

206

Universidad Nacional Autónoma de México



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**OLIGOELEMENTOS Y SUS
EFECTOS EN EL DESARROLLO
DE LA CARIES DENTAL EN
NIÑOS**

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANA DENTISTA

P R E S E N T A:

JESSICA MA. RODRÍGUEZ VARGAS

DIRECTORA: Mtra. MARÍA G. HIROSE LÓPEZ



México, D.F.

2000

273867



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

AGRADECIMIENTOS

A DIOS Y A LA VIRGEN. Por haberme permitido llegar hasta donde estoy,
y ayudarme a realizar mis más grandes sueños.

A MIS PADRES. Quienes con su apoyo, confianza y cariño me han dado la
más valiosa de las herencias, y a quienes dedico todos mis
esfuerzos como estudiante.

A MIS HERMANOS. Quienes han apoyado y compartido conmigo todos mis
éxitos y fracasos.

A MIS AMIGAS. Especialmente a Bety y Eli, por compartir conmigo cosas y
momentos tan especiales y siempre apoyarnos una a la otra.

A MI NOVIO PEPE. Por estar siempre cuando más lo necesito, sin importarle
si obtengo éxitos o fracasos.

A LA DOCTORA HIROSE. Que gracias a su apoyo y dedicación este trabajo
existe.

Y A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Por darme la oportunidad de realizar mi carrera profesional y así ser
alguien de provecho, y poder decir que soy orgullosamente egresada de la
máxima casa de estudios.

Por mi raza hablará el espíritu.

INDICE

INTRODUCCIÓN

1	OLIGOELEMENTOS	1
2	OLIGOELEMENTOS PRESENTES EN DIENTES, CÁLCULO, SALIVA Y PLACA DENTAL BACTERIANA	5
2.1	Oligoelementos en el esmalte	5
2.1.1	Oligoelementos en el esmalte de dientes primarios	6
2.2	Oligoelementos en dentina de dientes permanentes y primarios	6
2.3	Oligoelementos en cálculo dental	7
2.4	Oligoelementos en saliva	8
2.5	Oligoelementos en placa dental	8
3	OLIGOELEMENTOS Y CARIES DENTAL	10
3.1	Posible mecanismo de acción de los oligoelementos sobre la caries dental	12
3.2	Algunos oligoelementos relacionados con la caries dental	12
3.3	Oligoelementos y caries dental en México	15

4	MOLIBDENO	16
4.1	Consumo recomendado y fuentes dietéticas de molibdeno	16
4.2	Molibdeno y caries dental	17
5	SELENIO	19
5.1	Consumo recomendado y fuentes dietéticas	19
5.2	Exceso en el consumo de selenio	19
5.3	Mecanismo de acción del selenio sobre el diente	20
5.4	Selenio y caries dental	20
6	VANADIO	23
6.1	Vanadio y caries dental	23
7	ZINC	25
7.1	Consumo recomendado y fuentes dietéticas de zinc	25
7.2	Deficiencias y dosis suplementaria de zinc	26
7.3	Aplicación clínica del zinc	27
7.4	Zinc y caries dental	27
8	MAGNESIO	29
8.1	Consumo recomendado y fuentes dietéticas de magnesio	29
8.2	Efectos de la deficiencia de magnesio	29
8.3	Magnesio y caries dental	30

9	MANGANESO	32
9.1	Consumo recomendado y fuentes dietéticas	32
9.2	Efectos de la deficiencia y exceso de manganeso	32
9.3	Manganeso y caries dental	33
10	COBRE	34
10.1	Consumo recomendado y fuentes dietéticas de cobre	34
10.2	Efectos de la deficiencia de cobre	35
10.3	Efectos del exceso de cobre	35
10.4	Cobre y caries dental	36
11	FLÚOR	38
11.1	Consumo recomendado y fuentes dietéticas de flúor	38
11.2	Efectos de la deficiencia y exceso de flúor	39
11.3	Flúor y caries dental	40
12	OTROS OLIGOELEMENTOS ESENCIALES	42
12.1	Potasio	42
12.2	Cromo	43
12.2.1	Consumo recomendado y fuentes dietéticas de cromo	44
12.2.2	Efectos de la deficiencia de cromo	44
12.3	Cobalto	44
12.3.1	Efectos de las deficiencias de cobalto	45
12.4	Hierro	45
12.4.1	Absorción de hierro	46

12.4.2	Consumo recomendado de hierro	46
12.4.3	Hierro y caries dental	47
12.5	Yodo	47
12.5.1	Consumo recomendado y fuentes dietéticas de yodo	48
12.5.2	Efectos de deficiencia de yodo	48
12.5.3	Efectos orales de desequilibrio del yodo	49
13	OTROS OLIGOELEMENTOS NO ESENCIALES	50
13.1	Estroncio	50
13.2	Litio	51
13.3	Titanio	52
13.4	Plomo	52
13.5	Aluminio	52
	CONCLUSIONES	53
	REFERENCIAS	55

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se le ha prestado atención a los tipos de suelos y algunos componentes que ahí se encuentran, tal es el caso de los oligoelementos. Antiguamente se les denominaba elementos en "trazas, huellas o rastros" debido a que inicialmente las técnicas para analizarlos eran demasiado burdas para determinar con precisión las pequeñas cantidades presentes en algún tejido. Por lo tanto los químicos analíticos los reportaban como "trazas o huellas". Hoy en día se utilizan técnicas analíticas, las cuales han alcanzado tal grado de precisión, que aun por pequeñas que sean las concentraciones de algunos elementos en tejidos biológicos, pueden ser mensurables, y como resultado de la comparación entre las concentraciones, dichos elementos son denominados actualmente oligoelementos.

La palabra oligoelemento proviene del griego *oligos*, que significa poco o escaso. Muchos autores continúan utilizando la nomenclatura antigua, tal es el caso de los que publican en inglés, los cuales prefieren utilizar el término "trace elements". Este término no debe de traducirse como elementos marcadores, determinantes o trazadores de las características de un tejido, pues el sentido cambiaría completamente. Un ejemplo sería el calcio (Ca) y fósforo (P) del esmalte, los cuales son determinantes pero no son oligoelementos.

Los oligoelementos se definen en función del campo de las ciencias químicas, físicas o biológicas que los estudien. En el caso de la Biología, los elementos químicos necesarios para el desarrollo y funcionamiento normal de un organismo y de los que se requiere únicamente cantidades mínimas en los tejidos animales, se denominan oligoelementos,⁽¹⁾ independientemente de la abundancia en la naturaleza. Por ejemplo el silicio y el flúor, estando entre los más abundantes en la corteza terrestre y por lo tanto siendo macroelementos para los geólogos, se consideran como oligoelementos por los biólogos (por ejemplo sílice en cartilago).⁽²⁾

Existen una serie de minerales que tienen igual importancia en relación con las funciones biológicas, a los cuales se les denomina elementos esenciales, y dentro de ellos encontramos los macrominerales o macronutrientes y los micronutrientes u oligoelementos.

A partir del descubrimiento del hierro y el yodo como elementos esenciales para la vida, el estudio de los oligoelementos con relación a las enfermedades se ha desarrollado en un extenso campo de investigación. Entre 1820 y 1940 se comprobó que los oligoelementos tales como el hierro, yodo, cobre, manganeso, zinc y cobalto son esenciales para la vida, y posteriormente de 1940 a 1974 los elementos molibdeno, selenio, cromo, estaño, vanadio, flúor, silicio, níquel y otros, se añadieron a la lista⁽²⁾

Los oligoelementos tienen diversas funciones bioquímicas en todos los organismos vivos y su presencia en cantidades demasiado altas o demasiado bajas puede tener importantes consecuencias. Entre los múltiples oligoelementos actualmente se considera al zinc, cromo, cobalto, cobre,

estaño, flúor, hierro, manganeso, molibdeno, níquel, selenio, silicio, yodo y vanadio como esenciales para los seres humanos, pues desempeñan una función particularmente importante en el crecimiento y el desarrollo; la carencia de estos elementos puede dar por resultado un crecimiento anormal o deficiente, trastornos cutáneos, fracturas óseas y aumento de la morbilidad neonatal.

Uno de los mayores impulsos de la investigación en nutrición es la de profundizar en el estudio de los requerimientos humanos de micronutrientes u oligoelementos y del papel que desempeñan en la salud. ⁽³⁾

La relación de los oligoelementos con la Odontología es importante, pues algunos autores han dado a conocer que estos microelementos están relacionados tanto con el desarrollo como con la prevención de la caries dental. En este trabajo se clasificarán los oligoelementos de acuerdo a su función, para poder utilizar adecuadamente a los que previenen la formación de la caries dental y evitar de algún modo a los que la producen. Nos enfocaremos principalmente a los niños, ya que ellos son los que presentan un mayor índice de caries dental, pues durante la formación del diente se depositan los oligoelementos en los tejidos dentales.

1 OLIGOELEMENTOS

Desde mucho tiempo atrás se conocen los macroelementos esenciales para la vida, los cuales se requieren como constituyentes de proteínas, paredes celulares y tejidos estructurales; también intervienen en reacciones bioquímicas complejas. Dentro de esta categoría están el calcio, fósforo, sodio, potasio y magnesio. Por otro lado, los oligoelementos ejercen su influencia en muy bajas concentraciones, siendo su papel básicamente catalítico y llevando a cabo funciones de crecimiento y reproducción.

Para nuestra conveniencia podemos dividirlos en dos categorías:

- 1.- Aquellos que llenan los requerimientos del ser humano de manera bien definida tales como: hierro, zinc, yodo, cobre y flúor.
- 2.- Aquellos que son constituyentes integrales o activadores de enzimas tales como: manganeso, molibdeno, selenio, cromo y cobalto.⁽³⁾

En el siguiente cuadro resumiremos las funciones bioquímicas de algunos oligoelementos esenciales para la vida:

OLIGOELEMENTOS	FUNCIÓN
Hierro	transporte de oxígeno y de electrones
Cobre	componente de las enzimas oxidativas; interacción con el hierro; interacción de la elastina.

