

CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA
ORINA DE LOS ESCOLARES DEL NIVEL
PRIMARIO INSCRITOS EN EL AÑO DE
1993, EN LA REGION DE SALUD DE
EL PETEN QUE COMPRENDE EL
DEPARTAMENTO DE EL PETEN

TESIS PRESENTADA POR:

RONALD FRANCISCO VILLAGRAN HUN

*Ante el Tribunal de la Facultad de Odontología de la Universidad
de San Carlos de Guatemala, que practicó el Examen General
Público previo a optar al título de:*

CIRUJANO DENTISTA

Guatemala, Mayo de 1994

I

DL

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA

<i>Decano:</i>	<i>Dr. Jorge Martínez Solares</i>
<i>Vocal Primero:</i>	<i>Dr. Juan Luis Pérez Bran</i>
<i>Vocal Segundo:</i>	<i>Dr. Angel Rodolfo Soto Galindo</i>
<i>Vocal Tercero:</i>	<i>Dr. Víctor Manuel Campollo Zavala</i>
<i>Vocal Cuarto:</i>	<i>Br. Jorge Tello Motta</i>
<i>Vocal Quinto:</i>	<i>Br. Luis Orellana</i>
<i>Secretario:</i>	<i>Dr. Manuel Andrade Bourdet</i>

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PUBLICO

<i>Decano:</i>	<i>Dr. Jorge Martínez Solares</i>
<i>Vocal Primero:</i>	<i>Dr. Juan Luis Pérez Bran</i>
<i>Vocal Segundo:</i>	<i>Dr. Ricardo Antonio Sánchez Avila</i>
<i>Vocal Tercero:</i>	<i>Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo</i>

ACTO QUE DEDICO

AL PADRE ETERNO Y VIRGEN MARIA:

Por darme la vida.

A MI MADRE:

Vilma Yolanda Hún Ponce, por su amor, comprensión y ayuda incondicional, en los momentos difíciles de mi vida.

A MI PADRE:

*Ronald Obdulio Villagrán
Marín, en su memoria (D.E.P.).*

A MI ABUELITA:

Aminta Ponce Sierra vda. de Hún, por su cariño y sabiduría.

A MI TIO:

Hugo Haroldo Hún Ponce, por ser padre, consejero y amigo.

A MIS TIOS EN GENERAL:

*Francisco Alberto, Mario Leonel, Georgina y Eufemia Hún Ponce, por apoyarme siempre
Alicia Ponce vda. de Barrascout, Hilda Ponce de Rueda, por su ayuda incondicional
Heriberto Ponce Sierra (D.E.P.), por su enseñanza y sabiduría
Miguel Angel Hún Ponce (D.E.P.), en su memoria.*

A LA FAMILIA:

Villagrán Marín y Villagrán Ordóñez por su apoyo.

A MI NOVIA:

*María Roxana Oquendo Reyes
Por su amor, comprensión y apoyo.*

A MIS AMIGOS:

*Hugo Leonel Molina Ortiz (D.E.P.)
Mauricio Vela (D.E.P.)
En su memoria.*

DEDICO ESTA TESIS

A

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA

EL COLEGIO LA PREPARATORIA

MIS CATEDRATICOS E INSTRUCTORES

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Tengo el honor de someter a vuestra consideración mi trabajo de tesis "CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA DE LOS ESCOLARES DEL NIVEL PRIMARIO, INSCRITOS EN EL AÑO DE 1993, EN LA REGION DE SALUD DE EL PETEN QUE COMPRENDE EL DEPARTAMENTO DE EL PETEN", conforme lo demandan los reglamentos de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a optar el título de Cirujano Dentista.

Deseo expresar de manera muy especial mi agradecimiento por su valiosa ayuda y colaboración a los Drs. Ricardo Sánchez, Ricardo León y Ronald Ponce.

Y vosotros miembros del Honorable Tribunal Examinador aceptad las muestras de mi más alta consideración y respeto.

INDICE

	Pag.
1. SUMARIO	1
2. INTRODUCCION	2
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
4. JUSTIFICACION	6
5. REVISION DE LITERATURA	7
6. OBJETIVOS	58
7. VARIABLE E INDICADOR	59
8. METODOLOGIA	60
9. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS	71
10. CONCLUSIONES	78
11. RECOMENDACIONES	80
12. LIMITACIONES	81
13. ANEXOS	82
14. BIBLIOGRAFIA	91

1. SUMARIO

La presente investigación fue realizada en la región de salud de El Petén, con el objeto de determinar la concentración de fluoruro en orina de escolares del nivel primario inscritos en el año de 1993, comprendidas entre las edades de 6 a 12 años.

Los resultados de esta investigación servirán de marco de referencia sobre la ingesta del ion fluor, así como para el control y seguimiento de un programa de fluoruración sistémica de la sal de consumo humano.

La muestra estuvo integrada por 150 alumnos de seis escuelas del departamento de El Petén; siendo 66 (43.97%) del sexo femenino y 84 (55.98%) del sexo masculino.

En cada escuela se recolectaron muestras de orina al azar de 25 escolares, las cuales se analizaron en el Laboratorio de Radioquímica de la Dirección General de Energía Nuclear; Por medio de la técnica del electrodo específico para el ión flúor.

La concentración de fluoruro en orina en los escolares de la región de salud de El Petén estuvo comprendida entre 0.105 a 1.690 ppm, con una media de 0.326 ppm y una desviación estándar de 0.218 ppm. .

2. INTRODUCCION

Las enfermedades bucales, especialmente la caries dental y enfermedad periodontal, plantean un grave problema en América Latina, ya que afectan aproximadamente a más del 90% de la población de todos los países de la región. Este problema se agrava, aún más, por la disponibilidad limitada de los servicios de salud estomatológica, factores socio-económicos y culturales entre otros.(39)

Siendo la prevención el método más eficaz para llevar el beneficio a la mayoría de la población en salud estomatológica, se hace necesario la implementación de programas preventivos. En estos últimos el fluoruro ha demostrado ser el elemento más eficaz en la reducción de la prevalencia de caries dental.

Se han experimentado diversos vehículos para la ingesta del fluoruro tales como: agua de consumo, sal, leche y el azúcar entre otros, con notable éxito.(18) En Guatemala la distribución de agua potable en la mayoría de áreas rurales es ineficiente o inexistente, por lo que la fluoruración del agua (la medida más generalizada en el mundo para la prevención de caries dental) no ha sido puesta en marcha a excepción de la capital y aún en ésta con limitaciones de cobertura y continuidad de tiempo; siendo la empresa EMPAGUA la única que lleva a cabo este programa de fluoruración.

Entre las alternativas más adecuadas, simplificadas, debajo

costo y de mayor accesibilidad se encuentra la fluoruración de la sal de consumo humano.

Previo a la implementación de programas de fluoruración sistémica (específicamente la sal), se hace necesario realizar investigaciones epidemiológicas básicas, que nos permitan contar con información de la prevalencia de las enfermedades dento-periodontales,(39) así como de los datos relativos a la presencia del ión flúor en las principales fuentes de abastecimiento de agua de los distintos departamentos y municipios del interior del país distribuidos en regiones de escasa, óptima y supraóptima presencia del mismo en el agua de bebida.(28) Existen también estudios relativos a la distribución, comercialización y consumo de sal por persona (27) y sobre excreción de fluoruro en la orina en áreas endémicas de fluorosis.(37,43)

Por tal motivo, se hace necesario establecer la concentración de fluoruro en la orina como un indicador biológico de la ingesta del mismo, para el control y seguimiento de un programa de este tipo.

En base a lo expuesto anteriormente, se realizó un estudio a nivel nacional para determinar la concentración de fluoruro en la orina de los escolares del nivel primario, inscritos en el ciclo lectivo de 1.993, de la República de Guatemala, dividido por regiones de salud. Específicamente en este estudio se trabajó en la región de salud de El Petén que comprende el departamento de El Petén. Se tomaron aleatoriamente seis escuelas

(conglomerados) y en cada una de ellas 25 escolares comprendidos entre las edades de 6 a 12 años, haciendo una muestra total de 150; de los cuales se obtuvo muestras de orina, que fueron analizadas en el Laboratorio de Radioquímica de la Dirección General de Energía Nuclear.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Siendo alta la prevalencia de enfermedades dento-periodontales en la población guatemalteca (38), se deben implementar programas preventivos de amplia cobertura, entre ellos la fluoruración sistémica. Para desarrollar programas de este tipo es importante contar, con ciertas investigaciones de carácter epidemiológico, así como, establecer los niveles de la ingesta de flúor en la población.

Por lo tanto el presente estudio pretendió establecer, cuál es la concentración de fluoruro en la orina de los escolares del nivel primario, inscritos en ciclo lectivo 1,993, en la región de salud de El Petén que comprende el departamento de El Petén; que es como un indicador biológico de la ingesta del ión flúor en la población.

4. JUSTIFICACION

En Guatemala, la alta prevalencia de enfermedades dento-periodontales ha constituido una problemática nacional, la cual no ha podido ser abarcada adecuadamente por la estomatología(38). La Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, desde 1,985 ha venido trabajando en el planteamiento, desarrollo, legislación e implementación de programas de fluoruración sistémica tales como el de la sal de consumo humano, como alternativa de programas preventivos de alta cobertura y más adecuados para la población guatemalteca.

