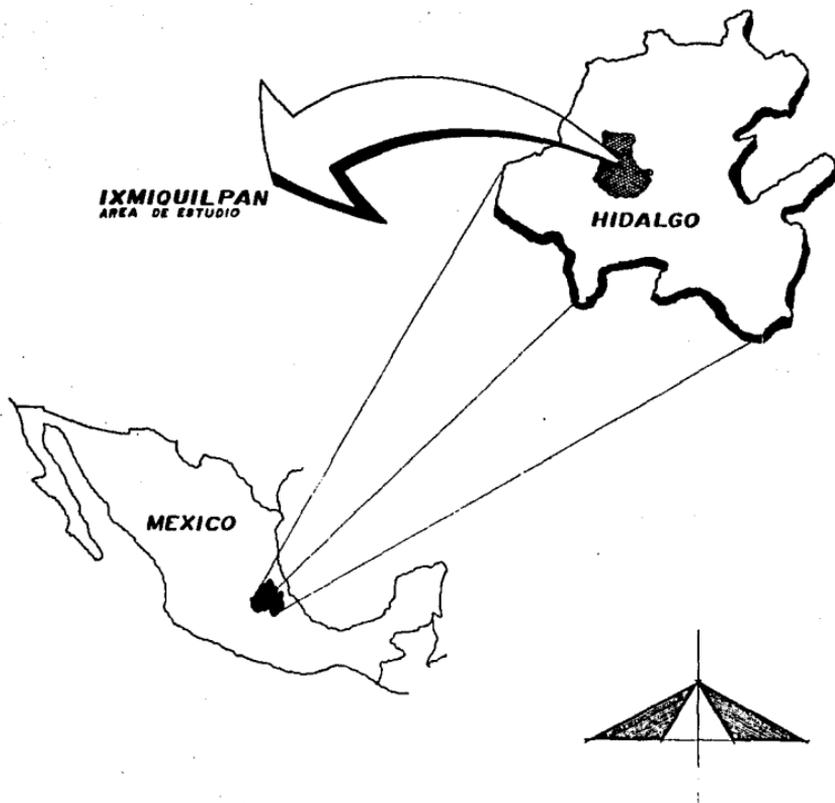
MEDIO SOCIOECONOMICO. El poblado ocupa una parte importante dentro de la zona del Valle del Mezquital, ya que probablemente sea la zona agrícola más rica, puesto que ha tenido un amplio desarrollo; además de abastecer sus alrededores, así como a los municipios de Actopan y Tasquillo.

Podemos mencionar que en el Estado de Hidalgo existe gran actividad agrícola tradicional, caracterizando sus actividades primarias como un renglón muy importante en la economía estatal, ya que más del 60 % de la población económicamente activa depende de ésta; sin embargo, hay una tendencia de desplazamiento de la mano de obra del sector secundario, en especial hacia la industria de transformación.

Debido a estas tendencias existen desplazamientos de la población hacia zonas industriales del estado como: Pachuca, Ciudad Sahagún, Tulancingo, Tula, Tizayuca e Ixmiquilpan y emigraciones a los grandes centros de producción como la ciudad de México, Toluca, Tlaxcala, Puebla, y Querétaro.

Es evidente que el desarrollo de una localidad está en función de factores determinantes, caracterizando acciones definitivas para promover el cambio estructural, a este cambio se plantean estructuras físicas, sociales y económicas (38).

LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO



3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La importancia de los conocimientos sobre las necesidades humanas de nutrientes esenciales radica en evaluar los regímenes alimenticios y por ello es necesario contar con estudios que nos indiquen si alguno de los minerales esenciales se encuentran en niveles adecuados para el desarrollo y buen funcionamiento del organismo. Al privar al organismo de estos minerales, se inducen anomalías por deficiencia que se acompañan siempre de cambios específicos, de la misma manera si se encuentran en concentración elevada también pueden tener efectos dañinos.

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 estos en el organismo.

Los metales que se encuentran en los alimentos deben su presencia a diferentes causas que van desde su origen hasta su industrialización. Algunos metales pueden jugar un papel importante en el metabolismo normal, por ejemplo: Ca, K, Na, Zn, Se, Fe, Mn, Cu, etc ó bien tóxicos: Cd, Pb, Hg, Be, As.

Debido a que el costo y la escasez de aguas blancas empleadas en el riego agrícola cada vez es mayor, esto ha favorecido el utilizar aguas residuales para este fin. Sin embargo estas aguas que anteriormente solo llevaban desechos orgánicos ahora presentan un alto contenido de metales pesados además de otros contaminantes, trae consigo un daño ocasionado por su acumulación en el suelo y pueden ser incorporados directamente a los cultivos y de ahí afectando tanto a animales (ganado) como al hombre.

En el presente estudio se hará la evaluación de elementos constituyentes: Cu, Zn, Mg, Ca, Fe, Ni, Na, K, y contaminantes: Cd, Pb, Cr, en leche de vaca del Municipio de Ixmiquilpan Hidalgo, el cual pertenece a una de las zonas agrícolas de mayor importancia del país que presenta una gran influencia de aguas residuales provenientes de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM). La evaluación se hará empleando la técnica de espectrofotometría de absorción atómica con llama.

4.OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Evaluar los niveles de concentración de diversos elementos considerados como constituyentes: Cu, Zn, Mg, Ca, Fe, Ni, Na, K, y como contaminantes: Cd, Pb, Cr, en leche de vaca procedente del municipio de Ixmiquilpan en el Estado de Hidalgo por Espectrofotometría de Absorción Atómica con Llama (E. A. A.)

OBJETIVOS ESPECIFICOS :

1. Realizar un muestreo al azar y sin reemplazo de leche de vaca en 17 establos pertenecientes al área en estudio (Ixmiquilpan Hgo).
2. Evaluar la concentración de metales constituyentes: Cu, Zn, Mg, Ca, Fe, Ni, Na, K, en leche de vaca.
3. Evaluar la concentración de metales contaminantes : Pb, Cr, Cd , en leche de vaca.
4. Evaluar con los resultados obtenidos si los niveles de elementos esenciales satisfacen el requerimiento diario y si los elementos contaminantes representan un riesgo para la salud de las personas que ingieren este alimento.