Cobalto	componente de la vitamina B ₁₂
Manganeso	síntesis de mucopolisacáridos
Zinc	componente de numerosas enzimas que actúan en el metabolismo energético y en la transcripción y la transducción
Yodo	componente de las hormonas tiroideas
Flúor	estructura de los huesos, dientes y prevención de caries.
Molibdeno	componente de la xantina, aldehído y sulfuroxidasas.
Cromo	potenciación de la insulina
Silicio	calcificación; posible función en el tejido conjuntivo.
Níquel	interacción con la absorción de hierro.

Los oligoelementos se adquieren por la cadena alimenticia que se origina en los suelos, ya que éstos al ser fertilizados con estiércol o abono contienen más microminerales.⁽³⁾ Las plantas extraen elementos tales como cobre, manganeso, selenio, etc... para su crecimiento; estas plantas en forma de vegetales son ingeridas por el hombre directamente o por los animales como forraje.⁽²⁾

En general los alimentos que ingiere el hombre son ricos en oligoelementos. Podríamos mencionar como ejemplo a los granos secos y otras legumbres, vísceras (hígado y riñón), crustáceos y mariscos, algunos cereales y vegetales de hojas verdes.⁽³⁾

Los oligoelementos se depositan en los tejidos dentarios ya sea durante la dentinogénesis y la amelogénesis o bien posteruptivamente, por lo que son un reflejo de la composición del medio ambiente tisular durante el periodo de formación del diente y del medio ambiente bucal posterior a la erupción dental. ⁽²⁾

Losse et al. (1974) reportaron que por lo menos 41 elementos de la tabla periódica se incorporan al esmalte dental durante su desarrollo. Un factor que influye en la selección de los elementos incorporados en esmalte y que sean éstos además esenciales para la vida, es el tamaño de los átomos y su densidad de carga. ⁽⁴⁾

Son relativamente escasos los estudios acerca de la prevalencia de caries dental y el contenido de oligoelementos presentes en el esmalte a pesar de que ha habido especulaciones y muchas discusiones al respecto. Solamente el estroncio, selenio, y litio parecen tener suficiente evidencia para demostrar su papel potencial al influir en la susceptibilidad a la caries dental por su presencia en el esmalte. ⁽²⁾

Esta investigación se ha abocado a analizar aquellos elementos encontrados en el esmalte, más que en otros tejidos, por su relación con el proceso carioso y más específicamente en la capa que va de la superficie a 30 – 50 micrómetros, la cual es la más significativa ya que ahí se encuentran lesiones cariosas iniciales de subsuperficie y los cambios más importantes en cuanto a concentraciones de oligoelementos. ⁽²⁾ Sin embargo, no por todo esto dejaremos de mencionar a los que se encuentran en otros tejidos dentales.

Así mismo se ha visto que en la capa más superficial del esmalte hay cambios en las concentraciones de oligoelementos con la edad. Estos cambios siempre están asociados con los factores ambientales acumulativos tales como el desgaste por masticación y cepillado, tabaquismo y hábitos culturales en general, que afectan la composición de la comida que se ingiere.

Brudevold, en 1957, revisó cambios en el esmalte con la edad, concluyendo que la variación en el color de los dientes, podría estar relacionada con concentraciones de iones metálicos en el esmalte y dentina. Desde el estudio poco ha cambiado esto, dándose la mayor importancia al plomo (el cual aumenta con la edad) ya que se han utilizado dientes en estudios toxicológicos. ^(5,6)

En el siguiente cuadro mencionaremos los cambios de oligoelementos en el esmalte con la edad:

Disminución:

Estroncio
Manganeso
Zinc
Cobre

Aumento:

Plomo
Sodio
Potasio
Cobalto
Selenio

2 OLIGOELEMENTOS PRESENTES EN DIENTES, SALIVA, CÁLCULO Y PLACA DENTAL BACTERIANA

Es importante hacer notar que los oligoelementos no sólo se encuentran en el esmalte sino que también se encuentran en dentina, hueso, cálculos, saliva y placa dentobacteriana.

2.1 OLIGOELEMENTOS EN EL ESMALTE

El esmalte dental muestra ciertas características no encontradas en otras parte del cuerpo. El esmalte dental y la dentina son tejidos biológicos diferentes. La apatita originalmente forma los restos minerales y a lo largo de la vida no se altera, con excepción de los cambios que ocurren en su superficie. El esmalte refleja a los oligoelementos que se encontraban en los fluidos del tejido en el momento de desarrollo del diente. ⁽²⁾

El esmalte se altera con la edad, el área geográfica, el ambiente bucal y la caries dental. El sodio, cloro y magnesio contribuyen más en la composición del esmalte que otros elementos, con la excepción de los componentes mayores. A pesar de su concentración relativamente alta, no se ha presentado ninguna evidencia para mostrar que el sodio, cloro y posiblemente el magnesio influyen en la integridad del esmalte o en la susceptibilidad a la caries dental, corrosión u otros defectos. ⁽²⁾

2.1.1 OLIGOELEMENTOS EN ESMALTE DE DIENTES PRIMARIOS

Sólo un número pequeño de elementos se ha estudiado para determinar su presencia en el esmalte de dientes primarios, y la evidencia sugiere que el sodio, cloro, magnesio, potasio, zinc, plomo, bario, cobre y hierro están en concentraciones similares a los presentes en los dientes permanentes. Parece ser que el aluminio es una excepción pues después de dos estudios diferentes se demostró que está presente en niveles más altos en los dientes primarios que en los dientes permanentes. ⁽²⁾

2.2. OLIGOELEMENTOS EN DENTINA DE DIENTES PERMANENTES Y PRIMARIOS

La distribución de oligoelementos en dentina no se ha estudiado extensamente. No obstante, se ha reportado la presencia de 26 oligoelementos se ha informado en dentina de dientes permanentes y 11 elementos en dentina de dientes primarios, y al igual que en el esmalte, las concentraciones de elementos parece variar con la profundidad de la capa de dentina.

Los elementos más comunes reportados en dentina de dientes permanentes son el magnesio, nitrógeno, cloro, silicio, potasio, zinc, estroncio y bario. Los pocos oligoelementos estudiados en dentina de dientes primarios, con excepción del plomo, se restringen a los reportes de dos estudios. ⁽²⁾

Resumen de los oligoelementos reportados en
dentina de dientes primarios:

Rango de concentraciones (ppm)	elementos ⁽²⁾
> 1000	Na, Mg
100 - 1000	Cl, K, Al, Zn,
10 - 100	Pb
1 - 10	Cu, Mn, Fe, Se

2.3 OLIGOELEMENTOS EN CÁLCULO DENTAL

Los factores que influyen en el depósito de cálculo, son sólo especulativos. La proporción, distribución y volumen en la formación del cálculo varía *ampliamente de persona a persona*, y *aunque parece poco probable*, los oligoelementos juegan un papel en la formación del cálculo. ⁽²⁾

Del grupo pequeño de los elementos reportados en cálculo están el magnesio, hierro, cobre, plata, cobalto, oro. ⁽²⁾

2.4 OLIGOELEMENTOS EN SALIVA

La saliva presenta problemas mayores para su evaluación debido a su naturaleza heterogénea. La composición y secreción de saliva y su influencia en la salud bucal, han sido la base de numerosas investigaciones.

Una somera revisión de la literatura muestra las investigaciones que se han realizado en cuanto a los oligoelementos en la saliva. La saliva está bañando constantemente a los dientes y juega un papel importante en la prevención de la caries y en la remineralización de las lesiones cariosas. ⁽²⁾

Los datos con los que se cuentan muestran un número limitado de elementos (zinc, plomo, hierro, molibdeno, cobre, aluminio, manganeso, cromo, estroncio, bario, potasio y magnesio) que se han encontrado en saliva. En la mayoría de los casos las concentraciones eran muy bajas. En sólo un estudio se concluye que el volumen de oligoelementos en saliva se relaciona con la caries. ⁽²⁾

2.5 OLIGOELEMENTOS EN PLACA DENTAL BACTERIANA

El término de placa dental se aplica a los depósitos suaves que se adhieren a las superficies de los dientes expuestos al ambiente bucal; la placa se puede quitar para su análisis, evitando hasta donde sea posible la contaminación con saliva, cálculo o materia alba.

La cantidad de oligoelementos en la placa todavía no son suficientemente precisos, y no podemos decir con precisión cómo actúan los oligoelementos en la caries dental o en la enfermedad periodontal. Sin embargo, es posible especular acerca de varios mecanismos de acción en la caries dental. ⁽²⁾

Los oligoelementos pueden también influir en la ecología microbiana de la placa, además inhibir o promover el crecimiento de las bacterias y producir la caries dental.

Los procesos que producen la iniciación de la lesión cariosa toma lugar en la placa dental, jugando los tejidos dentales duros un papel pasivo. Si un oligoelemento tiene algún efecto en la iniciación de la lesión influyendo en las actividades de las bacterias de la placa, la acción sólo puede medirse en la placa. Si, por otro lado, el oligoelemento afecta la proporción de solución de los tejidos duros subyacentes, el volumen de elemento en la placa normalmente será igual de importante. ⁽²⁾

Los efectos de un oligoelemento en el ataque de caries dental puede ser modificado considerablemente por la presencia de otros elementos.