Para poder desarrollar un programa de este tipo es necesario contar con investigaciones que sirvan de base, entre ellas: estudios de prevalencia de caries dental, enfermedad periodontal, concentraciones de fluoruro en la orina y en agua en áreas endémicas de fluorosis, las cuales ya han sido desarrolladas.(37, 38,43)

Actualmente, en Guatemala no se han realizado estudios a nivel nacional sobre la concentración de fluoruro en la orina, por lo que la realización de esta investigación en escolares de nivel primario de la República de Guatemala, específicamente de la región de El Petén; servirá como un indicador biológico basal de la ingesta del ión fluor en esta población; lo cual ayudará a estimar, controlar, así como, modificar la dosis de fluoruro que se deberán aplicar en un programa de fluoruración de la sal.

5. REVISION DE LITERATURA

En la presente revisión de literatura, se tomaron en cuenta: los temas sobre; el elemento flúor, su clasificación, su papel en la reducción de caries dental, las distintas vías de ingesta del mismo, su metabolismo, absorción, distribución, mecanismos de excreción, la prevalencia de caries y la monografía de la región.

Las enfermedades bucales, especialmente la caries dental y enfermedad periodontal, plantean un grave problema en América Latina ya que afectan aproximadamente a más del 90% de la población de todos los países de la región. Este problema se agrava aún más por la distribución irregular de la población, la topografía característica de los países, la disponibilidad limitada de servicios de salud estomatológica y factores socioeconómicos y culturales.

En lo que respecta a salud bucal, se sabe que las principales enfermedades infecciosas de la cavidad bucal, caries y enfermedad periodontal, tienen alta prevalencia (99% de escolares tienen lesiones de caries y el 100% tiene presencia de gingivitis), lo cual a la vez, se relaciona con la presencia de placa dentobacteriana en casi la totalidad de la población.(39)

De estos problemas la respuesta de la estomatología guatemalteca ha sido inadecuada e insuficiente, lo que se refleja en las magnitudes de los índices conocidos y su perspectiva es ha mantenerse, o ha incrementarse. Debido a las

espectativas anteriormente mencionadas, se hace evidente que la implementación de programas preventivos sería el único medio que permitiría la reducción de la prevalencia de estas enfermedades y con ello la magnitud del problema.(38)

El elemento más utilizado en la prevención de estas enfermedades es el ión flúor.(39)

El elemento flúor pertenece a la familia de los halógenos, que constituye la familia no metálica más reactiva. Reaccionan casi siempre formando iones negativos o compartiendo electrones. Como en muchas otras familias, el primer miembro es muy diferente al resto de la familia. En el caso del flúor, la diferencia se debe principalmente al pequeño tamaño del átomo del flúor.

El flúor es el elemento más reactivo de todos los elementos químicos (41), su aspecto a temperatura ambiente es de un gas verde amarillento; su punto de fusión es de -218 C, su punto de ebullición corresponde a -188 C; tiene una electronegatividad 4.0. Su número atómico es 9 y su peso atómico corresponde a 19;(33) su densidad es de 1.14 gramos/cm cúbicos.(46)

Puede combinarse con todos los elementos naturales a excepción de dos: Oxígeno y Platino.

La molécula diatómica del flúor F_2 , es un agente oxidante más fuerte que cualquier otro elemento en su estado normal. El flúor mantiene reacciones de combustión del mismo modo que el Oxígeno. La alta electronegatividad del átomo flúor a la par de un fuerte poder de reacción química hace que el elemento flúor no se encuentre libre, por esta razón, el flúor es muy difundido en

la naturaleza.(46)

Alrededor de un 0.065% del peso de la corteza terrestre la compone el flúor, su abundancia es tal, que ocupa el número 13 entre todos los elementos.

La materia comercial del flúor, es el mineral fluorita, llamado también en espatoflúor o calcita (CaF_2 fluoruro cálcico).(46)

Debido a su abundancia y gran capacidad de combinación, se encuentra también en el cuerpo humano, siendo necesario para el organismo y la salud. Por su comportamiento químico el ión flúor es fisiológicamente el más activo de todos los iones elementales, en presencia de una concentración baja de este ión puede producirse una inhibición o exhaltación de ciertos procesos enzimáticos, y el propio ión puede dar lugar a interacciones de gran importancia fisiológica con otros componentes orgánicos o inorgánicos del cuerpo humano.

CLASIFICACION DE LOS FLUORURDS

Diseminados a lo largo y ancho de la superficie terrestre existe una apreciable cantidad de fluoruros. Se conoce en general, dos tipos de fluoruros: los orgánicos (fluoracetatos, como fluorfosfatos y fluorcarbonos) y los inorgánicos. Con la excepción de los fluoracetatos los otros fluoruros orgánicos no se producen como tales en la naturaleza. (14,35)

Tanto los fluoracetatos como los fluorfosfatos son acentuadamente tóxicos. Los fluorcarbonos son muy inertes (en

virtud de las uniones flúor-carbono), y tienen baja toxicidad. Ninguno de los fluoruros orgánicos se emplea en fluoración.(24)

EFFECTO REDUCTOR DE LA CARIES.

En el decenio 1930-1940, se observó que los fluoruros ejercen influencia en la dentadura; inhibición pronunciada de la caries dental, y a dosis mayores perturbación de la formación del esmalte, influencia sobre la forma en las arcadas dentarias y sobre la gravedad y periodontopatías.(8)

El flúor actúa como un agente anticariogénico, reduciendo la incidencia de caries dental en un 50% aproximadamente a concentraciones de una a dos ppm. en el agua de consumo.

La incorporación de fluoruro in vitro es mucho mayor en el esmalte parcialmente desmineralizado de las lesiones incipientes que en el esmalte sano adyacente. La remineralización también puede ser inducida por el fluoruro ya que ésta, aumenta con aplicaciones tópicas de fluoruro al esmalte levemente gravado. El esmalte superficial es menos soluble a los ácidos que el esmalte subyacente y la menor solubilidad se relaciona con las elevadas concentraciones de fluoruro en el esmalte superficial. Solamente vestigios de fluoruro, se disuelven durante la disolución del esmalte. El fluoruro vuelve a precipitarse como fluorapatita, y el esmalte residual aumenta en fluoruro y se hace más resistente a la disolución. En la boca, la disolución por ácido es influida por la saliva. La saliva está normalmente sobre saturada con respecto a la fluorapatita y a la

hidroxiapatita, y la fuerza directriz está en favor del depósito más que, la disolución del esmalte. La placa dental tiende a actuar como barrera de difusión y anular el efecto protector de la saliva.

Durante una aplicación tópica de flúor se difunde en el esmalte cantidades significativas de fluoruro, dependiendo de la concentración de fluoruro, en la solución, el Ph y del tiempo de exposición.(35)

Existen varias teorías sobre el modo de acción de flúor en la prevención de la caries dental, pero existen dos que han suscitado gran interés:

1. La acción físico-química consiste en el fortalecimiento del esmalte en la formación de ácidos.

2. La acción antibacterial; el flúor inhibe las enzimas bacterianas productoras de los ácidos que atacan el esmalte.

La primera es la más aceptada y mejor fundamentada. Basándose en ella, se pueden resumir los complejos mecanismos de la reducción de la caries, así:

- a) La incorporación del ión flúor, hace que éste sea más insoluble frente a los ácidos, mediante la formación de cristales más grandes y con menos imperfecciones, estabilizando las uniones, y presentando menos superficie, por unidad de volumen susceptible a ser disuelto.

- b) El esmalte tendrá menos cantidad de carbonatos, lo cual reducirá también la solubilidad.

- c) Al producirse la reprecipitación de los fosfatos de

calcio disueltos, el flúor favorecerá su cristalización como fluorapatita.

Con respecto a la acción antibacteriana, ésta se basa en los siguientes aspectos:

a) La inhibición de los sistemas enzimáticos de las bacterias de la placa que producen los ácidos a partir de azúcar. Para que esto ocurra, el flúor debe estar presente como ión libre y no unido a la placa; en la placa se encuentran unas 100 ppm. de flúor pero sólo en 2 o 3% existe en forma iónica libre.

b) La inhibición del acumulo de polisacáridos intracelulares. En esta forma se previene la acumulación de carbohidratos dentro de las células, impidiendo así la formación de ácidos aún cuando no haya ingesta.

c) Efecto bacteriostático de flúor, aunque sólo se manifiesta con concentraciones mayores que las ideales. El flúor tiene efecto bactericida y bacteriostático sobre los estreptococos y, como es sabido el mutans es el principal formador de la placa. Esta acción está en relación a la concentración, habiéndose comprobado que 1 ppm. afecta la producción de ácidos y altera la actividad metabólica, 250 ppm. inhiben el crecimiento y 1000 ppm. tienen efecto bactericida.

d) Produciendo la capacidad de la superficie del esmalte para absorber proteínas.(5)

VIAS DE INGESTA DE FLUOR.