5. HIPOTESIS:

La presencia de concentraciones elevadas de elementos metálicos tanto constituyentes como contaminantes en aguas residuales destinadas al riego de suelos agrícolas , a pesar que en algunas ocasiones se mezclan con aguas blancas, elevará la concentración de estos metales en los productos agrícolas y forrajes que son consumidos por el ganado (vacas), originando niveles altos de estos elementos en la leche que es considerada como el fluido biológico de origen animal más importante para la alimentación del hombre.

6. MATERIAL Y EQUIPO.

Material:

Frascos de polietileno de 50 y 100 ml
Matraces volumétricos de 25, 50, 100 y 1000 ml PYREX
Pipetas volumétricas de 1, 2, 5 y 10 ml PYREX
Pipetas graduadas de 1,5 y 10 ml PYREX
Probetas de 25 y 50 ml PYREX
Vasos de precipitados de 10, 50, 100, 1000 ml PYREX
Soporte universal con anillo
Embudos tallo largo

Reactivos:

Agua desionizada
Ácido nítrico, J.T. BAKER
Peróxido de hidrógeno concentrado, J.T. BAKER
Estandar Titrisol Merck para cada uno de los elementos a cuantificar
Aire comprimido (presión de 2.8 Kg/cm²)
Acetileno (presión 0.8 Kg/cm²)

Instrumentos y equipo:

Parrilla de calentamiento
Espectrofotómetro de absorción atómica PYE UNICAM SP-192
Balanza analítica SARTOURIUS 2842
Lámpara de cátodo hueco para cada uno de los elementos
Potenciómetro BECKMAN 3500

7. METODOLOGIA :

Toma de muestra:

La toma de muestra se realizó en 17 establos diferentes pertenecientes a la región bajo estudio, el muestreo se realizó al azar y sin reemplazo, colectándose aproximadamente 300 ml de leche en envases de polietileno debidamente identificadas. Para la determinación de metales se adicionaron 2 ml de HNO₃ concentrado por cada muestra.

Determinación de Fe, Zn, Cu, Cd, Ni, Cr, Pb.

Tratamiento de la Muestra. Digestión ácida.

A 50 ml. de leche se le adiciona ácido nítrico conc., se calienta durante dos horas. Se deja enfriar a temperatura ambiente y agregar peróxido de hidrógeno, hasta digestión completa, pasar esta solución a un matraz aforado de 50 ml. y llevar al aforo con agua desionizada, filtrar y se procede a leer en el espectrofotómetro de absorción atómica.

Determinación de Ca, Mg, Na, K.

Tratamiento de la muestra directamente.

Tomar una alícuota de 1 ml de leche refrigerada y pasarla a un matraz aforado de 10 ml. Agregar 2 ml. de lantano, aforar con agua desionizada. Posteriormente filtrar y se procede a leer en el espectrofotómetro de absorción atómica.

De manera paralela se procesa una muestra blanco, y se prepara una curva de calibración en concentraciones conocidas para cada uno de los elementos.

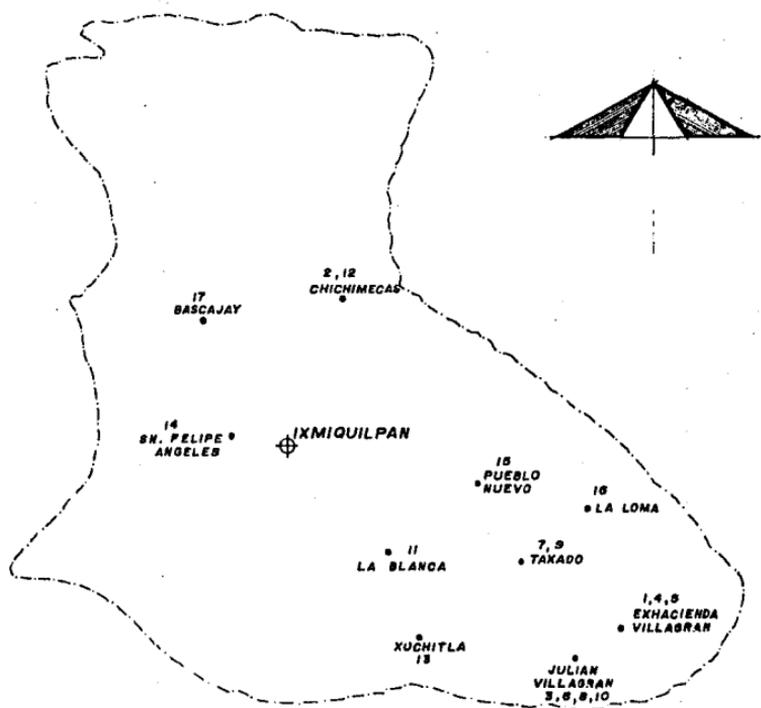
Condiciones para la determinación de los siguientes elementos:

Elemento	λ (nm)	oxidante-combustible
Ca	422.7	aire-acetileno
Mg	285.2	aire-acetileno
K	766.5	aire-acetileno
Na	589.0	aire-acetileno
Cd	228.8	aire-acetileno
Cr	357.9	aire-acetileno
Cu	324.8	aire-acetileno
Fe	248.3	aire-acetileno
Pb	283.3	aire-acetileno
Zn	213.9	aire-acetileno
Ni	232.0	aire-acetileno

LUGARES DE MUESTREO DE LECHE DE VACA (en Exmiquilpan Hgo.)

ESTABLO	UBICACION:
1. LOS PINOS	EXHACIENDA VILLAGRAN
2. CHICHIMECAS No. 3	CHICHIMECAS
3. GRUPO VILLAGRAN CENTRO	JULIAN VILLAGRAN
4. LA CORALILLA	EXHACIENDA VILLAGRAN
5. LOS PORTALES	EXHACIENDA VILLAGRAN
6. VILLAGRAN No. 4	JULIAN VILLAGRAN
7. LOS PIONEROS	TAXADHO
8. VILLAGRAN No. 3	JULIAN VILLAGRAN
9. TAXADHO ZAPATA	TAXADHO
10. SAN MIGUEL VILLAGRAN	JULIAN VILLAGRAN
11. LA BLANCA	LA BLANCA
12. CHICHIMECAS No. 4	CHICHIMECAS
13. XUCHITLAN	XUCHITLAN
14. SAN FELIPE ANGELES	SAN FELIPE ANGELES
15. PUEBLO NUEVO No. 2	PUEBLO NUEVO
16. LA LOMA (LOPEZ RAYON).	LA LOMA
17. BASCAJAY	BASCAJAY