3 OLIGOELEMENTOS Y CARIES DENTAL

Se ha sugerido que la caries dental sigue un patrón de fertilidad de la tierra, siendo más elevada su incidencia en zonas donde la lluvia es muy abundante y la vegetación muy exuberante, pero con un contenido bajo en minerales por efecto de la erosión producida por las lluvias, y menor su incidencia en zonas de suelos alcalinos.

Se ha visto que los vegetales son fuentes ricas en oligoelementos. En zonas donde se consumen grandes cantidades de vegetales de hojas verdes, la prevalencia de caries es baja, aun habiendo poco flúor en el agua. ⁽²⁾

Algunos estudios han demostrado que la cantidad de oligoelementos puede ser acentuada con la cocción o bien perderse en el agua de cocción. El creciente uso de concentrados o alimentos congelados y secos, que deben ser reconstituidos con agua local, aumenta la cantidad de oligoelementos que se ingiere.

Como ya se ha mencionado, los oligoelementos reflejan la composición del medio ambiente durante el periodo de formación del diente y el medio bucal después de la erupción. Este medio ambiente es diferente en muchas formas, desde la ingesta de agua, productos alimenticios, zona geográfica, dietas y factores culturales.

Navia, en 1970, sugirió una clasificación tentativa de los oligoelementos en 5 grupos según su capacidad de promover o reducir la caries en animales de experimentación. (7) Indudablemente la clasificación puede ser cuestionada basándose en los reportes contradictorios con relación a todos los minerales con excepción de fluoruros y fosfatos. Sin embargo sirve como una guía y estímulo para futuras investigaciones. Dicha lista clasifica a los oligoelementos por el grado de cariogenicidad:

- 1.- elementos cariogénicos: selenio, magnesio, platino, cadmio, plomo y silicio
- 2.- elementos ligeramente carioestáticos: molibdeno, vanadio, estroncio, calcio, boro, litio, oro
- 3.- elementos que presentan un efecto dudoso en la caries: berilio, cobalto, manganeso, estaño, zinc, bromo, yodo
- 4.- elementos carioestáticos: bario, aluminio, níquel, hierro, paladio, titanio
- 5.- elementos altamente carioestáticos. flúor, fosfato

La presencia o ausencia de determinados oligoelementos en el esmalte, por arriba o por debajo de concentraciones específicas, se considera como la manera en que potencialmente influye en la caries dental.

3.1 POSIBLE MECANISMO DE ACCIÓN DE LOS OLIGOELEMENTOS SOBRE LA CARIES DENTAL

Del mismo modo en que el flúor actúa, otros elementos también pueden modificar la composición química y física del diente, especialmente las capas superficiales del esmalte. Estos elementos pueden alterar el tamaño de los cristales del esmalte, que quedan expuestos al ácido, influyendo de esta manera en la solubilidad del esmalte.⁽³⁾ provocando una hipomineralización o una desmineralización posterior a la erupción. Estos elementos también pueden afectar la solubilidad del esmalte al estar presentes en restauraciones dentales, prótesis amplias, bandas de ortodoncia, el uso de cepillos inadecuados y técnicas de cepillado dental incorrectas.

3.2 ALGUNOS OLIGOELEMENTOS RELACIONADOS CON LA CARIES DENTAL

SELENIO

Experimentos realizados en animales han sugerido que el selenio puede incrementar la susceptibilidad a la caries dental, sobre todo cuando se ingiere durante el periodo de desarrollo dental.

La ingesta proviene usualmente de vegetales. Se han identificado tierras seleníferas en países de América tales como Canadá, E.U., México y Colombia. También se han encontrado en España, Rusia, y Australia.⁽²⁾

En estudios sobre animales, fue encontrado que la ingesta durante el periodo de desarrollo del diente, aumenta la incidencia de caries dental significativamente, y que el aumento era proporcional a la cantidad de selenio en la dieta de los animales. ⁽³⁾

MOLIBDENO

Los resultados obtenidos hasta la fecha han sido confusos, se piensa que tal vez tenga algún efecto sobre la solubilidad del esmalte, y que la administración combinada de molibdeno y flúor aumenta la acción de este último, pero esto no ha sido confirmado.

Los estudios epidemiológicos sobre molibdeno de Nueva Zelanda, Hungría, Los Estados Unidos, Inglaterra y el sur de Africa, apoyan la hipótesis de que el molibdeno reduce la susceptibilidad a la caries dental.

VANADIO

El vanadio se parece al fósforo en su conducta química. En los estudios epidemiológicos de Tank y Storvick en 1960, se demuestra una correlación inversa entre el volumen del vanadio suministrado en el agua y la caries dental; es decir, aumentando el volumen del vanadio se disminuye el número de lesiones cariosas. ⁽⁶⁾

Cuando el vanadio se administra a través de la comida o por inyecciones en marmotas y ratas, la prevalencia de caries se disminuye. En general, los datos todavía no son suficientemente fundamentados para llegar a cualquier conclusión firme, como sería el afirmar a ciencia cierta que el vanadio es un oligoelemento cariostático.

ESTRONCIO

Se ha observado que el estroncio reduce la solubilidad del esmalte en ácido, sobre todo si se administra con flúor. Las concentraciones altas de flúor y estroncio pueden trabajar juntos para reforzar la resistencia del esmalte a disoluciones de ácidos. ⁽³⁾

LITIO

Se han llevado a cabo estudios epidemiológicos (como el de Shamschula en 1981) describiendo una asociación entre una baja incidencia de caries y un alto consumo de litio en agua potable. ⁽⁹⁾ Uno de los estudios recientes demuestra la teoría de Schamchula, pues en algunas ciudades de Rusia se encontró una baja incidencia de caries dental debido probablemente a las concentraciones de litio en el agua que se suministra. ⁽¹⁰⁾

3.3 OLIGOELEMENTOS Y CARIES DENTAL EN MÉXICO

En México no se cuenta con una encuesta nacional de caries dental; se tiene información de algunos estados de la República, la cual sugiere que el nivel de este padecimiento varía considerablemente en los estados, ⁽¹¹⁾ principalmente en zonas rurales o marginales.

En 1980 se llevó a cabo una encuesta de caries dental en escolares de 6 a 14 años de edad del Distrito Federal. Asimismo, se cuenta con información de un grupo de escolares de una población del Estado de México, llevada a cabo en el año 1987. En el estudio del Estado de México la prevalencia de caries dental en dentición primaria fue del 94 %. Las cifras indican que en esta zona del país, donde se ubica a más de tres y medio millones de niños, la prevalencia de caries dental es muy elevada. ⁽¹¹⁾

En México existen pocas investigaciones acerca de los oligoelementos relacionados con la caries dental. Algunos investigadores mexicanos se han interesado principalmente en el contenido de magnesio, zinc y flúor en las estructuras dentales, pero sería muy interesante hacer más estudios acerca de otros oligoelementos importantes para el desarrollo y prevención de caries dental, pues se ha observado que las tierras mexicanas son seleníferas y por consecuencia los niños tienen mayor índice de caries dental, aunque sabemos que también influye la mala higiene y el consumo excesivo de carbohidratos.

4 MOLIBDENO

El molibdeno es parte de la estructura molecular de dos enzimas, oxidasa de xantina y oxidasa de aldehído. La primera es responsable de la conversión de xantina a ácido úrico, por lo que es un nutriente esencial para los humanos. La toxicidad severa en animales se ha visto en áreas en las que la tierra tiene un alto contenido de molibdeno. Los síntomas incluyen pérdida de peso, retraso de crecimiento y cambios del tejido conjuntivo. ⁽³⁾

4.1 CONSUMO RECOMENDADO Y FUENTES DIETÉTICAS DE MOLIBDENO

Para los adultos el consumo estimado y la ingesta diaria adecuada en la dieta es de 0.15 a 0.5 mg/día. Las fuentes dietéticas más recomendadas de molibdeno son alimentos como la carne, riñón, algunos cereales y legumbres. ⁽³⁾

Concentraciones de molibdeno en algunos alimentos:

ALIMENTO	MOLIBDENO $\mu\text{g/g}$
higado	1.97
cereal	2.75
leche	0.20

zanahorias	0.08
espinacas	0.26
chícharos	3.50

Schroeder et al., 1970. ⁽¹²⁾

4.2 MOLIBDENO Y CARIES DENTAL

En un estudio realizado en Nueva Zelandia, se encontró una baja frecuencia de caries dental en nativos de Napier. Estas personas consumían verduras en las que el volumen de molibdeno, aluminio y titanio era alto en comparación al volumen de manganeso, bario y estroncio. Se comparó con la población de Hasting, donde consumían el mismo tipo de vegetales pero donde la frecuencia de caries era alta. La conclusión de los investigadores fue que una cantidad aumentada de molibdeno era responsable de la menor incidencia de caries dental en los niños de Napier. ⁽¹³⁾

Un estudio epidemiológico en Hungría ⁽¹⁴⁾ concluyó que las altas cantidades de molibdeno en el agua eran responsables de la incidencia cariosa en niños que nacieron y residen en el pueblo de Devavanya; éstos fueron comparados con niños que radican en el pueblo de Gyoma. Hadjimarkos revisó los datos del estudio y comentó que las conclusiones eran cuestionables porque dichos datos estaban incompletos. ⁽¹⁵⁾

En un estudio de Bertrand en 1973 tiene como resultado una reducción de caries dental en sus ensayos clínicos, pero sus resultados no son muy claros.⁽¹⁶⁾

Los altos niveles de molibdeno han demostrado estar asociados con la baja prevalencia de caries en los Estados Unidos y en el Reino Unido en donde hay áreas de tierra que contiene altas cantidades de molibdeno.⁽¹⁷⁾

La administración de molibdeno combinado con fluoruro produce un efecto benéfico pues reduce el desarrollo de la caries dental, pero esto no ha sido confirmado. En general, la acción del molibdeno se cree que es ligeramente cariostático, pero se necesita de un estudio más completo para saber a ciencia cierta sus efectos.