La ingesta puede ser por los pulmones (aire inspirado),
líquidos y sólidos. (34)

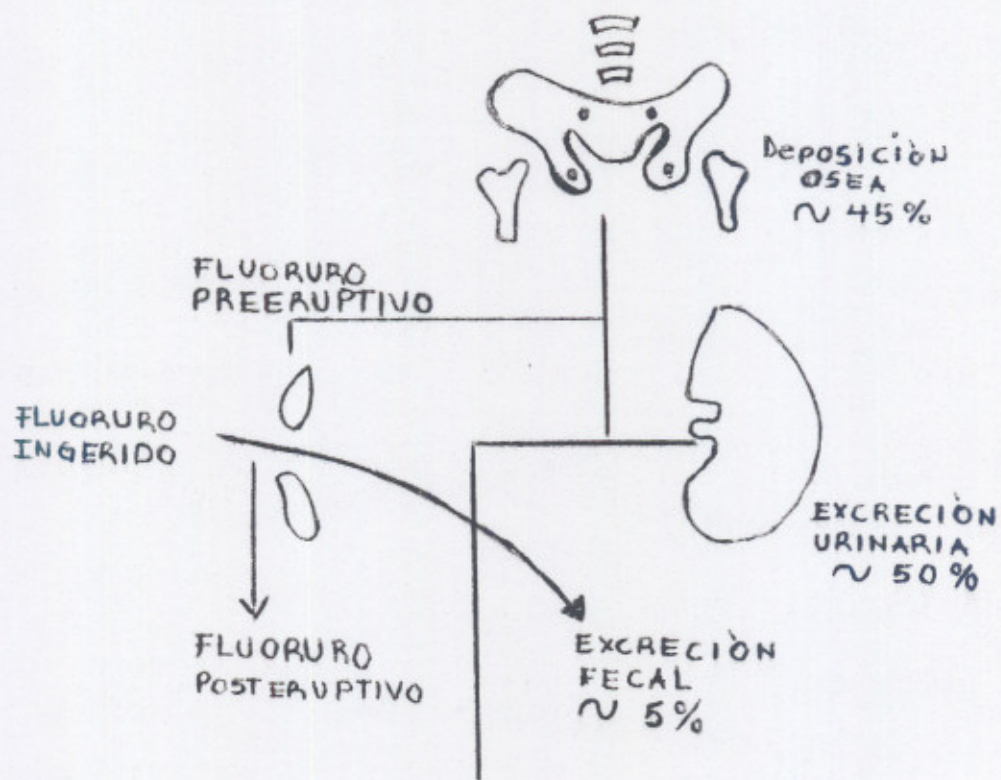


figura 1

DISTRIBUCION DE LOS FLUORUROS

AIRE

Pueden encontrarse concentraciones inusuales de fluoruro en el aire, en localidades cercanas a fábricas que producen acero o aluminio, donde el fluoruro es utilizado en dichos procesos, o bien, donde se explotan y procesen minerales como criolita (Na_3AlF_6). Normalmente, el aire, debería contener aproximadamente 0.1 microgramos de fluoruro/m³; mientras que concentraciones tan altas como 3 mg/m³ pueden ser inspiradas por trabajadores en fábricas de aluminio. La absorción del fluoruro puede ser estimada de datos en huesos y orina. Por lo tanto, cuando aumenta la ingesta de fluoruro se encontrará más de éste en los huesos o en orina.

Gases o partículas de polvo, que contienen fluoruro, al ser inhalados, son absorbidos rápidamente, como se ha visto por el rápido aumento en el fluoruro urinario.(34)

AGUA POTABLE.

El uso de agua fluorada para beber o cocinar es la mayor fuente de flúor en la dieta. El consumo de agua está influenciado por la actividad física y variaciones en la temperatura ambiente y la humedad. Además de esto, en el caso de los niños, el consumo diario de agua está relacionado a la cantidad de líquidos ingerida, particularmente leche, bebidas envasadas y jugos de frutas.(31)

La concentración de flúor en aguas naturales fluctúa entre niveles casi no detectables y un valor reportado de 2800 ppm.

El nivel óptimo para la reducción de caries dental sin producción indeseable de dientes moteados es de 1 ppm. para climas templados, lo que provee una ingesta diaria total de 0.5 a 1 mg de flúor por día a niños durante el período de formación dental y 1.5 a 2 mg a adultos.(33)

EL FLUOR EN LA DIETA DIARIA DEL HOMBRE

El total del flúor en la dieta está afectado no solamente por la cantidad en alimento sino también por una serie de factores, que incluyen: la naturaleza del alimento, la cual está determinada por el valor cuantitativo de los alimentos en la dieta, la técnica de preparación, la cantidad de flúor en el agua usada para preparar el alimento, el contenido de flúor en condimentos, preservantes y la posible transferencia del flúor del recipiente utilizado en la cocción de alimentos. El flúor no se precipita durante la cocción y no es perdido grandemente por el consumidor; como consecuencia de la evaporación durante la preparación, aumenta la concentración de flúor de 1.5 a 3 veces.(14)

En el caso de los fluoruros ingeridos con los alimentos, el agua u otras bebidas y las preparaciones fluoradas, el interés reside en la cuantía del flúor absorbido. Cuando el fluoruro se administra con un fin concreto (bien en dosis óptimas para la prevención de la caries dental o a grandes dosis durante un corto período de tiempo para el tratamiento de la osteoporosis), es esencial que el ión flúor sea absorbible.(35)

Posible cantidad de flúor en dieta diaria:

Considerando que los alimentos en la dieta diaria pesan 2 Kg y el contenido promedio de flúor en los alimentos es de 0.3 a 0.5 mg/Kg, una persona podría estar recibiendo 0.6 a 1 mg de flúor por día con los alimentos.(14)

Otra forma de hacer cálculos tentativamente, sería considerando el contenido promedio de flúor promedio por grupos de alimentos así:(14)

- I Pan y cereales 0.6mg/Kg
- II Vegetales y frutas 0.2mg/Kg
- III Carne y pescado 0.4mg/Kg
- IV Leche y derivados 0.2mg/Kg

Una dieta balanceada en el adulto debería consistir en:

- 600 gr. de alimentos del grupo I
- 600 gr. de alimentos del grupo II
- 250 gr. de alimentos del grupo III
- 500 gr. de alimentos del grupo IV

Ingestión a partir de los alimentos:

El flúor se ingiere normalmente con los alimentos en una cantidad promedio de 0.5 mg diarios, habiendo alimentos que lo contienen en mayor cantidad que otros (por ejemplo el pescado tiene 27 ppm., el té 1 ppm.) pero la mayor parte está incorporada a compuestos insolubles, por lo cual su influencia sobre el total de iones de flúor disponible es variable.(5)

Ingestión a partir de preparados fluorados:

Para la prevención parcial de la caries se suelen utilizar comprimidos y pastillas que contienen 1 mg de Fluor en forma de fluoruro sódico y que permiten administrar la dosis óptima necesaria. Si los comprimidos se ingieren con las comidas, la absorción del fluoruro es casi completa, si bien depende de la composición del régimen alimenticio; si se toman entre comidas, la absorción es tan completa como en el caso del fluoruro sódico ingerido con el agua.

Se ha señalado la posibilidad de que la ingestión de un comprimido diaria de 1 mg de fluoruro, quizás resulte menos eficaz para prevenir la caries dental debido a la rapidez con que se absorbe y se excreta, que la administración de la misma dosis a lo largo del día en pequeñas cantidades por ejemplo mediante el suministro de agua potable fluorada; en vista de ello se ha propuesto el empleo de comprimidos de acción retardada, constituida por una mezcla de fluoruros solubles y poco solubles.(35)

METABOLISMO DE LOS FLUORUROS

El metabolismo de los fluoruros se refiere a su absorción, distribución y excreción (Figura 2). El conocimiento detallado acerca de este asunto, se requiere debido al grado de retención de fluoruro en todo el cuerpo, el cual está asociado con los efectos benéficos hasta ciertos niveles de ingesta más allá de éstos, pueden aparecer efectos adversos tales como la fluorosis dental.(44)

METABOLISMO GENERAL DEL FLUORURO

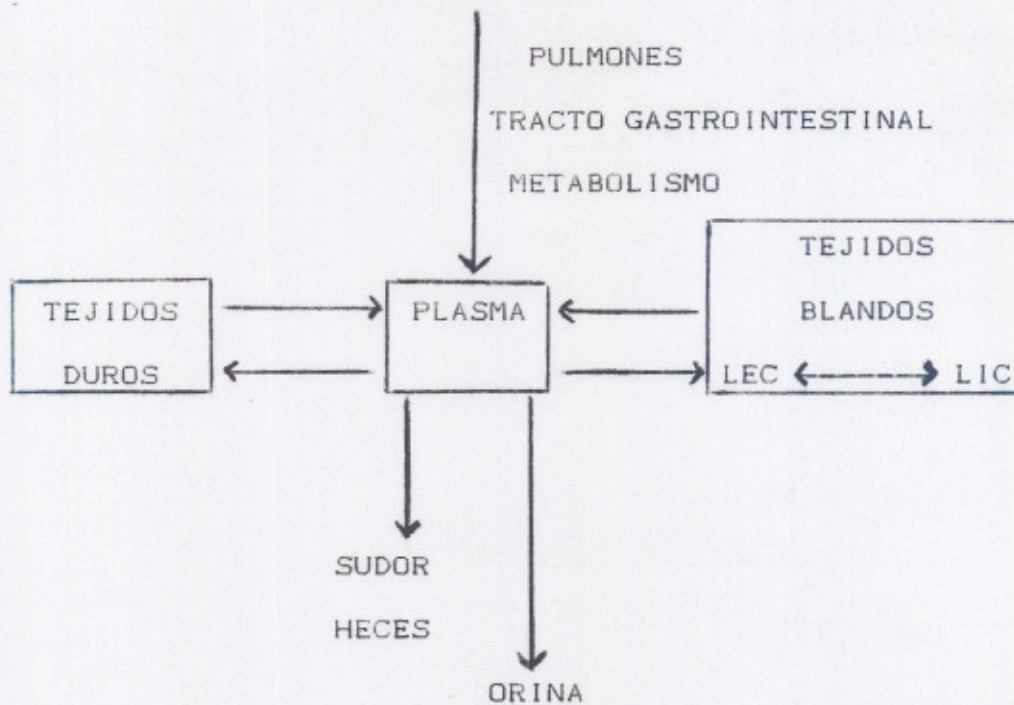


Figura 2. Metabolismo general del fluoruro. Los destinos finales del fluoruro absorbido en climas templados con su captura por los tejidos calcificados y excreción por la orina. La pérdida del fluoruro por el sudor puede ser una vía importante en los climas tropicales.