LOCALIZACION DE LUGARES DE MUESTREO



- ⊕ CABECERA MUNICIPAL
- POBLADO

8. RESULTADOS:

Tabla No. 1

**CONCENTRACION DE ELEMENTOS CONSTITUYENTES Y
CONTAMINANTES. ppm (mg/l). N=32**

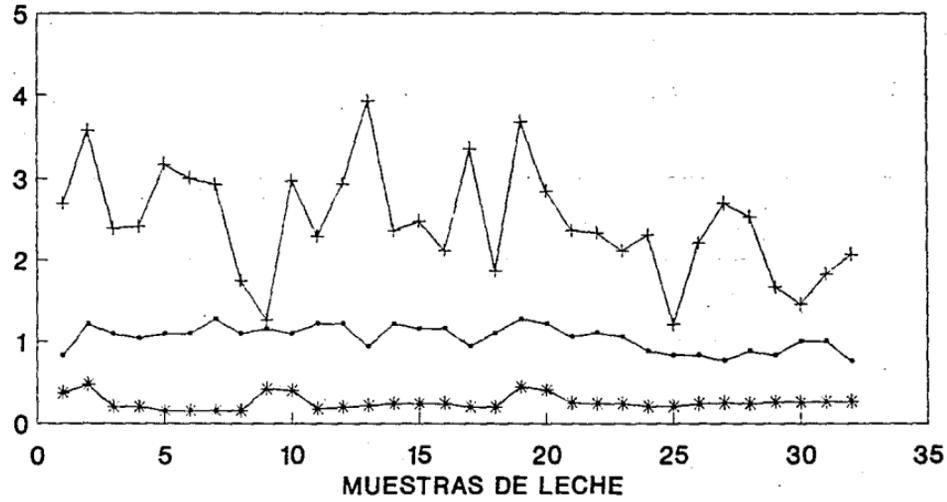
Muestra	Fe	Cd	Zn	Cu	Cr	Ni	Pb
1.1	0.41	0.05	2.68	0.37	0.4	0.67	0.81
1.2	0.66	0.05	3.57	0.47	1.0	0.76	1.21
2.1	0.33	0.06	2.38	0.20	0.8	0.32	1.09
2.2	0.16	0.05	2.40	0.20	1.2	0.35	1.04
3.1	0.33	0.05	3.16	0.15	1.6	0.12	1.09
3.2	0.41	0.06	3.0	0.15	1.4	0.27	1.09
4.1	0.25	0.06	2.92	0.15	1.2	0.12	1.27
4.2	0.41	0.05	1.74	0.15	0.8	0.32	1.09
5.1	0.25	0.02	1.26	0.42	0.8	0.50	1.15
5.2	0.41	0.01	2.96	0.40	1.0	0.27	1.09
6.1	0.25	0.04	2.28	0.17	0.6	0.09	1.21
6.2	0.25	0.07	2.92	0.19	1.0	0.21	1.21
7.1	0.25	0.05	3.92	0.21	0.4	0.12	0.92
7.2	0.66	0.07	2.35	0.23	0.8	0.18	1.21
8.1	0.41	0.06	2.46	0.23	0.6	0.15	1.15
8.2	0.41	0.06	2.10	0.23	0.6	0.12	1.15
9.1	0.25	0.06	3.34	0.19	1.0	0.18	0.92
9.2	0.41	0.06	1.86	0.19	1.0	0.35	1.09
10.1	0.66	0.04	3.66	0.44	0.8	0.67	1.27
10.2	0.58	0.03	2.92	0.40	0.6	0.59	1.21
11.1	0.25	0.05	2.35	0.24	0.4	0.24	1.04
11.2	0.16	0.05	2.32	0.23	1.2	0.41	1.09
12.1	0.25	0.05	2.10	0.23	1.2	0.41	1.04
12.2	0.50	0.06	2.30	0.20	1.4	0.50	0.86
13.1	0.33	0.05	1.20	0.20	0.2	0.44	0.81
13.2	0.58	0.05	2.20	0.23	0.4	0.35	0.81
14.1	0.41	0.05	2.68	0.24	0.8	0.32	0.86
14.2	0.16	0.05	2.52	0.23	0.8	0.32	0.86
15.1	0.66	0.05	1.66	0.25	0.4	0.29	0.81
15.2	0.50	0.05	1.45	0.25	0.8	0.27	0.98
16.1	0.66	0.05	1.82	0.26	1.2	0.47	0.98
16.2	0.66	0.05	2.06	0.26	0.8	0.44	0.75
X	0.40	0.05	2.45	0.25	0.85	0.33	1.03
Rango	±0.07	±0.005	±0.3	±0.03	±0.15	±0.07	±0.06

Tabla No.2**CONCENTRACION DE ELEMENTOS CONSTITUYENTES. ppm (mg/l)**

Muestra	Ca	Mg	Na	K
1.3	875	323.7	450	1870
1.4	930	316.8	1140	1470
1.5	1125	375.6	920	1405
1.6	945	378.1	1230	1305
2.3	847	345	590	1510
2.4	740	311.2	500	1410
2.5	720	244.3	1080	1370
2.6	847	311.8	330	1960
3.3	900	233.1	530	1625
3.4	847	251.8	520	1560
4.3	1040	302.5	450	1675
4.4	870	283.7	480	1925
4.5	970	297.5	320	1760
4.6	1190	352.5	460	1670
17.1	855	315	520	1665
17.2	847	324.3	530	1650
17.3	967	306.8	680	1825
17.4	880	335.6	610	1677
X	910.8	311.62	630	1629.5
Rango	±69.88	±23.80	±158.05	±114.04

NIVELES DE PLOMO, ZINC Y COBRE EN LECHE DE VACA DE IXMIQUILPAN HGO.