Es importante señalar que no se han llevado a cabo pruebas clínicas de la relación de los oligoelementos con la caries dental, principalmente por que primero se tienen que realizar exhaustivas pruebas de toxicidad. Las únicas excepciones son el flúor obviamente y el molibdeno.

5 SELENIO

El selenio realiza una función de antioxidante. Es un componente esencial de la enzima que cataliza la oxidación de glutatión. El glutatión protege las células rojas de la sangre a través de la destrucción de peróxido de hidrógeno y protege así el daño de oxidación de la hemoglobina.

Se descubrió que los suplementos de selenio son sumamente eficaces reduciendo el predominio de enfermedad de Keshan que es caracterizada por anomalías en el músculo cardíaco en niños chinos. ⁽¹⁸⁾

5.1 CONSUMO RECOMENDADO Y FUENTES DIETÉTICAS DE SELENIO

Para los adultos las fuentes dietéticas y el consumo recomendado de selenio es de 0.05 a 0.2 mg/día; para los infantes, niños y adolescentes es un poco menos. Al ingerir proteínas animales en la alimentación es muy probable que se ingiera una cantidad adecuada de selenio. ⁽³⁾

5.2 EXCESO EN EL CONSUMO DE SELENIO

Uno de los problemas que tienen las personas que ingieren alimentos que crecieron en tierras ricas en selenio es usualmente una incidencia elevada de caries dental. Otros síntomas de la alta ingesta de selenio es dermatitis, perturbación gastrointestinal y uñas anormales.

5.3 MECANISMO DE ACCIÓN DEL SELENIO SOBRE EL DIENTE

Se especula que la incorporación de selenio durante la formación de los dientes cambia los componentes de la proteína del esmalte y lo hace más propenso a la caries. Sin embargo, el límite de ingesta de selenio para que no produzca caries no es conocido. Aparentemente el margen entre beneficio y cantidades que causan daño al ingerir este elemento pueden ser bastante estrechas. ⁽³⁾

Los resultados de experimentos en animales donde hay un aumento en el consumo de selenio durante la formación de los dientes, mostraron que este elemento inhibe la mineralización del esmalte, resultando en un incremento de la susceptibilidad a la caries. También se demostró que al principio del desarrollo dental el selenio se deposita en algunas fracciones de las proteínas del esmalte y dentina, ⁽¹⁹⁾ por lo que se sugiere que interfiere en la formación de la matriz orgánica del esmalte, y así influye en la calcificación.

5.4 SELENIO Y CARIES DENTAL

En un artículo escocés, se muestra una evidencia entre la relación de consumo alto de selenio en la etapa de desarrollo dental y el incremento a la susceptibilidad a la caries dental. Esto se basa en cuatro estudios epidemiológicos independientes entre sí. ⁽²⁰⁾

Sin embargo, en un estudio de prevalencia de caries dental en primarias de un condado de Irlanda, con áreas ricas en selenio, donde se elaboraron encuestas, análisis clínicos y análisis de muestras de agua con fluoruro, se obtuvo como resultado una baja frecuencia de caries dental, presentándose la caries en las fosetas y fisuras de los dientes permanentes, siendo mínimas las necesidades de tratamientos periodontales. ⁽²¹⁾

Finlandia es pobre en selenio, pero con el paso de los años se ha ido agregando selenio a los alimentos que consumen los animales y a los fertilizantes del suelo, para que los humanos puedan ingerir las cantidades necesarias de este elemento. Desde que se empezó a aumentar las cantidades de selenio de manera suplementaria, las condiciones de los dientes de los niños y jóvenes han mejorado considerablemente, por lo que el autor cree que el aumento de selenio ha reducido la incidencia de caries dental en la población. ⁽²²⁾

En la matriz orgánica del diente el componente más importante es el colágeno, el cual tiene enlaces con el sulfuro. El selenio puede reemplazar al sulfuro y la unión resultante es más fuerte. ⁽²²⁾

Gauga, en 1993, compara dos poblaciones con hábitos dietéticos, niveles socio-económicos y parámetros ambientales muy similares, en las cuales se observan amplias variaciones en la prevalencia y severidad de la caries dental. Al evaluar las concentraciones de varios oligoelementos como el selenio, litio, zinc, cobre, hierro y manganeso consumidos en el

agua, concluye que el alto índice de caries puede ser atribuido a la presencia de selenio en el agua potable. ⁽¹⁰⁾

Si comparamos los resultados de estos estudios caemos en una confusión, pero podemos mencionar que en el estudio de Finlandia es posible que la cantidad de selenio agregado a las tierras puede dar como resultado un alimento con las cantidades de consumo recomendado, ya que Finlandia es pobre en cantidades de selenio. Y todo esto nos lleva a concluir que se necesitan más estudios al respecto, sobre todo en nuestro país, pues cabe mencionar que sus suelos contienen grandes cantidades de selenio.

6 VANADIO

En el presente capítulo se comentan las generalidades del vanadio, con el fin de dar a conocer sus fuentes dietéticas y su relación con la caries dental, por lo que comenzaremos por mencionar que las fuentes de vanadio en la comida varían, pero los peces parecen contener concentraciones más altas que otros alimentos. Generalmente las concentraciones de vanadio en los alimentos son muy bajas, aunque el perejil, las espinacas y el té parecen contener cantidades altas de este elemento.

6.1 VANADIO Y CARIES DENTAL

En un estudio realizado por Sandor y Denes en 1972 en niños de 6 a 14 años, se encontró una prevalencia baja de caries dental, donde las concentraciones de vanadio eran altas. ⁽²³⁾

Curzon, en 1978, estudia los oligoelementos en el esmalte humano y su relación con la caries dental, en 350 muestras, y tampoco demostró relación alguna del vanadio con la caries. ⁽²⁴⁾

Se revisaron dos estudios sobre la relación del vanadio con la caries dental en el hombre, y en ambos casos la presencia de selenio y la dureza del agua provocaron que se confundieran los resultados. ⁽²⁾

Hay pocas evidencias publicadas en relación a la posible asociación de la caries dental con el vanadio. Tank y Storwick en 1960, concluyeron que hay una relación inversa entre la caries y el vanadio en el agua. Sin embargo, el tamaño de su muestra fue pequeña y la presencia de fluoruro en el agua puede haber confundido la situación. (8)

Nellie, en 1974, menciona que cuando se incrementa el consumo de molibdeno, vanadio o estroncio en la dieta, hay una disminución en la prevalencia de caries dental. (25)

Aunque se han investigado algunos casos de la relación del vanadio con la caries dental, los resultados siguen siendo inciertos.

7 ZINC

En el presente capítulo se comentan las generalidades del zinc, con el fin de dar a conocer sus porcentajes aproximados de requerimientos humanos y las consecuencias que provoca su deficiencia. Se comenzará con su contenido en el cuerpo humano que es 2 a 3 gr de zinc aproximadamente, que es mayor que otros oligoelementos. El zinc tiene un papel importante en la salud humana. Se concentra en los ojos, huesos, próstata, secreciones prostáticas y el pelo. En sangre hay 85 % de zinc en las células rojas. ⁽³⁾

7.1 CONSUMO RECOMENDADO Y FUENTES DIETÉTICAS DE ZINC

El consumo diario recomendado es de 15 mg. Durante el embarazo y lactación, una mujer necesita 20 a 25 mg/ día. Un infante menor de 6 meses necesita solo 3 mg/día, y de 6 a 1 año de edad, las necesidades aumentan a 5 mg/día; a los 10 años necesita 10mg/día. Estos son valores relativamente altos cuando se considera la cantidad de alimentos que se necesita ingerir. ⁽³⁾

Las fuentes más recomendadas de zinc son alimentos altos en proteínas como carne y pescado. Los vegetarianos no tienen deficiencias de zinc si ingieren productos tales como cereal, combinados con leche, pues consumirían de esta manera una cantidad suficiente de zinc.

7.2 DEFICIENCIAS Y DOSIS SUPLEMENTARIA DE ZINC

Las deficiencias de zinc son causadas por una dieta pobre, consumo excesivo de alcohol, por una enfermedad renal crónica y por desórdenes genéticos (acrodermatitis enteropática, una enfermedad gastrointestinal y cutánea severa) y puede intensificar la anemia.

Las deficiencias de zinc se manifiestan clínicamente como un retraso de crecimiento y del desarrollo sexual, falta de apetito, cicatrización lenta, pérdida de sentido del gusto, dermatitis pustular progresiva de las extremidades, boca, ano y región genital. Puede experimentarse irritabilidad emocional, temblores y la pérdida de coordinación. ⁽³⁾

La deficiencia de zinc en el embarazo puede producir alteraciones en el sentido del gusto, gestación prolongada, trabajo de parto y aumento de riesgos para el feto.

Las cantidades de zinc que se incluyen en los complementos vitamínicos, son generalmente de alrededor de 15 mg, la cual representa una dosis segura para el paciente. Pero cuando se ingiere el zinc solo, las dosis pueden llegar a un nivel más alto que lo deseable. Las personas que toman cantidades excesivas de zinc pueden estar aumentando su riesgo de presentar enfermedades cardiovasculares.

7.3 APLICACIÓN CLÍNICA DEL ZINC

En la Odontología el zinc nos puede ser útil, pues cuando se usa polvo de peróxido de zinc tópicamente en lesiones gingivales agudas como en gingivitis necrozante aguda, la sensación amarga desaparece más pronto de lo esperado, y la boca se restaura rápidamente. ⁽²⁶⁾

7.4 ZINC Y CARIES DENTAL

Se conoce que el contenido de zinc decrece rápida y significativamente con la profundidad de la muestra del diente al observar un corte al microscopio. ⁽²⁷⁾ Asimismo, este elemento se acumula en los dientes poco a poco aumentando su concentración con la edad.