La relación entre la ingesta y retención de fluoruros no puede describirse mediante una simple ecuación. Esto último es cierto; tanto cuando se comparan diferentes individuos como cuando un mismo individuo es considerado.

Esta complejidad se deriva del hecho de que los aspectos cuantitativos del metabolismo de los fluoruros, pueden ser diferentes tanto en distintas personas como en una misma, en distintas épocas. (35)

ABSORCION DE FLUORUROS

Debe ser definida como el transporte de materiales a través del lumen del tracto gastrointestinal, donde son absorbidos, por los capilares y distribuidos en todo el cuerpo para su utilización.(34)

Sólo los estudios sobre el metabolismo humano proporcionan datos suficientes respecto a la proporción de fluoruros que se absorben en relación con la cantidad ingerida.(8)

Conviene recordar algunos aspectos generales:

- 1) Los fluoruros pueden proceder de fuentes orgánicas o inorgánicas.
- 2) Los compuestos inorgánicos de flúor se pueden clasificar en solubles, insolubles e inertes.

Los compuestos orgánicos, en función de su solubilidad, liberan iones flúor que posteriormente son absorbidos. En relación a los efectos del flúor es importante indicar, que solamente el ión flúor desempeña un papel importante.(8)

El flúor ingerido es rápida y casi completamente absorbido, al menos que haya sido ingerido en forma de sales insolubles o compuestos orgánicos.(33)

En el caso de los compuestos de flúor poco solubles es incompleta y depende de la solubilidad, de las propiedades físicas de los cristales, del tamaño de las partículas, del tipo de ingestión, etc..

Los compuestos de flúor inerte son tan estables que no liberan iones de fluoruro, por lo tanto la absorción es nula (el

KBF₄, por ejemplo, se elimina totalmente por la orina y las heces).

Los compuestos fluorados orgánicos (fluoracetatos, fluorfosfatos, hidrocarburos fluorados, etc.) se absorben o inhalan como tales, pues no dan lugar a iones flúor.(8)

MECANISMO Y LUGAR DE LA ABSORCIÓN

La absorción de fluoruros es un proceso esencialmente pasivo, en el que no participa ningún mecanismo activo de transporte (8,32,33). La absorción como ión flúor se realiza mediante un mecanismo de difusión, que es modificado por la edad, y la ingesta anterior.(5)

Después de su absorción el flúor es distribuido por los líquidos extra celulares, siendo metabolizados en el organismo en dos formas:

- 1) Se produce el depósito, principalmente en el tejido óseo y dentario.
- 2) Excreción por vía renal.

En la etapa de depósito, la cantidad retenida se ve influenciada en primer lugar por la edad, ya que en los niños con tejidos duros en formación, puede haber una retención del 50% de la dosis diaria ingerida; en el adulto sólo se retendrá de 2 al 10%, mientras que en la vejez, en base a estudios realizados el incremento de la fijación del fluoruro, contrarestaría la osteoporosis senil.(36,41)

En segundo lugar, también influye la ingesta previa, ya que

cuando menor sea la demanda existente, mayor será la eliminación, que si bien se cumple casi totalmente por el riñón, existe también una pequeña excreción fecal de flúor no absorbido, habiendo además, pequeñas cantidades en la leche, la saliva y la transpiración, pudiendo llegar esta última a cantidades apreciables en épocas y zonas calurosas.

Otro factor que hace variar la absorción del flúor, es la presencia de calcio (el cual precipita en forma de fluoruro de calcio), cuya solubilidad, disminuye sensiblemente la presencia de iones flúor libres. Esta acción bloqueadora de calcio, fue demostrada experimentalmente por Sognaes y colaboradores (36) quienes observaron que al suministrar flúor con agua destilada, se obtenía una absorción del 90% mientras que, si se le agregaba una pequeña porción de cloruro de calcio, la absorción descendía al 25%.

Más del 95% de la absorción del flúor ingerido ocurre a través de la mucosa gastrointestinal, ganando acceso a los fluidos y tejidos del cuerpo humano. La absorción también puede ocurrir a través de la mucosa bucal, particularmente de soluciones acidificadas, pero la tasa es muy baja comparada con la absorción gastrointestinal. (5,33,34,44)

Como se mencionó con anterioridad este proceso es realizado por difusión directa y simple, más que por transporte activo, que requiere energía y procesos enzimáticos.

La tasa de absorción de los fluoruros que se ingieren es usualmente rápida, toda vez que se trate de fluoruros solubles

en agua y que los iones que pueden combinarse con los fluoruros estén en muy bajas concentraciones (calcio, magnesio, hierro, aluminio).

Generalmente, se acepta que si se reúnen estas condiciones, la mitad del tiempo para la absorción es de aproximadamente 30 minutos (el tiempo que toma absorberse el 50% del remanente del fluoruro no utilizado). Hasta el 75% de una dosis ingerida se absorberá en la primera hora y aproximadamente el 90% en 8 horas.

Los niveles de flúor en el plasma aumentan en las mediciones antes de los primeros 5 minutos que siguen a la ingestión. Esto indica que a diferencia de muchas otras sustancias, los fluoruros son rápidamente absorbidos a través de la mucosa gastrointestinal. (35,44)

Este proceso es influenciado por el pH del medio, y si este es menor de 3 la mayor cantidad de flúor está en forma de HF cuyas moléculas, por ser de volumen más pequeño que el ión flúor, se difunden más rápidamente; por ésto al ser el pH del estómago de 1 a 3, llega a una rápida penetración y absorción directamente desde este órgano.(5)

Estudios realizados en animales de laboratorio han demostrado que la tasa de absorción de los fluoruros a partir del estómago es mayor cuando la acidez de su contenido alcanza el punto máximo. Este hallazgo sugiere que la difusión del ácido débil, ácido fluorhídrico (HF; $pK_a=3.4$), es el mecanismo subyacente de la absorción. Por lo tanto, la magnitud y el tiempo que toman los fluoruros para alcanzar su punto máximo

en el plasma, están inversamente relacionados con el pH del contenido gástrico.(44)

Se ha demostrado que:

- 1) Existe una relación directa entre la velocidad de la difusión y el área de la pared intestinal a través de la que tiene lugar éste proceso.
- 2) Que los tóxicos enzimáticos (ejemplo cianuro sódico, yodoacetato sódico o 2.4-dinitrofenol) no alteran la difusión de dentro a fuera de las distintas partes del intestino.
- 3) Las variaciones de la temperatura entre 30 y 37 grados Centígrados no ejercen influencia alguna en la difusión del ión fluoruro a través del intestino.

Estas observaciones indican que los iones flúor se absorben por un proceso de difusión normal a través de la pared gastrointestinal.(35)

La absorción de los fluoruros disueltos en el agua potable es casi total (86-97%) y no depende de la concentración del ión flúor que puede variar desde vestigios hasta 8 ppm. o más.

Cabe preguntarse hasta que punto la dureza del agua puede dificultar la absorción del fluoruro. A este respecto se sabe que, entre todos los elementos inorgánicos que se encuentran en el agua potable, sólo el calcio y el magnesio suelen alcanzar una concentración suficiente (de 1 ppm. en las aguas muy blandas a 100 ppm. en las muy duras) para combinarse con el ión flúor.

Se ha señalado que en las aguas potables que contienen 1 ppm. de flúor, el 0.03 a 2.8% de este se encuentra unido al

calcio y el 0.3 al 2.8 al magnesio según la dureza del agua. No obstante, en cualquier agua potable con un contenido de flúor hasta 16 ppm. y un pH de 5 o más. La totalidad del flúor se encuentra en la forma de iones flúor que puedan absorberse casi completamente.

Tanto los compuestos de flúor que se encuentran naturalmente en el agua como los que se añaden a la de abastecimiento público (NaF, Na₂SiF₆, HF, (NH₄)₂ SiF₆) con el objeto de aumentar hasta un ppm. la concentración de flúor, libera iones de flúor que son absorbidos casi totalmente en el conducto gastrointestinal.(8)

Todas las bebidas contienen, como es lógico, los iones de flúor presentes en el agua utilizada para su preparación. Este fluoruro se absorbe en la misma medida que el contenido en el agua. Tampoco existe diferencia alguna entre el agua corriente y las aguas minerales y los vinos (que pueden contener hasta 10 ppm y 6 ppm. de F, respectivamente) en lo que se refiere a la absorción de iones flúor.

La absorción de los fluoruros presentes en la leche y en el té se ha estudiado utilizando ¹⁸F y concentraciones de F de 1 y 4 ppm. han sido reportado (9,36). Se ha observado que la absorción del fluoruro ingerido con la leche es más lenta que la del ingerido en el agua, si bien los porcentajes finales de absorción son casi iguales, se estima que este retraso de la absorción podría deberse a la coagulación de leche en el estómago y a una difusión incompleta de los fluoruros.

El té es una fuente natural de flúor relativamente

importante, el contenido de fluoruros, varía según los tipos de té entre 3.2 y 400 ppm. en peso del producto fresco. El té que se consume diariamente contiene unas 100 ppm. de fluoruros; de esta cantidad se extrae un 90% al preparar la infusión, con lo que la concentración de flúor que esta viene a ser de 1 ppm. . Se ha demostrado que el fluoruro del té se absorbe algo más difícilmente que el agua.(8)

La absorción de los fluoruros presentes en los alimentos depende de la solubilidad de los fluoruros orgánicos presentes en la dieta y de la riqueza en calcio de esta.

Aproximadamente se absorbe el 80% de los fluoruros existentes en la alimentación humana. Si se añaden compuestos de calcio (fostatos o carbonatos cálcicos) o de aluminio, la absorción disminuye de una manera notable (hasta un 50%) debido a que el fluoruro se combina para dar compuestos menos solubles con el consiguiente aumento de la cantidad eliminada de las heces.