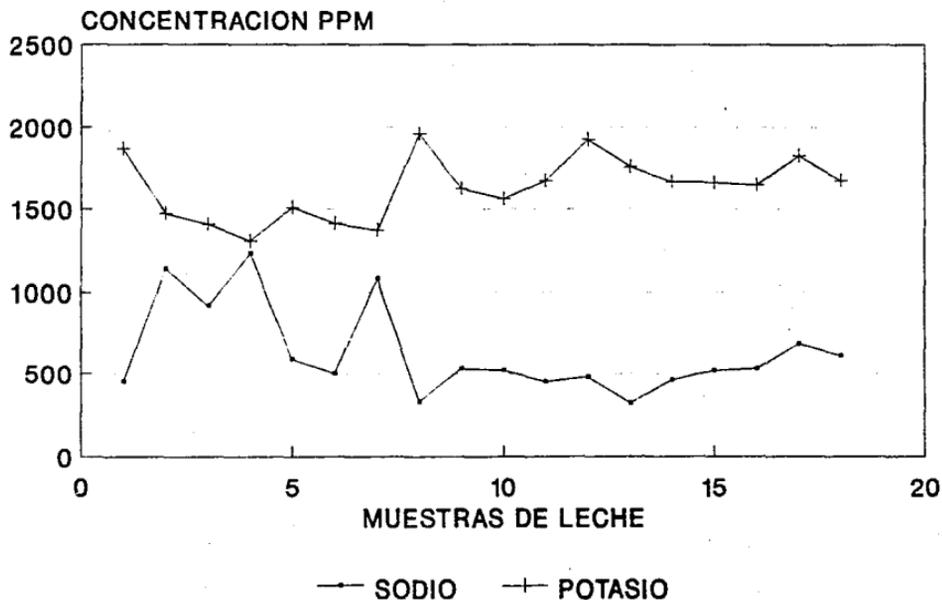
CONCENTRACION PPM



— PLOMO —+ ZINC —* COBRE

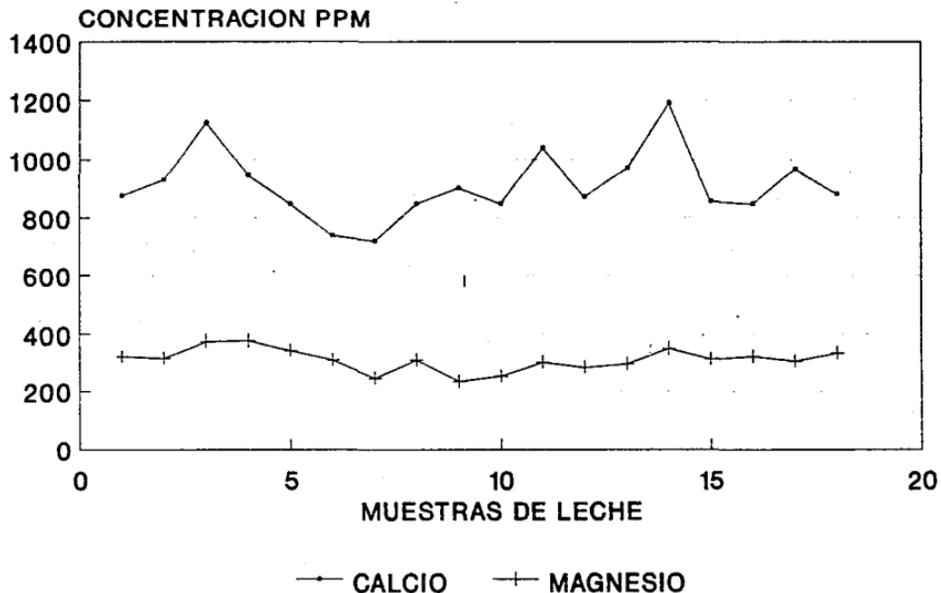
GRAFICA No. 1

NIVELES DE SODIO Y POTASIO EN LECHE DE VACA DE IXMIQUILPAN HGO.



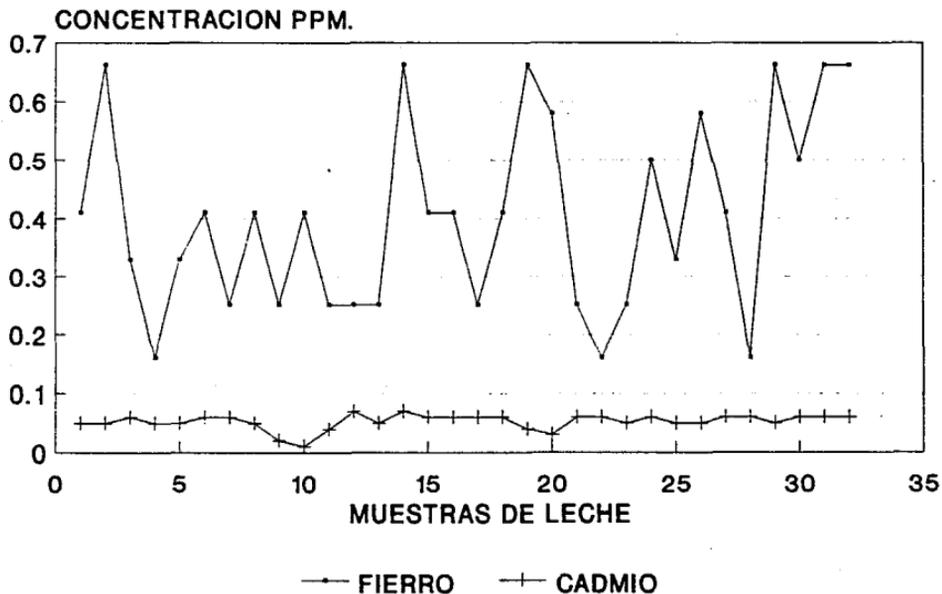
GRAFICA No. 2

NIVELES DE CALCIO Y MAGNESIO EN LECHE VACA DE IXMIQUILPAN HGO.