Un estudio realizado en dientes primarios de niños de Noruega, con relación a la concentración de zinc, demuestra variaciones en las concentraciones de este elemento dependiendo de la zona geográfica, su porcentaje en el agua para beber y en el medio ambiente, o por los desechos de las industrias. La concentración de zinc presenta una variación significativa con el grado de caries, el tipo de diente y la longitud de la raíz de éste. ⁽²⁸⁾

La saliva es un factor importante, pues en un estudio realizado en Italia a un grupo de jóvenes estudiantes, se mostró una diferencia entre mujeres y hombres; estos últimos presentaban niveles de electrolitos más altos que los niveles de ellas, y las variaciones individuales eran considerables. ⁽²⁹⁾

Si estos estudios los comparamos con uno realizado en la India, en el cual se demuestra que el zinc no tiene ninguna relación con la caries dental, ⁽³⁰⁾ nos provoca confusión y nos lleva a concluir que se necesitan más estudios al respecto.

En México en 1998, se realizó un estudio con el propósito de obtener datos acerca de la estructura química de los dientes deciduos en la población mexicana, en escolares de 9 a 11 años de edad, en el cual se obtuvieron las siguientes concentraciones de zinc:

	MASCULINO	FEMENINO
INCISIVOS	375.40 ppm	476.65 ppm
CANINOS	338.66 ppm	341.11 ppm
MOLARES	474.12 ppm	452.92 ppm

Se concluye que no existe una diferencia estadística significativa, por el tipo de diente o con relación al sexo. ⁽³¹⁾ Pero sí se ha observado que las concentraciones de zinc decrecen en las primeras etapas de la caries dental y se incrementan en etapas posteriores.

8 MAGNESIO

El cuerpo de un adulto contiene aproximadamente de 20 a 25 g de magnesio (Mg). El magnesio es un nutriente esencial; últimamente, se han presentado datos indicativos de su función en la nutrición humana. El magnesio es necesario para la actividad de numerosas enzimas, particularmente las relacionadas con la fosforilación oxidativa.

8.1 CONSUMO RECOMENDADO Y FUENTES DIETÉTICAS DE MAGNESIO

Las necesidades de magnesio en los adultos se han estimado entre 200 y 300 mg por día. Se ha comprobado que una ingesta de 300 mg por día, mantiene un equilibrio positivo en las mujeres. El magnesio se halla ampliamente distribuido en las plantas. La carne y las vísceras son ricas fuentes; la leche es una fuente relativamente pobre. En una dieta mixta que contiene abundantes productos de origen animal, la proporción de magnesio utilizable varía al parecer del 30 al 40 %.⁽³²⁾

8.2 EFECTOS DE LA DEFICIENCIA DE MAGNESIO

La carencia de magnesio en el hombre se observa en afecciones tales como los síndromes de la mala absorción crónica, diarreas agudas, insuficiencia renal crónica, alcoholismo crónico y mala nutrición proteico-calórica e irritabilidad afectiva; la hiperreflexia y ocasionalmente la

hiporreflexia. A últimas fechas, se ha descubierto que la carencia de este elemento, al igual que la del zinc, se detecta en los enfermos de cáncer. ⁽³²⁾

8.3 MAGNESIO Y CARIES DENTAL

Existen depósitos de magnesio en las estrias de Retzius por lo que la dentina contiene mayor cantidad de este elemento que el esmalte. Durante las primeras etapas de maduración, la concentración de magnesio es mayor en la capa superficial, sin embargo, posteriormente comienza a decrecer, y a incrementar su concentración en el resto del diente, de tal forma que la mayor concentración de magnesio se encuentra en el interior del diente. ⁽³¹⁾

Existe poca información disponible acerca del patrón de distribución de este elemento, en las capas más superficiales del esmalte en dientes permanentes, ⁽³³⁾ y se carece totalmente de ésta en dientes temporales.

Las concentraciones de magnesio se relacionan significativamente con la dieta, la edad, el tipo de diente y también con el lugar geográfico de donde provienen; parece ser que el sexo no tiene significado alguno. ⁽³¹⁾

Después de realizar un estudio sobre la estructura química de los dientes deciduos en la población mexicana, se presentaron las concentraciones de magnesio de la siguiente manera:

	HOMBRES	MUJERES
INCISIVOS	5,927.61 ppm	9,166.67 ppm
MOLARES	6,871.74 ppm	6,583.74 ppm

Se concluye que no existe una diferencia estadística significativa. ⁽³¹⁾

Las altas concentraciones de magnesio en el esmalte se ha asociado a una mayor susceptibilidad a la caries dental. ⁽³³⁾

9 MANGANESO

El manganeso es un nutriente esencial para los humanos, se necesita para la estructura del hueso, para la reproducción y para el funcionamiento normal del sistema nervioso central. El manganeso es un catalizador importante y es componente de muchas enzimas en el cuerpo.

9.1 CONSUMO RECOMENDADO Y FUENTES DIETÉTICAS DE MANGANESO

En el adulto su consumo recomendado diariamente parece estar entre 2.5 y 5mg; para los infantes, niños y adolescentes es menos. El manganeso es extensamente distribuido en los alimentos de origen animal y plantas, especialmente en semillas, granos enteros, frutas y verduras. Las concentraciones de manganeso en el té es excepcionalmente alto. ⁽³⁾

9.2 EFECTOS DE LA DEFICIENCIA Y EXCESO DE MANGANESO

Aunque todavía no se han definido claramente los síntomas de una deficiencia de manganeso, se dice que puede producir anomalías en el esqueleto de animales.

El exceso de manganeso puede producir perturbaciones neurológicas profundas similares a aquéllos que tiene la enfermedad de Parkinson.

9.3 MANGANESO Y CARIES DENTAL

En estudios realizados por Duggal en 1991, se demuestra que el manganeso en saliva no tiene ninguna relación con la caries dental. ⁽³⁰⁾

En un estudio realizado en Sudamérica se observó que los mayores índices de manganeso y cobre en el agua de áreas con alta prevalencia de caries coinciden con los reportes de Adkins y Losse (1970) en los Estados Unidos y con los de Ludwig (1963) en Nueva Zelanda. Green (1970), ha reportado una relación positiva entre la prevalencia de caries y los niveles de cobre en la saliva y ninguna relación con el manganeso y la saliva. ⁽¹⁷⁾

10 COBRE

En el presente capítulo se comentan las generalidades del cobre, con el fin de dar a conocer sus porcentajes aproximados de requerimientos y las consecuencias que provoca su deficiencia, para lo cual se comenzará con su contenido normal en el cuerpo humano que es de 150 mg. Las funciones mayores de cobre son:

- 1.- Ayuda en la síntesis de hemoglobina en la médula ósea.
- 2.- Da forma y mantenimiento a compuestos que tienen actividad enzimática.
- 3.- Tiene influencia en el sistema nervioso central.
- 4.- Ayuda a la formación de pigmentos.

El cobre también es necesario para la oxidación de la vitamina C, y puede tener un papel importante en el mantenimiento de la vaina de mielina alrededor del tejido nervioso. ⁽³⁾

10.1 CONSUMO RECOMENDADO Y FUENTES DIETÉTICAS DE COBRE

Una ingesta de cobre diaria de 2 a 3 mg se recomienda para los adultos, la cual permite un margen de seguridad. Algunos alimentos con alto contenido de cobre son los riñones, ostras, chocolates, legumbres, frutas secas, pollo, mariscos y algunos otros tejidos animales. ⁽³⁾

10.2 EFECTOS DE LA DEFICIENCIA DE COBRE

Aunque la deficiencia franca de cobre nunca se ha demostrado en adultos, algunos médicos han encontrado que la administración combinada de cobre y hierro en tratamiento de anemia hipocrómica, es más efectiva que la administración de hierro exclusivamente en infantes que desarrollan anemia como resultado de una dieta limitada a leche solamente. Se ha observado que se requiere de un suplemento a base de hierro y cobre, y no solamente hierro para resolver los problemas de hemoglobina baja. ⁽³⁾

No hay ningún peligro de presentar una deficiencia de cobre, pues éste se encuentra en el hígado en cantidades suficientes. Existe un buen suministro de cobre en la dieta diaria, y la cantidad que se necesita para el metabolismo es mínima.

10.3 EFECTOS DEL EXCESO DE COBRE

En la enfermedad de Wilson, hay una acumulación excesiva de cobre en los tejidos del cuerpo, probablemente debido a una ausencia genética de una enzima hepática. Esta enfermedad se caracteriza por una degeneración neurológica y alteraciones en el hígado. Una reducción de cobre para el tratamiento de esta enfermedad puede ser útil. También se puede controlar por medio de agentes quelantes, los cuales tienen la finalidad de movilizar al cobre de los tejidos y promover su excreción en la orina. ⁽³⁴⁾

10.4 COBRE Y CARIES DENTAL

El cobre se ha encontrado en forma consistente en la saliva humana, pero no se ha establecido ninguna relación entre su concentración en saliva y la caries dental.⁽³⁵⁾ Sin embargo, las concentraciones de cobre por encima de las normales encontradas en saliva, parecen inhibir la producción de ácido.⁽³⁶⁾

Existe una gran polémica con relación a la capacidad de los suplementos dietéticos de cobre de disminuir la caries dental. Algunos investigadores no han notado sus efectos y otros han notado una leve reducción de caries dental. Actualmente no se ha llegado a ninguna conclusión, por lo que no podríamos considerar como definitiva la relación del cobre con la caries dental.