Los compuestos de flúor solubles que se añaden a la dieta normal del hombre se absorben con la misma facilidad que si estuvieran disueltos en agua, mientras que la absorción de los compuestos de flúor menos solubles añadidos a los alimentos es un 20% menor.(8)

LUGAR DE LA ABSORCION

Los trabajos con el ^{18}F realizados en el hombre y en los animales domésticos hacen pensar que la absorción de los fluoruros se efectúa en el estómago y porciones del intestino

delgado, a juzgar por la rápida aparición de éstos en la sangre. Los experimentos in vitro han demostrado el paso del ión fluoruro a través de la pared gástrica como del conducto intestinal.

Según estudios realizados por Stookey, Crane y Muhler, en animales, el fluoruro se absorbe en la totalidad del conducto gastrointestinal, y posiblemente en el hombre suceda lo mismo. El fluoruro se absorbe rápidamente y se excreta al poco tiempo por la orina, donde en las 12 horas siguientes a la ingestión, puede encontrarse por lo menos el 75% de fluoruro. (8,35)

El fluoruro puede penetrar ocasionalmente en el organismo por absorción cutánea por ejemplo cuando se maneja fluoruro de hidrógeno. La absorción de fluoruro en forma de fluoruro de hidrógeno, vapores o polvo de compuestos fluorados puede tener importancia en el campo de la higiene del trabajo. La absorción del fluoruro por los pulmones es rápida y casi total. (8)

DISTRIBUCION

Debido a la presencia casi universal del flúor en los alimentos y en agua, la ingestión de este elemento es inevitable y muy probablemente se ha producido a lo largo de todo proceso evolutivo del hombre. Esta circunstancia explica la presencia constante de fluoruro en los tejidos y en los líquidos orgánicos. (8)

Después de la absorción, los fluoruros pasan a la sangre para su distribución en todo el cuerpo y su excreción parcial. (44)

Las concentraciones plasmáticas normales del flúor se ubican de 0.02 a 0.05 ug/ml cuando se tiene una ingesta óptima de 1.5 a 4 mg por día; en colectividades con agua fluorurada a razón de 1mg. por litro el nivel fluoruro en el plasma en ayunas, es de 0.02 mg. por litro aproximadamente y su concentración en orina es unas 50 veces mayor. Después de la ingestión de fluoruros (dieta, agua) y su absorción, su concentración en el plasma empieza a subir casi de inmediato, antes de los 5 minutos, hasta alcanzar su valor máximo una hora después (de 30' a 60'). De tres a seis horas después se aproxima a los niveles anteriores de la ingestión (11). El plasma constituye un medio adecuado para determinar el contenido de fluoruro en los líquidos orgánicos. Los resultados son más precisos que en la sangre completa, debido a la desigual distribución de fluoruro entre los glóbulos rojos y el plasma. A igualdad de volumen, el contenido de fluoruro de los hematíes equivale al 40-50% del plasma, en el que se encuentran las tres cuartas partes de fluoruro hemático total.

Existen en el organismo mecanismos reguladores que mantienen casi constante la cantidad de fluoruro en el plasma y, por consiguiente, en otros líquidos orgánicos (40). Estos mecanismos entran en acción en caso de variaciones notables de la cantidad de fluoruros ingeridos con los alimentos o en presencia de ciertos procesos metabólicos anormales, con el resultado de que el fluoruro absorbido sólo produce una variación ligera y transitoria de la concentración plasmática. La regulación de la concentración de fluoruros se basa fundamentalmente en el gran

volumen de líquidos extracelulares en los que se diluye el fluoruro absorbido.(8)

Las concentraciones de fluoruro en el plasma y otros fluidos orgánicos no son regulados homeostáticamente a niveles fijos como se creía, sino por el contrario ellos reflejan el nivel de ingesta de fluoruros en el individuo.(44)

La concentración de fluoruros en el plasma de adultos que viven en un área donde el agua contiene el ión flúor a un nivel de 1 ppm., es aproximadamente 1.0 micromoles por litro (1.0 micromoles o 0.019 ppm.).

Tal como se indicó anteriormente, sin embargo, la ingesta es sólo un aspecto de ese asunto. Los niveles de flúor en el plasma, orina y tejidos, también son influenciados por los aspectos cuantitativos del metabolismo de los fluoruros en cada individuo, al grado de que ellos pueden no estar directamente relacionados con la ingesta de los fluoruros.(44)

Del plasma los fluoruros se difunden hacia los fluidos extra e intracelulares de la mayoría de los tejidos blandos donde rápidamente se establece una distribución de equilibrio dinámico.(44)

Se exceptúan los tejidos del cerebro y tejido adiposo, donde la penetración es lenta y las concentraciones de fluoruro son relativamente bajas.

El término "equilibrio dinámico" indica que las concentraciones de flúor en los fluidos extra e intracelulares no son iguales, (los niveles intracelulares son ligeramente menores)

además de que cambian proporcional y simultáneamente.

De esta manera, después de consumir sal fluorada o fluoruro de otras fuentes, se da un incremento temporal en los niveles de fluoruros del plasma y de otros fluidos del cuerpo humano. Estos fluidos incluyen los especializados del cuerpo humano, con la saliva de los conductos salivares, el fluido del surco gingival, la bilis y la orina. Durante el curso del día y de acuerdo al patrón de ingestión, sin embargo, los fluidos orgánicos elevan sus niveles de fluoruros y luego caen varias veces. (44)

Mientras los niveles de plasma aumentan, las concentraciones de fluoruro en los diferentes tejidos blandos también se elevan. El punto más alto de los niveles en el plasma usualmente sigue a una rápida caída en la concentración. Esto se debe, a que la cantidad total de fluoruro gran parte ha sido absorbida y a que una rápida clarificación del plasma ocurre en los riñones y los tejidos calcificados (44). Por el comportamiento del flúor en el plasma descrito anteriormente, perfectamente se puede llevar a cabo el control de ingesta de flúor; sin embargo, es importante considerar que la punción venosa para la obtención del plasma, representa un primer tropiezo en estudios de población tanto por su alto costo como por la poca participación en forma voluntaria de las personas seleccionadas; además las concentraciones tan bajas de flúor en el plasma nos lleva al límite de sensibilidad del electrodo específico ($10^{-6}M$) usado para su medición, debiendo usarse el método de difusión y no el directo, aumentándose el costo y el tiempo de análisis (11). Es importante tomar en

cuenta que las concentraciones de flúor de la orina que entra a la vejiga, concuerda minuto a minuto con los niveles de flúor en el plasma aún cuando los niveles de flúor en la orina son más alto. (44)

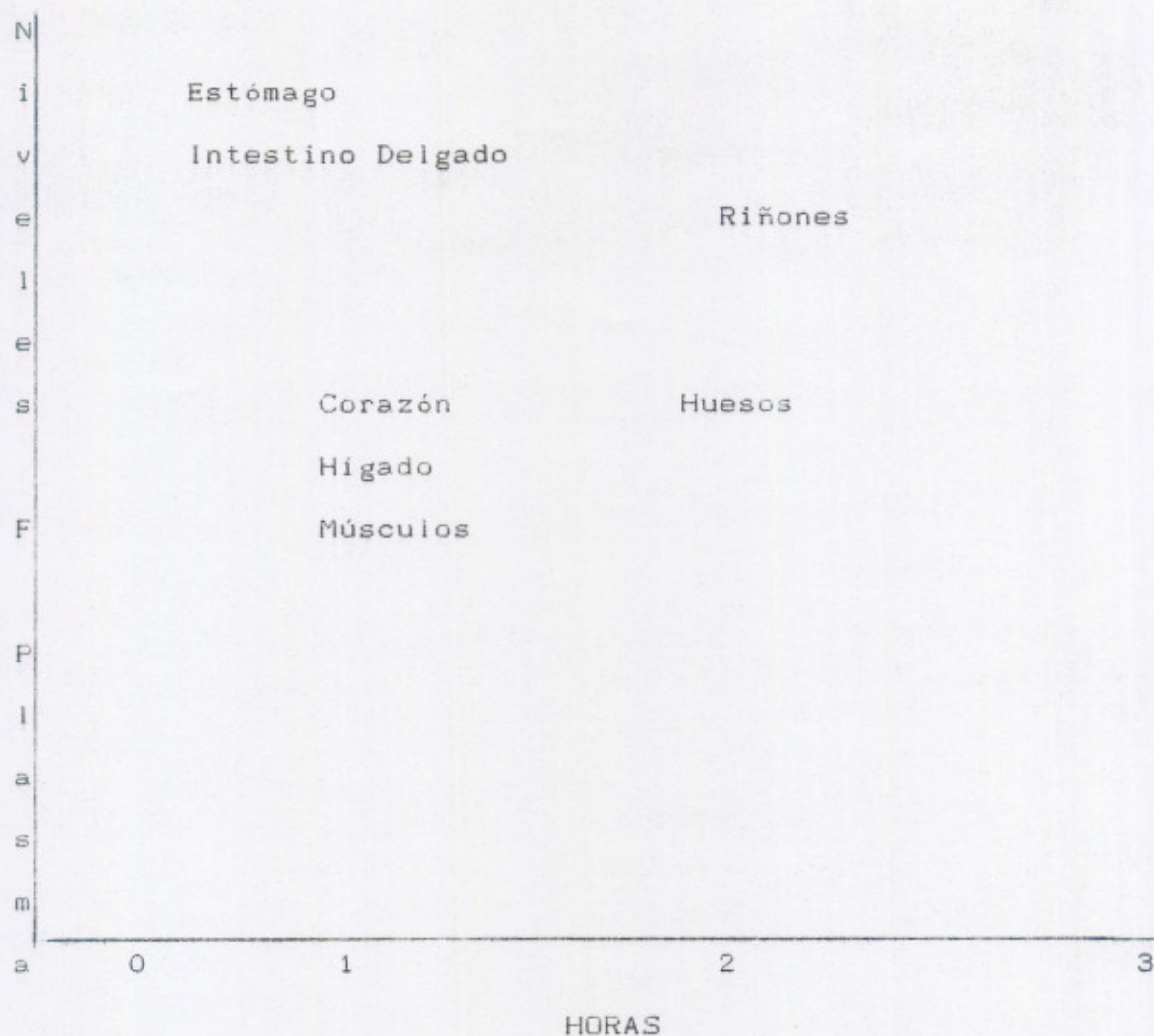


Fig. 3 Cambios de las concentraciones de fluoruro en plasma después de la ingesta de pequeñas cantidades del ión. Se muestran los tejidos principales que determinan el curso. Las concentraciones no son indicadas; dependerán del tamaño de la dosis. El punto más alto usualmente se alcanza entre 30 y 60 minutos.