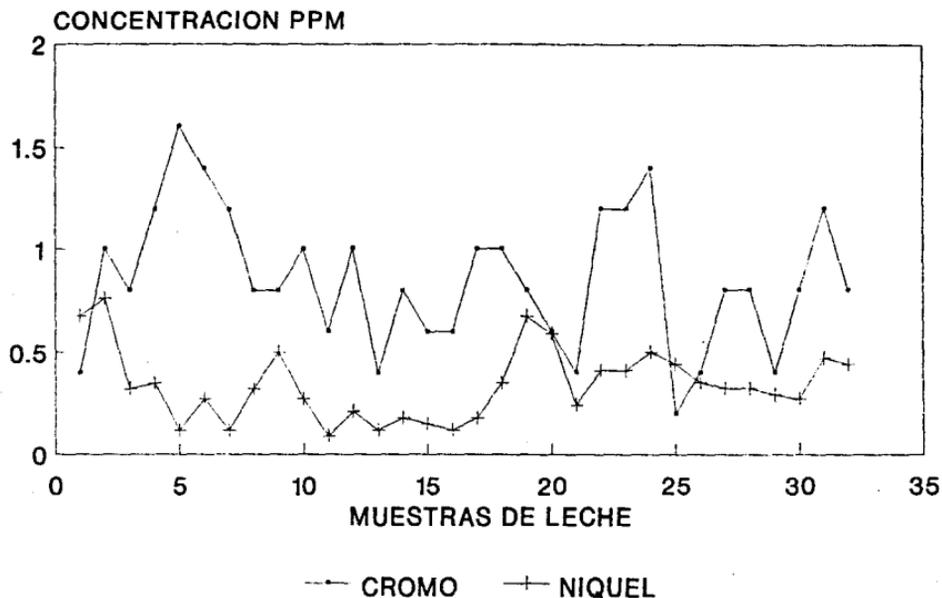
GRAFICA No.3

NIVELES DE FIERRO Y CADMIO EN LECHE DE VACA DE IXMIQUILPAN HGO.



GRAFICA No. 4

NIVELES DE CROMO Y NIQUEL EN LECHE DE VACA DE IXMIQUILPAN HGO.



GRAFICA No. 5

Tabla No.3

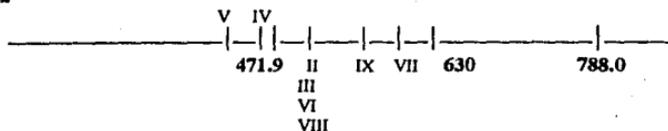
RESULTADOS DE LA CONCENTRACION DE ELEMENTOS CONSTITUYENTES DE LECHE DE VACA DESCRITOS POR DIFERENTES AUTORES.

Autor	Año	País	Na	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe
Voth J.L.	1963	E.U						3.7	0.23
Goded	1966	España	500	1500	1250	100	.03-.17		0.3
Revilla A.	1967	España	500	1500	1250	100			
Lercho M.	1969	España	470	1550	1280	92-236	0.26	3.5	1.4
Muillet	1975	Francia	445	1488	1225	110	0.127	4.41	0.422
Underwood	1977	E.U	500	1500	1200	100	0.2	4	0.5
Primo E.	1979	España	600	1500	1200	170	0.1	3.5	0.3
Underwood	1983	España	500	1500	1170		0.2	3-5	0.5
Badui	1990	España	580	1400	1177	121			
Mahía L.	1991	Chile					0.29	3.7	1.3
Castillo	1993	México					0.29	3.44	1.04
Castillo	1994	México	630	1629.5	910.8	311.6	0.25	2.45	0.40

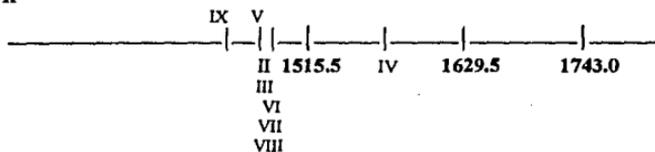
NOTA.: Concentraciones en ppm.

Tabla No. 4

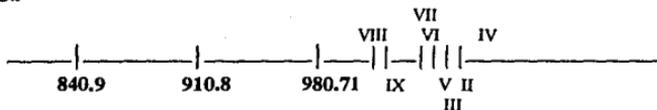
SODIO Na



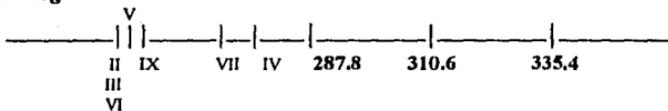
POTASIO K



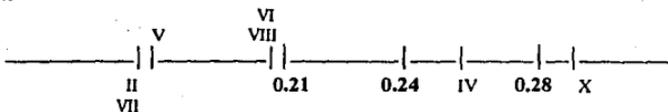
CALCIO Ca



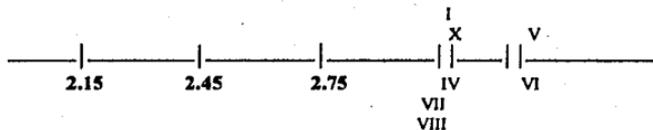
MAGNESIO Mg



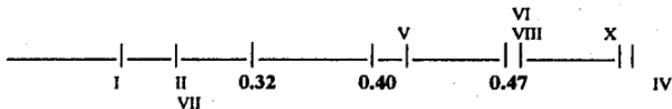
COBRE Cu



ZINC Zn



FIERRO Fe

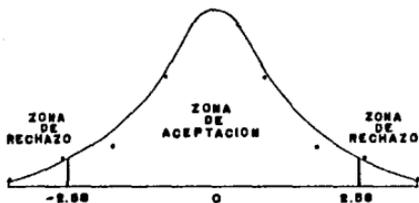


SIMBOLOGIA:

I	E.U (1963)	II	ESPAÑA (1966)
III	ESPAÑA (1967)	IV	ESPAÑA (1969)
V	FRANCIA (1975)	VI	E.U(1977)
VII	ESPAÑA (1979)	VIII	ESPAÑA (1983)
IX	ESPAÑA (1990)	X	CHILE (1991)

Tabla No. 5

Análisis estadístico de una prueba de hipótesis con distribución " t de student" con límite de confianza del 99%



t TEORICA \pm 2.58

Elemento	País	Para μ	t_{cal}
Na	V	445	2.94
	IV	470	2.55 *
	II,III,VI,VIII	500	2.07 *
	IX	580	0.797 *
	VIII	600	0.47 *
K	IX	1400	5.19
	V	1488	3.20
	II,III,VI,VII,VIII	1500	2.92
	I	1550	1.79 *
Ca	VIII	1170	-9.56
	IX	1177	-9.82
	VI,VII	1200	-10.67
	V	1225	-11.59
	II,III	1250	-12.52
	IV	1280	-13.62
Mg	II,III,VI	100	22.93
	V	110	21.85
	IX	121	20.66
	IV	164	16.0
	VII	170	15.35

Elemento	País	Para μ	t_{cal}
Cu	II, VII	0.1	9.57
	V	0.127	7.87
	VI,VIII	0.2	3.53
	IV	0.26	-0.72 *
	X	0.29	-2.6
Zn	IV,VII	3.5	-8.9
	I, X	3.7	-10.68
	VI,VIII	4.0	-13.25
	V	4.41	-16.7
Fe	I	0.23	5.94
	II,VII	0.30	3.52
	V	0.42	-0.68 *
	VI,VII	0.5	-3.37
	X	1.3	-31.0
IV	1.4	-34.46	

* Datos que entran dentro del límite de esta investigación.