Los resultados de un estudio sobre zinc y cobre en saliva de jóvenes, en relación con la prevalencia de caries dental, muestran que en dientes con lesiones de caries iniciales, las proporciones de zinc y cobre disminuyen.⁽²⁹⁾

En el norte de la India se analizaron grupos de niños entre 4-7 años y 12-16 años y se demostró que el cobre tiene una relación inversa con la caries dental. ⁽³⁶⁾

Curzon, en 1977, después de analizar 208 muestras de esmalte, obtuvo como resultado que el cobre está relacionado con la caries dental. ⁽³⁷⁾

11 FLÚOR

El flúor es un elemento químico con alta electronegatividad. Al combinarse químicamente con otros elementos forma el fluoruro. Este compuesto se encuentra en la naturaleza, tanto en la corteza terrestre como en los océanos y plantas.

El flúor normalmente se encuentra en las estructuras calcificadas como sería en los huesos y en los dientes. Messer y Singer han concluido en base a diferentes evidencias con relación al efecto de fluoruro en el crecimiento, reproducción, hematopoyesis y mineralización, que no se justifica su inclusión en la lista de elementos esenciales. ⁽²⁾

11.1 CONSUMO RECOMENDADO Y FUENTES DIETÉTICAS DE FLÚOR

Aunque todos los alimentos contienen rastros de flúor, el agua y los productos marinos, especialmente pescados con huesos pequeños, como la sardina y el salmón, son las fuentes más importantes. En climas templados el nivel óptimo de flúor en el agua para que disminuya la incidencia de caries, es de 1ppm. Basándonos en que la ingesta de un niño pequeño sería entre 2 y 4 vasos de agua diarios, ésto nos daría una ingesta total de 0.5 a 1 mg de flúor. En niños mayores y adultos, equivale de 1.5 a 2 mg de flúor al día. ⁽²⁾

Una dieta diaria media proporciona de 0.25 a 0.35 mg de flúor. La fluoración de los suministros de agua, para elevar la concentración de fluoruro, ha sido un método seguro, económico y eficaz para reducir la caries dental en niños, y ha constituido una importante medida nutricional de salud pública en las regiones donde los suministros de agua natural no contienen flúor en cantidades necesarias. ⁽³²⁾

En el siguiente cuadro se mencionan algunos alimentos y sus valores aproximados de flúor.

ALIMENTO	CANTIDAD APROXIMADA
Pescado fresco	1.6 ppm
Salmón y sardinas enlatadas	7 – 12 ppm
Hojas de té	75 a 110 ppm

Como puede observarse, el té contiene altas concentraciones de flúor. Sin embargo una taza de té contiene solamente de 0.5 a 1.5 ppm, porque la mayor parte se extrae cuando se introduce en agua hirviendo.

11.2 EFECTOS DE LA DEFICIENCIA Y EXCESO DE FLÚOR

Hasta la fecha no se conocen los efectos que causa una deficiencia de flúor en el humano, pues por muy estricta que sea la dieta, ésta incluye alimentos que contienen cantidades mínimas de flúor.

Cuando el agua pasa por rocas y suelos de determinada composición, el contenido de fluoruro en el agua aumenta a veces excesivamente; el consumo de ésta puede provocar fluorosis dental. ⁽³²⁾

Tal es el caso de algunos municipios de los siguientes estados de la República Mexicana:

- | | |
|-------------------------|-------------------|
| - Aguascalientes | - Zacatecas |
| - Baja California Norte | - San Luis Potosí |
| - Sonora | - Guanajuato |

Se piensa que también Hidalgo y Oaxaca podrían entrar a la lista.

11.3 FLÚOR Y CARIES DENTAL

A lo largo de todos estos años se ha demostrado que una comunidad que ingiere agua fluorada, reduce significativamente la incidencia de caries dental principalmente en niños.

Existe un consenso general acerca de que los beneficios del fluoruro no son acumulativos, en el sentido de que más fluoruro no previene más caries dental.

El efecto del ion flúor como agente anticariogénico es bien conocido desde hace muchos años y es la base para los proyectos de prevención de caries en la población mundial. ⁽³⁸⁾

El flúor tiene diferentes mecanismos de acción:

- 1.- reduce la solubilidad del esmalte
- 2.- fomenta la remineralización
- 3.- tiene actividad antimicrobiana
- 4.- disminuye el potencial cariogénico de la placa dentobacteriana. ⁽³⁹⁾

12 OTROS OLIGOELEMENTOS ESENCIALES

En un estudio en una población de Colombia donde la prevalencia de caries era sumamente baja en comparación de otras poblaciones, los investigadores no podían explicarse la diferencia en la prevalencia de caries entre las poblaciones basándose en los parámetros usuales como es la práctica de higiene oral, ingesta de carbohidratos en la dieta, agua fluorada, la cual los niveles eran bajos en ambos poblados. Analizaron muestras del suelo y agua buscando oligoelementos, y encontraron que el cobre, cromo, níquel, estroncio, molibdeno fueron significativamente mayores en el poblado donde los residentes presentaban una baja prevalencia de caries. Sin embargo, no se pudo llegar a una conclusión en cuanto a la relación de uno o más de estos minerales y la prevalencia de caries. ^(40,17)

12.1 POTASIO

Este mineral es de vital importancia para las funciones armónicas del sistema nervioso y para la construcción y mantenimiento de las necesidades del cuerpo. Una de las principales tareas es la de mantener las reservas y recuperación de los tejidos. ⁽³²⁾

Evita el engrosamiento de todo el sistema cardiovascular; proporciona vigor, resistencia muscular y ayuda a normalizar la presión arterial; la unión del calcio con el potasio colabora a transportar el

oxígeno a las células del cerebro. Normaliza el ritmo cardiaco y mejora el sistema muscular. Es necesario para fortalecer los riñones y ayuda a descargar del cuerpo los productos nocivos; fortalece la concentración del sistema glandular. Otra función importante es su colaboración en la asimilación de proteínas en el cuerpo. ⁽³²⁾

Se emplea en el tratamiento de calambres, fatiga, dolor de cabeza, hipertensión, sobrepeso, para controlar diarreas, en el insomnio, resfriados y en la pérdida de agilidad mental, nerviosismo y crecimiento retardado. ⁽³²⁾

12.2 CROMO

Se requiere para el mantenimiento de la glucosa normal y metabolismo de energía en animales de experimentación; puede actuar como un cofactor en la insulina y estimula la síntesis de ácidos grasos y colesterol en el hígado.

El cuerpo humano contiene menos de 6 mg y esta cantidad declina con la edad. El cromo no es tóxico en las formas y niveles encontrados en los alimentos, y se excretan los excesos rápidamente. ⁽³⁾

12.2.1 CONSUMO RECOMENDADO Y FUENTES DIETÉTICAS DE CROMO

Para los adultos el consumo recomendado diariamente es de 0.05 a 0.2 mg; las fuentes dietéticas buenas son las grasas (aceite de maíz), carnes, granos enteros y levadura. ⁽³⁾

12.2.2 EFECTOS DE LA DEFICIENCIA DE CROMO ⁽³²⁾

La carencia de cromo en el hombre se manifiesta por:

- a) Pérdida de tolerancia oral o intravenosa a la glucosa.
- b) Bajas concentraciones en los tejidos.
- c) Baja concentración en la orina.

12.3 COBALTO

El cobalto es considerado un oligoelemento esencial porque es parte de la vitamina B₁₂. También puede ser involucrado en el metabolismo del azufre que contiene aminoácidos. ⁽³⁾ El cobalto está presente en muchos alimentos, en los utensilios de cocina e incluso en la atmósfera. ⁽³²⁾

12.3.1 EFECTOS DE LAS DEFICIENCIAS DE COBALTO

Las insuficiencias de cobalto pueden causar anemia, considerando que en muchas especies de animales, el alimento con cantidades relativamente pequeñas puede causar policitemia (un aumento del total de la masa de células rojas). El cobalto es esencial para la nutrición adecuada de las ovejas y el ganado. Una deficiencia de este elemento en estos animales producirá una demacración severa. La deficiencia del cobalto en humanos es rara, excepto:

- 1- cuando ningún producto animal se consume
- 2- si éstos son una falta de factor intrínseco gástrico
- 3- después de una gastrectomía
- 4.- durante el síndrome de mala absorción ⁽³⁾

Las dosis altas de cobalto pueden estimular la médula ósea para producir cantidades excesivas de células rojas. No hay ningún peligro de escasez de este mineral porque se encuentra en muchos alimentos y las cantidades que se necesitan son muy pequeñas. ⁽³⁾

12.4 HIERRO

Empezaremos diciendo que el hierro es uno de los minerales más importantes, ya que es necesario para la formación de la sangre (hemoglobina). El cuerpo de un adulto contiene de 3 a 4 gramos de hierro,

del cual más de dos terceras partes están presentes en la hemoglobina, pigmento de glóbulos rojos. El resto está presente en el hígado, como reserva y en menor medida en el riñón, el bazo y otros órganos. ⁽³²⁾

El hierro desempeña funciones importantes en el transporte de oxígeno a los tejidos y para los procesos de la respiración celular; de ahí que de una insuficiencia de este elemento, resulte un menor transporte de oxígeno y se manifieste en fatiga, debilidad, diarrea, mareos, palpitaciones, glositis y estomatitis angular. ⁽³²⁾

12.4.1 ABSORCIÓN DE HIERRO

La cantidad de hierro en la dieta normal es de 6 mg/1000 kcal. El humano tiene dificultad para absorberlo en su totalidad, ya que sólo del 7 al 10 % de hierro en los cereales y verduras se absorbe y de 10 a 30 % en las carnes, pescado y soya. ⁽³²⁾ Esta cantidad reemplaza lo que se pierde en un día, que es aproximadamente de 1 mg

12.4.2 CONSUMO RECOMENDADO DE HIERRO

El consumo recomendado en infantes y niños hasta 2 años es de 10 a 15 mg/día; para varones de 11 a 18 años es de 18 mg/día y en varones de 19 años en adelante es de 10 mg/día. Para mujeres en edad fértil es de 18 mg/día la cual permite que su cuerpo lo acumule y así cubrir las necesidades durante la menstruación. ⁽³⁾

En las mujeres embarazadas el hierro es necesario no sólo para reponer las pérdidas fisiológicas basales, sino también para atender las necesidades del feto y la placenta. Las necesidades en mujeres embarazadas es de 525 mg/día ⁽³²⁾

12.4.3 HIERRO Y CARIES DENTAL

Recientes investigaciones muestran que la deficiencia de hierro daña la función de las glándulas salivales. ⁽⁴¹⁾

Duggal, en 1991, demuestra que el hierro en saliva no tiene ninguna relación con la caries dental. ⁽³⁰⁾

12.5 YODO

Es uno de los factores que influyen en la producción de hormonas por la glándula tiroides. El yodo es un nutriente esencial para el hombre, forma parte integrante de la tiroxina y la triyodotironina, hormonas tiroideas que tienen importantes funciones metabólicas, como es el control de peso, promueven el crecimiento y son un factor importante en nuestra salud.