El fluoruro posee una notable afinidad por los tejidos duros y se encuentran en todas las muestras de huesos y dientes analizadas. Posiblemente ello se debe a que no existe alimento alguno ni agua natural, que no contenga fluoruros, siquiera sea en forma de indicios. Aunque la cantidad de fluoruro ingerida

sea muy pequeña, aproximadamente la mitad pasa a los tejidos duros y queda retenida en ellos, mientras el resto se excreta rápidamente.

La proporción de los fluoruros retenida en diferentes partes del esqueleto y en los dientes, depende de la cantidad ingerida y absorbida por el organismo, de la duración de la exposición al fluoruro y de la localización, el tipo y la actividad metabólica del tejido. (8,14)

Debido a la gran afinidad del flúor por la apatita, los tejidos calcificados adquieren, las más altas concentraciones del ión de todos los tejidos, aproximadamente el 99% del ión flúor se asocia a estos tejidos (33,34). En ellos existe fundamentalmente en la forma de fluorapatita $[Ca_{10}(PO_4)_6F_2]$. En esta fase está grandemente unida a los minerales pero no es irreversible.

En los tejidos calcificados, la concentración de fluoruro va en disminución por este orden: cemento, hueso, dentina y esmalte. Los tejidos calcificados, normales o ectópicos, tienden a fijar fluoruro, existiendo una relación lineal entre el contenido de fluoruro del esqueleto humano y del aguas potable. Esto se debe, a que la mayor parte del fluoruro que se ingiere proviene del agua, aunque esta aportación puede variar. El fluoruro se fija en la matriz cristalina mineral de los huesos y dientes, y posiblemente también en la superficie de los cristales. (8)

El factor que más fuertemente influencia la toma de flúor por los tejidos calcificados es la edad de las personas; es decir el estado de desarrollo del esqueleto (44,48); Existen

varios hallazgos relevantes en estudios hechos en humanos, Zipkin y colaboradores informaron que la concentración de fluoruro en muestras de orina de niños fue aproximadamente la mitad de la encontrada en adultos (48). Gedalia, por su parte informó que las concentraciones de flúor en la orina de niños de 1 a 3 años de edad, eran tan sólo la mitad de aquella de niños de 4 a 6 años de edad. (16)

El cambio rápido de los tejidos esqueléticos durante el crecimiento, es un factor en la retención esquelética de fluoruro. La "creación" de fluoruro durante el crecimiento rápido del esqueleto resulta esencialmente en dos mecanismos:

1. La actividad metabólica mayor de los constituyentes del hueso recién formado con el mayor índice de deposición de fluoruro y
2. La incorporación de fluoruro en los tejidos como crecen y aumentan de tamaño.

Un tercer factor que podría considerarse, es la ausencia de grandes cantidades de fluoruro anteriormente depositado. (14)

Los factores que determinan la incorporación del flúor a las estructuras dentales son esencialmente los mismos que en el caso de los huesos. Al igual que estos, los dientes también fijan el fluoruro más rápidamente durante el período del crecimiento y del desarrollo. Sin embargo el tejido dentario se diferencia de los huesos en que una vez formado, no se estructura. Por otra parte, la poca permeabilidad de la dentina madura y sobre todo del esmalte, determina una restricción iónica que no se observa en el tejido óseo. En las fases iniciales de la odontogénesis, la

escasa calcificación apenas dificulta el transporte iónico. Por lo tanto, durante los periodos de formación y calcificación es máxima la absorción de fluoruro por la dentina y el esmalte. Aún después de terminado el crecimiento, la fijación de fluoruro sigue siendo apreciable durante algún tiempo, probablemente porque los dientes incompletamente calcificados prosiguen su proceso de mineralización. (14)

EXCRECION

El fluoruro, constituye un excelente ejemplo de elemento acumulativo por las características de su deposición en el hueso. Como la exposición prolongada y excesiva al fluoruro no sólo se traduce por la aparición de grandes concentraciones de flúor en el sistema óseo sino también por ciertos efectos nocivos característicos en las estructuras dentarias, (fluorosis) el problema de la eliminación es de gran importancia.

El fluoruro se excreta en la orina, la piel descamada, el sudor y las heces. También se encuentran pequeñas cantidades de fluoruro en la leche, la saliva, el cabello y probablemente en las lágrimas. (8)

EXCRECION FECAL:

Aproximadamente del 5 al 10% de la excreción diaria de fluoruro se realiza por las heces; sin embargo, si la alimentación contiene compuestos de flúor relativamente insolubles o compuestos que precipitan el fluoruro (ej: sales de

calcio o aluminio), la excreción fecal puede ser considerablemente mayor, llegando hasta el 30% o más. Por lo anterior, además de lo difícil de manipular este tipo de materia y la dificultad de manejar cantidades exactas de la misma, son razones que no permiten que se realicen exámenes de rutina con este tipo de muestra.

EXCRECION POR EL SUDOR:

En un ambiente confortable la pérdida diaria del fluoruro por el sudor es probablemente insignificante. En individuos sometidos a una temperatura de 30 C aproximadamente y a una humedad relativa del 50% el fluoruro eliminado por el sudor puede representar el 25% de la excreción diaria total.

Lo difícil de la recolección de este tipo de muestra, no nos permite evaluaciones de población así como la determinación de la excreción en 24 horas.

EXCRECION POR LA SALIVA:

Sólo una cantidad insignificante del fluoruro total ingerido se excreta por la saliva, la misma obtenida del conducto de la parótida presenta unos valores medios de un 70 a 80% de los valores del plasma, lográndose una aproximación de las concentraciones de fluoruro circulante.

Aunque la metodología de recolección de muestra, principalmente de la glándula parótida se logra estandarizar y ejecutar en un tiempo aproximado de 4 minutos, para estudios de

población y excreción en 24 horas no se presenta como una buena alternativa; además de que sus niveles de fluoruro están usualmente cerca del límite de sensibilidad del electrodo, al igual que en plasma, aumentándose el costo y el tiempo del análisis.

EXCRECION URINARIA:

La principal vía de excreción del fluoruro es la urinaria, siendo ésta la que mantiene el equilibrio fisiológico ya que a mayor ingesta, mayor excreción (5). La cuantía de la excreción, está gobernada por varios factores: a) la ingestión total de flúor, b) la forma de la ingestión, c) el carácter regular o accidental de la exposición del individuo al fluoruro y d) el estado de salud del individuo, sobre todo en lo referente a enfermedades renales avanzadas. (8)

En los adultos, la excreción urinaria de fluoruros en 24 horas suele oscilar entre el 40 y 60% de la ingestión diaria, considerándose como una regla que lo excretado representará un 50%, aunque no es infrecuente observar valores fuera de este margen, ya que en la excreción intervienen variables de la función renal como: ritmo de filtración glomerular, velocidad de flujo urinario (valores en plasma mayor de 0.6 mg. por litro, puede provocar un aumento pasajero de la velocidad del flujo urinario) y el PH de la orina, con una alcalinidad más grande, que dan un promedio más alto de excreción del fluoruro.

Por consiguiente la orina constituye el fluido orgánico que

presenta las mejores características para evaluar ingesta de flúor, como son: su alta concentración con respecto a otros fluidos, su fácil obtención, excreción en forma inmediata, etc.(8)

Influencia de las condiciones de ingestión del fluoruro:

Se considera que la concentración de fluoruro en la orina es uno de los mejores índices de la ingestión del ión flúor. Ahora bien, a analizar la importancia de la concentración urinaria es conveniente distinguir por lo menos dos grupos de individuos basándose en las condiciones en que ingieren el fluoruro.(7)

1. Individuos cuya ingestión es bastante constante. La concentración urinaria de fluoruro puede variar en ellos si ingieren cantidades variables de fluoruro con la alimentación usual o si beben cantidades variables de agua. Sin embargo, si se estudian a lo largo de meses, la ingestión, la excreción urinaria y las concentraciones óseas de fluoruro tienden a alcanzar, al menos superficialmente, un estado de equilibrio. En la mayoría de estos grupos la concentración urinaria de fluoruro suele ser bastante baja (1 a 2 ppm. o incluso menos).

Ciertos grupos, sin embargo, están extraordinariamente expuestos al fluoruro por diversas razones: exposición laboral, presencia de fuertes concentraciones de flúor en el agua potable o consumo excesivo motivado por la elevada temperatura ambiente, etc. En estos grupos se encuentran concentraciones urinarias de fluoruro mucho más altas, pero es de suponer que también acaban

por alcanzar un estado de equilibrio.(8,48)

2) Individuos que a intervalos irregulares sufren una exposición al fluoruro breve pero intensa. Estos sujetos se mantienen "relativamente inexpuestos" en el estudio de que sus tejidos óseos no están en absoluto "saturados". En los períodos transitorios en que la ingestión de fluoruro es anormalmente elevada, los rápidos procesos de distribución y excreción del fluoruro a) depositan aproximadamente la mitad del exceso de este en el sistema óseo y b) eliminan del organismo el resto por la orina.