9. ANALISIS DE RESULTADOS

En este estudio se seleccionó la leche de vaca, ya que es un alimento necesario para integrar los requerimientos nutricionales del hombre, además de no llevar un procesamiento para su consumo, esta leche proviene de una región regada con aguas residuales y los forrajes que ahí se cultivan son consumidos por el ganado (vacas).

Se analizaron los elementos Cr, Pb, Cd, Cu, Fe, Zn, Na, K, Ni, Mg, y Ca para tener una información global del contenido de elementos constituyentes y contaminantes en este alimento que integra la dieta del hombre.

Los resultados analíticos obtenidos para elementos constituyentes y contaminantes en las muestras estudiadas de diferentes establos se presentan en la tabla No.1 y No.2 se incluyen el valor de la media, valor máximo y mínimo.

En la tabla No. 2 se muestran los resultados para elementos constituyentes y podemos observar que Ca y K (910.8, 1629.5) son los elementos que se encuentran en mayor concentración debido a que son los más abundantes e importantes tanto desde el punto de vista nutritivo como su papel en la estabilidad de caseínas.

En la gráfica No. 1 y tabla No. 1 se observa que para Cu sólo seis muestras (1.1, 1.2, 5.1, 5.2, 10.1, 10.2) presentan un incremento encontrándose aquí el valor mayor 0.47 ppm (1.2) y las otras se mantienen constantes encontrándose el valor mínimo de 0.15 ppm en cuatro de estas muestras (3.1-4.2), teniendo una media de 0.25 ± 0.03 ppm. para este elemento.

En la gráfica No.1 y tabla No. 1 se puede observar que el Pb es de los elementos contaminantes que presenta una mayor concentración, con pequeñas variaciones en las diferentes muestras obteniéndose la mayor concentración en las muestras 4.1 y 10.1 (1.27 ppm) y la menor en la muestra 16.1 (0.75 ppm), con una media de 1.03 ± 0.06 ppm, de acuerdo a la O.M.S. la cual considera que este elemento no debe estar presente podríamos considerar cierta contaminación por este elemento con el consiguiente riesgo para la salud.

Con respecto al Zn encontramos que existen una gran variación entre muestra y muestra, obteniéndose el valor más alto en la muestra 7.1 (3.92 ppm) y el más bajo en la muestra 13.1 (1.20 ppm) presentando una media de 2.45 ± 0.30 ppm este es un elemento esencial en la nutrición humana encontrándose en estas cantidades ya que la leche es deficitaria en este, al igual que sucede con el Cu y Fe.

En la gráfica No. 2 se muestra la concentración de Na y K, y para Na existe una gran variabilidad en las primeras ocho muestras localizándose aquí el valor más alto en la muestra 1.6 (1230 ppm) y en las muestras restantes existe sólo una pequeña variación decreciendo en la muestra 4.5 (320 ppm) que es el valor más bajo, con un valor promedio de 630 ± 158.05 ppm.

Y para el K presentan un decremento en las primeras siete muestras encontrándose el valor menor en la muestra 1.6 (1305 ppm) y las muestras restantes presentan una pequeña variación; el valor mayor se presenta en la muestra 2.6 (1960 ppm), con una media de 1629.5 ± 114.04 ppm.

En la gráfica No. 3 para Ca y Mg encontramos que para Mg no existe variaciones importantes entre las muestras y que la muestra 1.6 (378.1 ppm) es la que presenta el valor mayor y el menor lo presenta la muestra 3.3 (233.1 ppm), teniendo una media de 311.62 ± 23.80 ppm para Mg.

Sin embargo el Ca en las primeras tres muestras presenta un incremento, decreciendo en las cuatro restantes y en general los valores no presentan un comportamiento semejante, encontrándose la concentración más baja en la muestra 2.5 (720 ppm) y la más alta en la muestra 4.6 (1190 ppm) y una media de 910.8 ± 69.88 ppm para este elemento.

En la gráfica No. 4 se presentan los valores de concentración de Fe y Cd; presentando gran variabilidad entre las muestras para Fe y el valor más alto se encuentra en seis muestras (1.2, 7.2, 10.1, 15.1, 16.1, 16.2) de 0.66 ppm y el más bajo de 0.16 ppm en tres muestras (2.2, 11.2 y 14.2) y su media es de 0.40 ± 0.074 ppm.

Mientras que para Cd no existe variaciones importantes encontrándose sólo en la muestra 5.2 el valor más bajo (0.01 ppm) y el valor más alto en las muestras 6.2 y 7.2 (0.07 ppm), observándose además que de la muestra 8.1 en adelante se mantiene casi constante y teniendo una media de 0.05 ± 0.005 ppm.

En la gráfica No. 5 se observa que tanto Ni como Cr presentan una gran variabilidad de los datos entre muestra y muestra y para Ni el valor más alto se localiza en la muestra 1.2 y de la muestra 6.2 a 9.1 se mantienen casi constante y de la 11.2 a la 15.2 sólo existe un ligero decremento y el valor más bajo se localiza en la muestra 6.1 (0.09), teniendo este elemento una media de 0.33 ± 0.078 ppm.

Para Cr la concentración más alta esta en la muestra 3.1 (1.6 ppm) y la concentración más baja esta en la muestra 13.1 (0.2 ppm) existiendo una gran variación y una media de 0.85 ± 0.15 ppm.

En general en las gráficas se observa que los valores de los distintos establos, todos presentan alguna variación ya que es casi imposible encontrar dos muestras idénticas; esto puede deberse a una serie de factores que modifican la composición de leche entre los que se pueden mencionar los factores genéticos, factores fisiológicos, etc.

En la tabla No. 3 se presenta los resultados de varios autores acerca del contenido de elementos constituyentes en leche de vaca, cuyos resultados aportan valores diferentes dada la complejidad y variedad de los métodos utilizados y al analizar los resultados obtenidos en el presente trabajo puede observarse que en general son comparables.

Por lo tanto es necesario establecer la relación entre las concentraciones obtenidas en este trabajo y las descritas por diferentes autores en años y países diferentes.

En la tabla No. 4 se muestra el límite de confianza al 99% para la media de la concentración de cada uno de los elementos constituyentes analizados en el presente trabajo, así como el valor máximo y mínimo.