12.5.1 CONSUMO RECOMENDADO Y FUENTES DIETÉTICAS DE YODO

El requisito óptimo de yodo es de 0.14 mg por día para un hombre adulto y de 0.1 mg por día para una mujer adulta. Los niños lactantes y las mujeres gestantes pueden necesitar más, porque el niño lo requiere para su crecimiento y la mujer embarazada para el feto. ⁽³²⁾

Entre los alimentos naturales que contienen yodo, están los productos marinos, el hígado, las hortalizas (como espárragos, zanahoria, cebolla, cacahuete, ajo), productos lácteos, huevos, cereales y legumbres; las raíces son pobres en yodo. El ajo es la mejor fuente de yodo dentro de los vegetales. La sal yodada comercial contiene 0.01 por ciento de yodato o yoduro potásico. ⁽³²⁾

Se recomienda a las mujeres consumir yodo y hierro durante la menstruación, gestación y lactancia.

12.5.2 EFECTOS DE DEFICIENCIA DE YODO

El yodo es necesario para la absorción y combustión de grasas; una deficiencia de yodo causa gota, bocio, aumenta el peso y la pereza mental. El yodo coopera con el hierro activando al sistema endócrino y a la potencia sexual. ⁽³²⁾

Cuando existe un desequilibrio por la deficiencia de yodo puede haber hipotiroidismo e hipertiroidismo ⁽³⁾

12.5.3 EFECTOS ORALES DE DESEQUILIBRIO DEL YODO

En el hipotiroidismo severo, la mandíbula es pequeña y la etapa de erupción del diente es retardada. Por otro lado, los pacientes con hipertiroidismo pueden desarrollar rápidamente caries dental, debido a sus necesidades de calorías y el posible uso excesivo de azúcares para satisfacer sus necesidades. ⁽³⁾

13 OLIGOELEMENTOS NO ESENCIALES

13.1 ESTRONCIO Y CARIES DENTAL

Se han utilizado soluciones remineralizantes que contienen zinc y estroncio. El estroncio se ingiere a partir del agua potable, la cual contiene 5 ppm en promedio.

Los oligoelementos en el esmalte de los dientes de los nativos de Nueva Inglaterra, en un área donde había un alta prevalencia de caries, se comparó con los nativos de Texas, en un área donde la prevalencia de caries era bajo, como se había mostrado en datos de otros estudios epidemiológicos de personal militar. Las concentraciones del estroncio en los dientes de los habitantes de Nueva Inglaterra fueron encontradas bajas, considerando que las concentraciones de los de Texas eran comparativamente altas. ⁽⁴²⁾

Otro grupo de investigadores encontró que si se une el flúor con el estroncio, la incidencia de caries dental disminuye en los dientes que ellos analizaron. Ellos compararon las pruebas del esmalte de los dientes de los nativos de Nueva Inglaterra con los de Carolina del Sur y encontraron que los niveles de flúor son de 82 y de estroncio 104 ppm para los grupos de Nueva Inglaterra (los de número alto en caries) y

aproximadamente de 125 ppm de flúor y 184 ppm de estroncio, para los grupos de Carolina del Sur (los de números bajos en caries) ⁽³⁷⁾

13.2 LITIO

No se sabe con certeza cual es el mecanismo de acción del litio, pero se piensa que tal vez pueda penetrar en la membrana celular y acumularse intracelularmente, ejerciendo su acción directa sobre los microorganismos de la placa dental bacteriana. ⁽²⁾

Maletzky, en 1971, observó un aumento en la incidencia de caries en pacientes maniaco-depresivos a los cuales se les administraban altas dosis de carbonato de litio. Sin embargo, no se puede asegurar que este aumento se deba única y exclusivamente a la ingesta de litio, ya que intervienen otros factores como la disminución del flujo salival en relación a una alta ingesta de litio. ⁽⁴³⁾

Curzon, en 1977, analiza el esmalte y obtiene que el litio se relaciona con la caries dental ⁽³⁷⁾

13.3 TITANIO

En un estudio se encontró que las concentraciones altas de flúor y concentraciones bajas de estroncio y titanio llevan a una reducción significativa de la solubilidad del esmalte y cemento. ⁽⁴⁴⁾

13.4 PLOMO

La determinación de la cantidad de plomo en dientes deciduos puede proporcionar un índice útil de la exposición de los niños al plomo en años anteriores; ésto es útil particularmente en niños con retraso mental. ⁽⁴⁵⁾

Una investigación en Nueva York, E.U.A., demostró que la exposición prenatal al plomo daña la función de las glándulas salivales. ⁽⁴¹⁾

13.5 ALUMINIO

Al analizar el esmalte de 208 dientes se obtuvo como resultado que el aluminio se relaciona con un incremento de caries dental, mientras que la plata y el hierro no tienen relación con la caries dental. ⁽³⁷⁾

CONCLUSIONES

A lo largo de toda esta revisión bibliográfica nos hemos dado cuenta que los oligoelementos tienen un papel importante en la prevención o el desarrollo de la caries dental, y que principalmente afectan o benefician a los niños, ya que en ellos los dientes se encuentran en diferentes etapas de desarrollo, aunque se sabe que la composición del diente no es el único factor que interviene en el proceso carioso, pero se ha creído que puede jugar un papel importante.

Es importante mencionar que si sabemos que en la zona en donde se reside existen concentraciones muy altas o escasas de algún elemento, se tiene que cuidar la dieta para evitar los efectos de carencias o excesos de estos elementos.

También debemos recordar que la caries dental es una enfermedad multifactorial, y por ende, ninguna variante específica, como por ejemplo la dieta, puede explicar toda la causalidad de la enfermedad.

En México existe muy poca información acerca de los oligoelementos que se encuentran en nuestras tierras y su relación con la caries dental. Sin embargo, algunos investigadores se han iniciado en este campo, interesándose principalmente por el contenido de zinc, magnesio y flúor en las estructuras dentales. Sería interesante ampliar los estudios a otros oligoelementos que también son importantes para el desarrollo y prevención de la caries dental en nuestro país.

Para concluir elaboraremos un cuadro donde clasificaremos en base a esta revisión a los oligoelementos de acuerdo a sus posibles efectos en los dientes. Sin embargo, esta clasificación podría cuestionarse pues los efectos que producen no han sido del todo confirmados.

Elementos cariogénicos: selenio, magnesio.

Elementos que se duda de su efecto cariogénico: zinc, manganeso, titanio,
yodo.

Elementos ligeramente carioestáticos: vanadio, litio, cobre, aluminio,
estroncio.

Elementos carioestáticos: molibdeno, flúor, hierro.

REFERENCIAS

- (1) Enciclopedia de la Ciencia y de la Técnica, ediciones Danae, S.A. Barcelona, tomo 6.
- (2) Curzon, M.E.J., Cutress, T.W., 1983, Trace elements and Dental Disease, 1era. edición, Londres, ed. John Wright. PSG Inc
- (3) Nizel, Papas, 1989, "Trace Minerals", Nutrition in Clinical Dentistry, 3era edición, E.U., ed. W.B. Saunders
- (4) Losse, F.L., Cutress T.W., Brown R., "Natural elements of the periodic table in human dental enamel ", Caries Res 1974, 8: 123-134 cit. Pos Curzon, M.E.J., Cutress, T.W., 1983, Trace elements and Dental Disease, 1era. edición, Londres, ed. John Wright. PSG Inc
- (5) Brudevold, F. " Changes in enamel with age", Univ. Roch. Dent. Res. Fellowship Prog. Proc. 25 th yr celebration 1930-35 pp 185-192, 1957 cit. pos Curzon, M.E.J., Cutress, T.W., 1983, Trace elements and Dental Disease, 1era. edición, Londres, ed. John Wright. PSG Inc
- (6) Kapranov, S.V., et al. "Caries prevalence in preschool children in industrial cities ", Stomatologiia (Mosk) 1993, Jul-sep; 72 (3) : 56-9 en [http://www.ncbi.nlm.nih.gov:80/entrez/query.fcgi?CMD=Display & DB=Pub Med](http://www.ncbi.nlm.nih.gov:80/entrez/query.fcgi?CMD=Display&DB=PubMed).
- (7) Navia, J.M., " Effect of minerals on dental caries", In Gould, R.F., ed. Dietary Chemicals vs. Dental Caries, p.141 Advances in Chemistry Series 94. Washington, D.C., American Chemical Society, 1970 cit pos. Nizel, Papas, 1989, "Trace Minerals", Nutrition in Clinical Dentistry, 3era edición, E.U., ed. W.B. Saunders
- (8) Tank, G., Storvick, C.A., "Effect of naturally occurring selenium and vanadium on dental caries", J. Dent. Res. 1960, 39 (3); 473