Excreción de fluoruro en los individuos constantemente expuestos.

Relación entre la concentración urinaria y la ingestión.

En el hombre, la concentración de fluoruro depende en gran parte de la concentración de este en el agua potable, ambas son equivalentes.

La concentración urinaria de fluoruro en los habitantes de poblaciones que consumen agua rica en flúor varía entre amplios límites. En una colectividad abastecida con agua fluorada a razón de 1 ppm., la concentración urinaria normal oscila entre 0.5 y 1.5 ppm. (8). Estudios realizados por Zipkin, Likins, McClure y Steere, (48) muestran que el contenido de fluoruro en la orina de adultos, correspondía estrechamente al contenido natural de flúor en el agua de consumo. En lugares donde el agua estaba libre de flúor el contenido del ión en la orina en adultos

fue de 0.3 a 0.5 ppm. .

En el agua fluorada artificialmente a 1 ppm, la concentración urinaria de flúor en adultos que la bebían aumentó en un lapso de 1 a 6 semanas a 1 ppm. . En otro estudio realizado por Smith, Gardner y Hodge (40) se estudiaron dos poblaciones con contenidos de flúor en el agua de consumo de 0.06 ppm. y 1.0-1.36 ppm. respectivamente. Se observó que, a medida que la concentración de flúor aumentó de 0.06 a 1.36 ppm. (veinte veces más), la concentración urinaria media aumentó de 0.06 a 1.12 ppm. (diecinueve veces más).

Las personas que han residido muchos tiempo en poblaciones que consumen agua fluorada y en las que se llega probablemente a un balance equilibrado de fluoruro, acaban por excretar una cantidad diaria de flúor prácticamente igual a la que ingieren. Cierta proporción de la cantidad diaria ingerida se almacena en los huesos, pero esta retención queda compensada por el flúor movilizado de los depósitos del esqueleto.

Un individuo que bebiera un litro de agua diario y excretara un litro de orina con la misma concentración de flúor tendría un balance equilibrado de fluoruro. Sin embargo, este cálculo tan simple puede conducir a interpretaciones erróneas.

Los alimentos aportan casi la mitad de la ingesta hídrica total y, salvo en casos de intensa sudoración, casi la mitad del agua ingerida se pierde insensiblemente por los pulmones. Así pues, el hecho de que las concentraciones de fluoruro en el agua y en la orina coincidan, refleja la relación normal entre el

consumo de agua potable y la excreción urinaria que tiene lugar en un estado de equilibrio de fluoruro. (8)

Variaciones individuales

Las concentraciones urinarias de fluoruro varían característicamente de hora en hora, de día en día y de individuo en individuo. La excreción de fluoruro es tan rápida que en la muestra de orina recogida a las 3 horas de la ingestión se encuentra ya una proporción apreciable de la cantidad total de fluoruro que se eliminará por ésta vía; por otra parte, si el individuo ingiere gran cantidad de líquidos puede emitir una orina diluida con una concentración más baja en fluoruro.

También los hábitos del individuo son importantes; por ejemplo, si una persona bebe mucho té o consume con frecuencia algún otro alimento con alto contenido de flúor, excretará más fluoruro que otra persona que no consuma dichos alimentos sino por ejemplo, agua poco fluorada. (8,33,44)

Excreción en los individuos poco expuestos

La rapidez de la excreción es una de las principales características del comportamiento del ión flúor en el organismo. Cantidades tan pequeñas como 1.5 mg a 5 mg tomadas en un vaso de agua, se absorben y excretan tan rápidamente que a las 3 horas de ingestión se puede encontrar el 20% del fluoruro ingerido, en la orina. Zipkin, Lee y Leone (49) realizaron un estudio, donde se

determinaron valores de excreción de flúor en adultos normales: a) bebiendo agua con un contenido de 1 ppm. de flúor y b) recibiendo una dosis adicional de 5 mg de flúor en forma de NaF. Cuando los sujetos de estudio bebieron agua conteniendo 1 ppm. de flúor, el fluoruro fue eliminado en forma relativamente constante a razón de 0.1 mg/hora. El fluoruro se eliminó con gran rapidez durante la primera hora luego de la ingesta adicional de 5 mg de flúor. Luego de ello el valor bajó rápidamente y al cabo de 8 horas se aproximó al valor de 0.1 mg/hora (valor basal) observado cuando se ingirió el agua con 1 ppm. de flúor.

Esta rápida excreción tiene gran importancia como mecanismo protector en caso de intoxicación grave por fluoruro: en general, o el individuo fallece a las 4 horas siguientes a la intoxicación o recobra la salud. La brevedad de este período crítico se debe en parte a la rápida eliminación del flúor de la sangre y los líquidos extracelulares por vía renal y en parte a la celeridad con que se deposita en sistema óseo.(23)

Hennon, Stookey, Muhler (22) colectaron muestras de orina y sangre de adultos jóvenes luego de haber ingerido 1.0 mg de fluoruro (NaF) en tabletas vitamínicas. La concentración de fluoruro en la orina, aumentó significativamente durante la primera hora (2.5 ppm.), alcanzó un máximo en término de 2 horas (2.56), y se mantuvo constante por un período de aproximadamente de 3 a 6 horas, luego de lo cual la concentración regresó al nivel de "control" (0.73-0.91 ppm.).

En los individuos poco expuestos al fluoruro y los que se

les administra una dosis única, la mitad aproximadamente se excreta por la orina en las 24 horas siguientes y la otra mitad se deposita en el sistema óseo.

Largent (25) recogió durante muchos meses muestras de todos los alimentos y bebidas que tomaba, así como de todas sus excreciones, con el fin de medir con exactitud la retención de fluoruro ingerido en dosis diarias de 1-18 mg. Este estudio de balance demuestra claramente que la retención de fluoruro sigue una progresión lineal que revela un almacenamiento del 50% del fluoruro absorbido.

La prueba más clara de los diferentes reacciones del esqueleto del niño y del adulto se encuentran en los análisis de muestras de orina realizados en el Condado de Montgomery, (Maryland, Estados Unidos), antes y después de la fluoración del agua potable. La concentración urinaria de fluoruro en los adultos de 30 a 39 años aumentó inmediatamente después de fluorar el agua, pasando en un mes de 0.3 ppm. a 1 ppm., que era la concentración utilizada en el agua potable, y manteniéndose a partir de entonces entre 0.9 y 1.0 ppm. . La concentración urinaria de flúor en los niños de 5 a 14 años sólo ascendió de 0.3 ppm. a 0.6 ppm. en tres meses, para alcanzar 0.8 ppm. a los dos años y 0.9 ppm. a los tres. "La diferencia en la concentración de flúor en la orina de adultos y niños (que no habían consumido agua fluorada antes de la fluoración con 1 ppm. de flúor), durante el período inicial de exposición a agua fluorada, sugiere que la madurez del tejido óseo humano, influye

en su capacidad para retener fluoruro". (48)

El esqueleto de los sujetos más jóvenes con sus numerosos cristales hidratados, pequeños y pesados, es mucho más eficiente para la remoción del flúor del fluido extracelular que el esqueleto de aquellos individuos más viejos, que es más denso y compacto. (44)

MECANISMO DE LA EXCRECION URINARIA

La extraordinaria rapidez con que se elimina el fluoruro se manifiesta claramente en el hecho que 1 mg de fluoruro, consumido, absorbido y probablemente distribuido en la reserva halogenada normal del organismo (100 a 150 gms de Cloruro), es tratado por el riñón de un modo tan rápido que aproximadamente la tercera parte aparece en la orina de las 4 horas siguientes a la ingestión. Varios estudios han demostrado que no parece necesario buscar un mecanismo especial de excreción si se demuestra que la depuración renal puede explicar por sí sola la celeridad con que aparece en la orina una proporción apreciable de una pequeña dosis oral. Otros estudios señalan la depuración de fluoruro a) fue siempre mayor que la de cloruro, b) aumentó con el flujo urinario y c) fue siempre inferior a la depuración de creatinina.

La rapidez de la excreción urinaria de flúor puede explicarse por la acción de los mecanismos renales normales sin necesidad de pensar en una secreción tubular de fluoruro, ya que

como se mencionó anteriormente, la depuración de fluoruro es menor que la de creatinina. No cabe duda pues, de que la eliminación de fluoruro de la circulación se hace por filtración glomerular y que la rapidez de su excreción puede atribuirse a una reabsorción tubular menos eficaz. (8,31)

La primera determinante de la excreción renal de fluoruro, es la tasa de filtración glomerular (TFG). Esta es la velocidad mediante la cual el ultra filtrado del plasma pasa a través de los capilares glomerulares y entran en los túbulos del riñón. Esto constituye un ultra filtrado, dado que es esencialmente idéntico al plasma en su composición, excepto que no contiene eventualmente proteínas. La tasa mediante la cual el fluoruro entra a los túbulos, por lo tanto, es igual al producto de la TFG y la concentración de flúor en el plasma.

$$\text{Tasa de filtración} = (\text{TFG}) ([F]_p)$$

Por ejemplo, si la tasa de filtración glomerular era 125 ml/min y la concentración plasmática de fluoruro de 1.0 μM , entonces la cantidad filtrada sería de 125 nanomoles por minuto.