Se incluye la comparación de los valores reportados por varios países, de donde se deduce las variaciones respecto a los valores obtenidos en la presente investigación. Observando que para Na los datos reportados por E.U. (1977), España (1966, 1967, 1977, 1979, 1983, 1990) entran dentro del límite de confianza, no mostrando diferencia significativa, en tanto que Francia (1975) y España (1969) se encuentran por debajo del límite de confianza mostrando diferencia significativa.

Para el caso de K se observa que España (1966, 1967, 1979, 1983, 1990), E.U (1977) y Francia (1975) se localizan por debajo del límite de confianza mostrando una diferencia significativa, mientras que para España (1969) esta dentro de este límite de confianza y por lo tanto no existe diferencia significativa.

Con respecto al Ca y Mg se puede observar que los valores de Ca están por abajo de los reportados por todos los países existiendo una diferencia significativa, esto puede deberse a que el contenido de Ca disminuye en las primeras semanas de lactancia y aumenta en las últimas.

Por otro lado con respecto al Mg este se encuentra muy por arriba de los valores reportados por todos los países existiendo por lo tanto una diferencia significativa. Esto se puede explicar debido a que el Mg presente en la leche compete con el Ca a fin de que este no tienda a crear estructuras más estables. Esto se puede explicar con la relación Ca/Mg ya que cuando existe un exceso de magnesio hay una disminución de calcio debido a que el magnesio inhibe la absorción del calcio

Para el Cu los datos reportados por Francia (1975), E.U (1977), España (1966, 1979, 1983) están por abajo del límite de confianza mostrando una diferencia significativa y por arriba del límite de confianza se encuentra Chile (1991) existiendo una diferencia significativa, sin embargo para España (1969) se localiza dentro del límite de confianza no mostrando diferencia significativa.

Para Zn los valores reportados por todos los países se encuentran por arriba del límite de confianza obtenido en esta investigación existiendo diferencia significativa para este elemento.

Por otro lado para el Fe los datos reportados por E.U (1963), España (1966,1979) se encuentran por abajo del límite de confianza y para E. U (1977), España (1969, 1983) y Chile (1991) se localizan por arriba del límite de confianza existiendo para ambos casos una

diferencia significativa, mientras que Francia (1975) esta dentro del límite de confianza no mostrando diferencia significativa.

El criterio para saber si existe o no diferencia significativa entre el contenido de elementos constituyentes en leche de vaca de Ixmiquilpan Hgo. (Méx.) con relación a otros países resulta al aplicar el estadígrafo de prueba "t de student", como se muestra en la tabla No.5.

Donde se muestra la zona de rechazo y aceptación en función a la prueba de hipótesis y comprobando con esto la comparación entre los datos reportados por algunos países y los obtenidos en esta investigación.

Y para el Ni este es considerado como un probable elemento esencial en el hombre aunque esto no ha sido definitivamente establecido, podemos observar que aunque presenta una cantidad considerable no se considera como peligroso especialmente al compararlos con los tóxicos analizados en este mismo estudio.

Con respecto a los elementos restantes, Cr, Cd y Pb su presencia es evidente en este trabajo (concentración considerable), no existen trabajos realizados para estos elementos en leche que se encuentran como contaminantes, sin embargo de acuerdo a la norma NOM- F-447-1984 para leche pasteurizada preferente la existencia de algún contaminante químico debe ser nula por lo que se debe tener cuidado para no causar daño, y evitar que se convierta en un peligro para la salud del consumidor, ya que la toxicidad es una propiedad relativa a la dosis (cantidad), esta se ve afectada principalmente con la interacción entre nutrientes.

10. CONCLUSIONES:

A partir de los resultados anteriores se concluye que el nivel de los elementos constituyentes estudiados en leche de vaca en México (Ixmiquilpan, Hgo) que se requieren para la alimentación diaria son comparables con los obtenidos en la literatura de otros países excepto para Ca, Mg y Zn, habiendo un decremento e incremento significativo respectivamente para los dos primeros y para el último presenta un decremento significativo.

Se presenta una concentración considerable de elementos contaminantes, Cr, Cd y Pb y en particular en este último se detectaron niveles altos y pueden presentar efectos tóxicos.

Sin embargo esto se puede deber a que la leche puede contener de forma accidental, diversas sustancias excretadas por la mama, sustancias absorbidas con los forrajes (insecticidas) y drogas diversas (como antiparasitarios, antibióticos)

En el análisis comparativo de los resultados con los descritos por otros autores existen diferencias que se consideran pueden deber a diversos factores como:

- a) Sitios y forma de muestreo
- b) Épocas del año en que se realizó el muestreo
- c) Número de sitios de muestreo
- d) Método y técnicas empleadas
- e) Errores sistemáticos

Así como también la leche difiere tanto en su composición que es sumamente difícil encontrar dos muestras idénticas. La composición de la leche varía de acuerdo con la especie, razas, números de ordeños, cuartos de la ubre, periodo de lactancia, estado nutricional, composición del alimento, estaciones del año, temperaturas ambientales, edad, salud de la ubre, en el proceso de ordeño y enfermedades en general.

Ya que el Estado de Hidalgo es una región muy importante desde el punto de vista alimenticio (gran región ganadera) se considera que es necesario monitorear periódicamente los productos obtenidos de esta región, para establecer criterios más amplios sobre la acumulación principalmente de elementos contaminantes y sus posibles efectos sobre la salud.

Debido a que todos los alimentos contienen una o varias sustancias que al ser analizadas en forma aislada pueden clasificarse como tóxicas o por lo menos factores antifisiológicos, la anterior revisión y evaluación en este estudio sobre los elementos en leche pone de manifiesto que este alimento en una dieta bien equilibrada no presenta problemas de salubridad en los individuos sanos.