- (9) Schamschula, R.G., et al, "Oral health of Australian children using surface and artesian water" *Supplies Commun Dent Oral Epidemiol* 1981; 9:27-31 cit. pos Curzon, M.E.J., Cutress, T.W., 1983, *Trace elements and Dental Disease*, 1era. edición, Londres, ed. John Wright. PSG Inc
- (10) Gauba, K., Tewari, A., et al; "Role of trace elements Se and Li in drinking water on dental caries experience" *J. Indian Soc Pedod Prev Dent*, March, 11 (1): 15-9, 1993 en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov:80/entrez/query.fcgi?CMD=Display&DB=PubMed>.
- (11) Irigoyen, M.E., Molina, N.F., et al; "Cambios en los índices de caries dental en escolares de una zona de Xochimilco, México: 1984- 1992; *Salud Pública de México*, Sep-Oct. Vol. 37 No. 5 1995.
- (12) Schroeder H.A., Balassa, J.J., Tipton I.H.; "Essential trace metals in man: Molybdenum" *J. Chron Dis* 1970; Vol. 23, pp 481-499
- (13) Ludwig, T.G., et al "An association between dental caries and certain soil conditions in New Zealand" *Nature* 186: 695, 1960 cit. pos Nizel, Papas, 1989, "Trace Minerals", *Nutrition in Clinical Dentistry*, 3era edición, E.U., ed. W.B. Saunders
- (14) Adler, P.; Straub, J.; "Water- borne caries protective agents other than fluorine" *Acta Med. Acad. Sci. Hung.* 4:221,1953 cit. pos Nizel, Papas, 1989, "Trace Minerals", *Nutrition in Clinical Dentistry*, 3era edición, E.U., ed. W.B. Saunders
- (15) Hadjimarkos, D.M. "Effect of trace elements on dental caries"; *Adv. Oral Biol.* 3: 263, 1968 cit. pos Nizel, Papas, 1989, "Trace Minerals", *Nutrition in Clinical Dentistry*, 3era edición, E.U., ed. W.B. Saunders
- (16) Bertrand, G., "Clinical study of the cariostatic effect of molybdenum on children."; *Rev. Odonto - Stomat Midi (France)*; 1973; 31:27-42 cit. pos Curzon, M.E.J., Cutress, T.W., 1983, *Trace elements and Dental Disease*, 1era. edición, Londres, ed. John Wright. PSG Inc

- (17) Glass, R.L., et al; "The prevalence of human dental caries and water borne trace metals", *Archs Oral Biol.* Vol. 18 1973
- (18) Mertz, W., "The significance of trace elements for health", *Nutr. Today* 18: 26, 1983
- (19) Hadjimarkos, D.M., "Letters, selenium and dental caries susceptibility", *Journal Nutr.*, Nov., 103 (11); 1973
- (20) Scott, M.L., "The selenium dilemma", *J. Nutr.* 103, 803-810, 1973
cit. pos Hadjimarkos, D.M., "Letters, selenium and dental caries susceptibility", *Journal Nutr.*, Nov., 103 (11); 1973
- (21) O' Keeffe, J.P., "Childrens dental health in 8 primary schools in South County Meath (1988)", *J. Ir. Dent. Assoc.*, 37 (2), 1991 en [http://www.ncbi.nlm.nih.gov:80/entrez/query.fcgi?CMD=Display & DB=Pub Med.](http://www.ncbi.nlm.nih.gov:80/entrez/query.fcgi?CMD=Display&DB=PubMed)
- (22) Parko, A., " Has the increase in selenium intake led to decrease in caries among children and the young in Finland", *Proc. Finn Dent Soc* 1992, 88 (1-2: 57-59 en [http://www.ncbi.nlm.nih.gov:80/entrez/query.fcgi?CMD=Display & DB=Pub Med.](http://www.ncbi.nlm.nih.gov:80/entrez/query.fcgi?CMD=Display&DB=PubMed)
- (23) Sandor, T., Denes, I., " Caries es az ironiz nyomelemci", *Or Hetil* 1972, cit. pos Curzon, M.E.J., Cutress, T.W., 1983, *Trace elements and Dental Disease*, 1era. edición, Londres, ed. John Wright. PSG Inc
- (24) Curzon, M.E.J., Crocker, D.C., "Relationships of trace elements in human tooth enamel to dental caries", *Arch. Oral Biol.* 1978; 23
cit. pos Curzon, M.E.J., Cutress, T.W., 1983, *Trace elements and Dental Disease*, 1era. edición, Londres, ed. John Wright. PSG Inc
- (25) Nellie, L.O., Ritchey, S.J., " Mineral composition of normal human enamel and dentin and the relation of composition to dental caries: Microminerals", *J. Dent. Res.*, Vol. 53 (4) 1974

- (26) Nizel, A.E., Rubin, S., "Zinc peroxide's role in the treatment of Vincent's stomatitis", *Military Surg.* 93:49, 1943 cit. pos (3) Nizel, Papas, 1989, "Trace Minerals", *Nutrition in Clinical Dentistry*, 3era edición, E.U., ed. W.B. Saunders
- (27) Driessens, F.C., Woltgens, J.H., *Tooth development and caries*, Vol. 1 Editorial C.R.C. Press., Florida U.S.A. 1986 cit. pos Curzon, M.E.J., Cutress, T.W., 1983, *Trace elements and Dental Disease*, 1era. edición, Londres, ed. John Wright. PSG Inc
- (28) Tvinnereim, H.M., Eide, R., et al "Zinc in primary teeth from -children in Norway", *Sci Total Environ*, Feb. 9; 226(2-3):201-212, 1999 en [http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?CMD=Display & DB=Pub Med.](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?CMD=Display&DB=PubMed)
- (29) Borella, P., Fantuzzi, G., Aggazzotti, G., "Trace elements in saliva and dental caries in young adults", *Sci Total Environ*, Aug 22, 153 (3): 219-24, 1994 en [http:// www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi? CMD= Display & DB=Pub Med.](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?CMD=Display&DB=PubMed)
- (30) Duggal, M.S., Chawla, H.S., Curzon, M.E., "A study of the relationship between trace elements in saliva and dental caries in children", *Arch Oral Biol* 36 (12): 881-4, 1991 en [http:// www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi? CMD= Display & DB=Pub Med.](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?CMD=Display&DB=PubMed)
- (31) De la Cruz, D., et al, "Concentración de magnesio y zinc en dientes deciduos de una población de niños mexicanos", *Revista ADM*, Vol. LV, marzo-abril, no.2 86-90 1998
- (32) López, M.J., *Guía sobre nutrición*, editorial Impresora y Distribuidora, S.A., México, D.F. 1984
- (33) De la Cruz, D., "Concentración y distribución de magnesio en esmalte de dientes deciduos", *revista ADM*, vol. XLVIII/6 nov-dic, 1991

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

- (34) Davidson, S., et al Human Nutrition and Dietetics, 6th ed. New York, Churchill Livingstone, 1975 cit. pos Nizel, Papas, 1989, "Trace Minerals", Nutrition in Clinical Dentistry, 3era edición, E.U., ed. W.B. Saunders
- (35) Dreizen, S., Henry, D.D, et al, " The copper and cobalt levels of human saliva and dental caries activity", J. Dent. Res. Vol.31 (1), 1952
- (36) Forbes, J.C., Smith, J.D., " Studies of the effect of metallic salts on acid production in saliva", J. Dent. Res. 31:129, 1952 cit. pos Nizel, Papas, 1989, "Trace Minerals", Nutrition in Clinical Dentistry, 3era edición, E.U., ed. W.B. Saunders
- (37) Curzon, M.E.J., Losse, F.L., "Dental caries and trace elements composition of whole human enamel: eastern United States", J. Am. Dent. Assoc., vol. 94: 1146, 1977
- (38) Ledesma, M.C., et al, " Efecto antimicrobiano del flúor in vitro", Práctica Odontológica, 16 (5) 1995
- (39) Tomás, S.R., Cariología (prevención, diagnóstico y tratamiento contemporáneo de la caries) Ed. Actualidades Médico Odontológicas Latinoamericana, C.A., 1era. Ed. Venezuela.
- (40) Rothman, K.L., et al, " Dental caries and soil content of trace metals in two Colombian villages.", J. Dent. Res. 51: 1686, 1972
- (41) Bowen, W.H., Response to Seow: "Biological mechanisms of early childhood caries", Community Dent. Oral Epidemiol., 26 (1 suppl): 28-31 1998 en [http:// www. ncbi. nlm. nih.gov/80/entrez/query fcgi? CMD= Display & DB=Pub Med](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/80/entrez/query.fcgi?CMD=Display&DB=Pub Med).
- (42) Steadman, L.T., et al, "Distribution of strontium in teeth from different geographic areas", J. Am. Dent. Assoc., vol. 57, 1958

- (43) Maletsky, B., et al, The use of Lithium in psychiatry, Cleveland, OH, CRC Press, 1971 cit. pos Curzon, M.E.J., Cutress, T.W., 1983, Trace elements and Dental Disease, 1era. edición, Londres, ed. John Wright. PSG Inc
- (44) Koray, M., et al, "The effects of fluorides and / or trace elements on the solubilities of enamel and cementum", J. Trace Elem., Med. Biol., Dec. 10 (4):1996
- (45) Habercam, J.W. et al, " Lead content of human blood, hair, and deciduous teeth: correlation with environmental factors and growth", J. Dent. Res., vol. 53 (5) 1974