11. BIBLIOGRAFIA

1. Horwar. R.R, "Sanidad alimentaria ". Ed. Acribia S.A. España (1986) pág. 80-108
2. Duffus J., H.J. " Toxicología ambiental ". Ediciones Omega S.A., Barcelona España (1983) pag. 83-94.
3. Huisingh D. J., "Factores que influyen en la toxicidad de los metales pesados de los alimentos". Rev. Tecnol. Aliment. (Méx), en prensa (158) 145-158 (1975)
4. Somers E., "The toxic potential of trace metals in foods". J. Food Sci., 39:215-217 (1974)
5. Kon, S. K., "La leche y los productos lácteos en la nutrición humana". Roma, Italia FAO (1972) 90 p
6. Comité Mixto de la F.A.O./ O.M.S de expertos en higiene de la leche. "Tercer informe". Roma (1986) pag. 1-6, 70-85.
7. Velázquez H.A. "Evaluación del contenido de metales pesados en la relación agua-suelo-planta del DDR Mixquiahuala ". Pachuca, Hgo(1992) Resúmenes SARH.
8. Rodríguez, Z. C. "Perspectivas del uso de las aguas residuales en el Estado de Hidalgo". México (1993) Resúmenes SARH 1^{er} Encuentro de avances en la investigación.
9. Castillo, G.L., Comejo, B. L., Maya, C. I., Arteaga, M.M., Castillo, G. M. "Evaluación de los niveles de contaminación por metales pesados en alfalfa y leche de vaca en el distrito de riego No. 63 en el Valle del Mezquital, Hgo". 1993 México.
10. Lercho M. "Inspección veterinaria de la leche". Ed. Acribia Zaragoza, España. (1969) pag.53-56, 237-244.
11. Ramírez-Muñoz, J. "Atomic absorption spectroscopy". Elsevier Publishing Co 1969
12. Valdés M. S. E. "Análisis de leche y productos lácteos". Tecnol. Aliment. (Méx) (1993) 28: 3: 21-24.
13. Perez A. J. y otros "La leche natural". Alimentaria (1991): 41-44.
14. Moreno A, R. " Leche y sus derivados en la dieta". Cuadernos de nutrición (1986) 4: 9: 17-31
15. Santos D. A M. " La leche y los productos lácteos en la dietética actual" Alimentaria (1993) 29-32

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

16. Underwood E. J. " Trace Elements in Human and Animal Nutrition". Fourth Edition Academic Press, New York (1977) 525p.
17. Underwood E.J. "Los minerales en la nutrición del ganado". Segunda edición, Ed. Acribia Zaragoza, España. (1983) pag. 1-85, 92-126, 165-180.
18. Organización Mundial de la Salud. "Serie de Informes técnicos No. 453". Roma. 1971 Ginebra, 22- 28 Abril, pág. 17- 19
19. Kustsky R. J, "Handbook of vitamins, minerals and hormones". 2ed. New York, Van Nostrand 492 p.
20. Alais C. " Ciencia de la leche". Ed. Continental, S.A de C.V. tercera impresión. (1981); pag. 31-37, 345-367.
21. Bourges H: "Nutrimentos Inorgánicos". (2ª parte) Cuadernos de nutrición 8(2) 33-42 (1985)
22. Welsh O.S. "Zinc levels of the U.S. food Supply". Food Technology (1982) 70-76
23. Hamilton R.P. ,et al. " Zinc interference with copper, iron and manganese in Young Japanese Quail " J: Food Sci. 44 (1979) 738-741
24. Badui S. D. " Química de los alimentos" Ed. Alhambra Mexicana 2ª ed. 1990 México pag. 527-531, 547-552, 581-598.
25. Bourges H. "El calcio y fósforo". Cuadernos de nutrición. 6(9) 3-10 (1983)
26. Bourges H. "El hierro". Cuadernos de nutrición. 6(7), 3-12 (1983)
27. Torán A. "Níquel". Alimentaria. (1987) pag 51-54
28. García R. M. "Alimentación humana". (errores y sus consecuencias) Ed. Mundi-Prensa (1990), Madrid, España. pag 167-199.
29. López A. D. "La salud Ambiental en México". Ed. Universo Veintiuno, México (1987) pag. 35, 74-87, 167-170.
30. Lista de dosis máximas de contaminantes recomendada por la comisión mixta FAO/OMS del Codex Alimentarius Italia 1ª, 2ª; 3ª Series 1973, 1976 pag. 1- 14.
31. Schaffner R. N. "Lead in canned foods". Food Technology, (1981): 60-64.

32. Mortvedt J. J. "Micronutrientes en Agricultura". Ed. AGT, México (1983) pag 606-608, 666-670, 688-690.
33. Linder E. "Toxicología de los alimentos". Ed. Acribia, Zaragoza, España. pag 106-113.
34. Barlow P. J. "Micro-determination of lead and cadmium in pasteurized market milks by flameless atomic absorption spectroscopy using a base digest". J. Dairy Res. (1977), 44 (2) 371-381.
35. Revilla A. K. "Tecnología de la leche". Ed. Herrero Hermanos, S.A México 1ª ed. (1985) pag 11-17, 26-31, 114-119.
36. Castillo G.L., Arteaga M. M. "Notas para el curso de Espectrofotometría de Absorción Atómica". (1992) FES- Zaragoza UNAM, México.
37. Willard, H.H. y otros. "Métodos instrumentales de análisis". 1ª ed. Compañía Editorial Continental S.A de C.V. México (1981) pag: 383-392
38. Cortes A. J. J. "Plan de desarrollo urbano y arquitectónico en Ixmiquilpan Hgo". Tesis UNAM 1985.
39. Juárez M. y Martínez C. I. "Atomic absorption spectrophotometric determination of sodium, potassium, calcium, magnesium, iron, copper, zinc and manganese of market milk". Rev. Agroquim. Tecnol. Aliment. 19 (1)1979 45-54
40. Voth J. L. "Spectrographic Method for determination of trace elements in Milk". Anal. Chem. 35 (12) 1963, 1957-1958.
41. Comité Mixto FAO/OMS de expertos gubernamentales sobre el código de principios referentes a la leche y los productos lácteos. Informe vigésimo, Segundo Período de Sesiones, Sede Roma 5-9 de Nov. 1990 pag. 3-8.
42. Santos A., "Ganado Vacuno". (Explotación económica del vacuno de leche, carne y trabajo); pag. 381-393.
43. Arlene M. S. et al. "Lead in evaporated milk by anodic stripping voltammetry and atomic absorption spectrophotometry: cooperative interlaboratory study". J. Assoc Off. Anal. Chem. 1978, 61 (4) 931-936
44. López M. P. y otros. "Elementos traza en leche natural de vaca". Alimentaria, (1991) pag 45-47.
45. Ehrlich F. L. E., "La contaminación de alimentos por metales pesados y la subsecretaría del mejoramiento del ambiente". Dir. Gral. de Investigación S.S.A Sub. del mejoramiento del ambiente., México (1974)