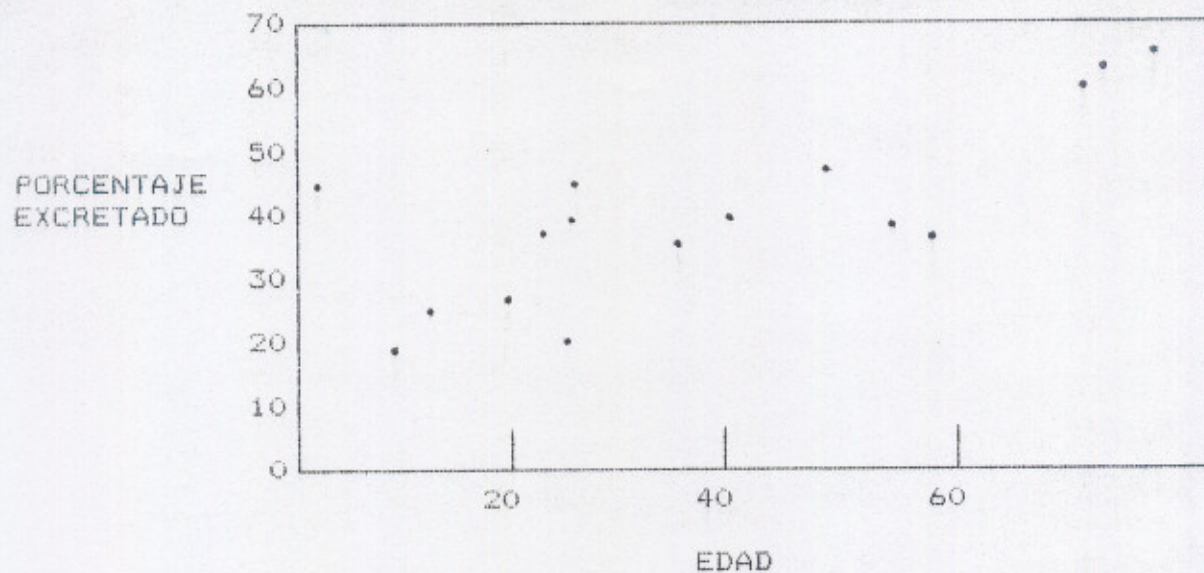
A los 2 o 3 años de edad y luego a través de la mayor parte de la edad adulta, la tasa de filtración glomerular se estabiliza a un valor fraccional relativamente constante del peso corporal (1.3 a 2.0 ml/min/kg) (Fig. 4a). A medida que disminuye la masa renal funcional en la senectud o en ciertos tipos de enfermedad renal, se reduce la tasa de filtración glomerular. También se reduce durante el sueño, el ejercicio moderado o fuerte y en los períodos de tensión física o emocional.

Comparado con las personas que viven a nivel del mar, las que reciben en alturas de 10,000 pies o más, tienen tasa de filtración glomerular menores hasta el 30%.

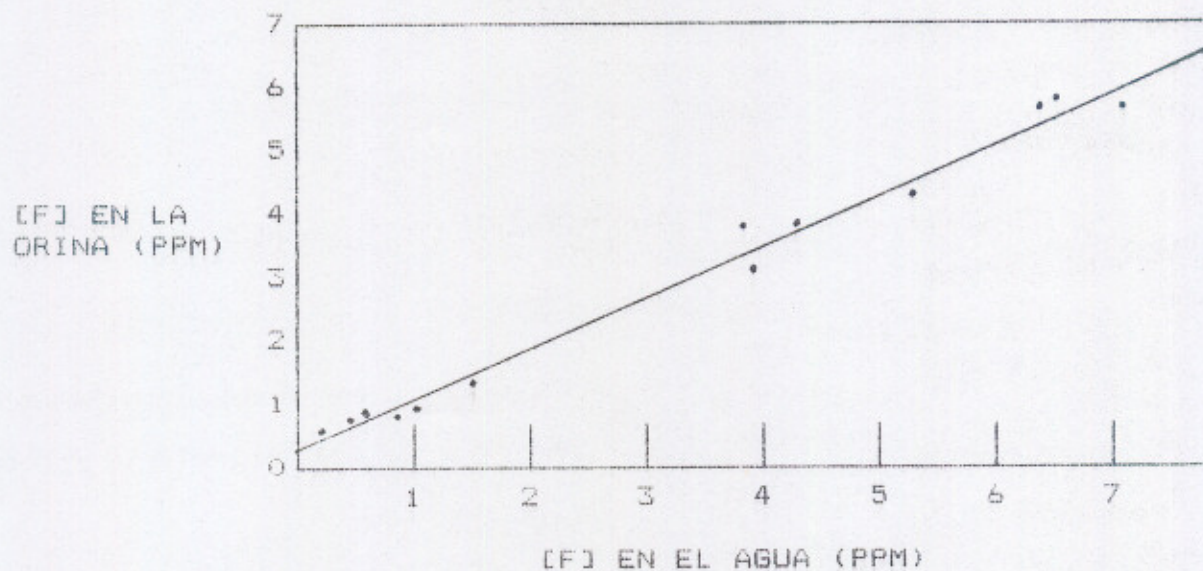
En la figura 4b se muestra la relación que existe entre los niveles de fluoruro del agua de bebida y la orina. Si no hay otras fuentes significativas de fluoruro (tales como mucha concentración en el aire, alimentos con concentraciones realmente altas, compuestos fluorados utilizados para la aplicación tópica u oral); entonces los niveles de fluoruro de los dos fluidos son similares en la población. Las concentraciones de fluoruro en muestras de orina individuales pueden ser o no similares al nivel de fluoruro en el agua. Más aún, la similitud entre una población no es evidente cuando la concentración en el agua cae por abajo de 0.5 ppm. porque la concentración en la orina no tiende a caer en forma proporcional. Eso probablemente se debe a la ingestión de fluoruro en alimentos sólidos.

Figura 4

PORCENTAJE DE INGESTA DE FLUORURO
EXCRETADO EN LA ORINA POR DIA POR ADULTO



RELACION ENTRE LA CONCENTRACION
DE FLUORURO EN EL AGUA DE BEBIDA Y LA ORINA



CONTROL DE LA EXPOSICION AL FLUORURO

Debido a la estrecha y marcada relación entre los niveles de fluoruro en el agua y los de la orina y a la facilidad con que se puede recolectar este líquido de las personas, el análisis de orina ha sido útil para controlar la ingesta de fluoruro sobre una base poblacional. (44)

La cantidad de tiempo requerida para alcanzar una concentración de equilibrio de fluoruro después de cambiar la ingesta diaria de este, ha sido estudiada por varios autores, en base a la experiencia con la fluoración del agua de consumo. Zipkin y colaboradores (48), encontraron que previo a la fluoración del agua, el contenido del flúor en la orina varió entre 0.2-0.3 ppm. . Después de una semana de dicho proceso, las muestras de los adultos presentaron concentraciones con valores entre 0.7-0.8 ppm.; al final de 6 semanas contenían un valor de 1 ppm. . Para ese mismo periodo, la concentración de fluoruro en las muestras de orina de los niños (5-14 años), fue en promedio la mitad de la encontrada en adultos y aproximadamente 5 años después de la fluoración del agua, alcanzaron el nivel de 1 ppm. en la orina (estado de equilibrio).

Cuando se selecciona la orina como el fluido biológico que es analizado con el propósito de controlar la ingesta de fluoruro, los resultados pueden ser expresados en términos de concentración o de tasa de excreción. Una tercera forma de expresión, consiste en la proporción de concentración de fluoruro: concentración de creatinina, ha sido evaluada pero

parece no ofrecer ventajas adicionales.

Las unidades de concentración más usadas son las de partes por millón (ppm.) o micromoles por litro ($\mu\text{M}/\text{l}$). La primera unidad es igual al número de miligramos de fluoruro por litro de orina. Este es el caso ya que la densidad de la orina es para propósitos prácticos, la misma que la del agua, de manera que la masa de un litro de orina es de 1.00 kg o sea 1,000,000 mgs. El peso atómico del flúor es 19, de manera que 1.0 mg contiene 0.0526 milimoles o sea 52.6 micromoles. Por lo tanto, una concentración urinaria de flúor de 1.0 ppm. es equivalente a 52.6 μM . Una concentración de 1.0 μM es equivalente a 0.019 ppm. . (44)

En el estudio realizado por Sánchez y Suchinni en las Fincas Bananeras de Los Amates Izabal, Guatemala, se encontró que el 95% de la población, presentó una concentración de flúor en orina comprendida entre 0.15 y 11.87 mg/l. Pudiendo observar un amplio rango de variabilidad, esto debido a la variabilidad de las concentraciones de fluoruro en el agua.

DESCRIPCION AREA DE ESTUDIO

MONOGRAFIA DE LA REGION DE SALUD DE EL PETEN DE GUATEMALA

CARACTERISTICAS FISICAS Y DEMOGRAFICAS

La Región VIII comprende el departamento de El Petén, localizado el norte de Guatemala; limita al norte y oeste con México, al este con Belice y al sur con Alta Verapaz e Izabal,

abarca una área de 358,554 km cuadrados. La mayor parte del departamento está situada dentro de la faja tropical, con excepción de la parte más alta de sus tierras en Poptún, la cual comprende parte de la faja subtropical.

Las altitudes en el departamento varían de 81 a 510 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura media anual de 35 grados centígrados y una precipitación pluvial de 1000 a 2000 mm cúbicos.

Los accidentes geográficos más importantes son: las montañas Mayas, localizadas en Poptún y San Luis; y los ríos Usumacinta, Pasión y San Pedro, localizados en los municipios de Sayaxché y Libertad que desembocan en el Golfo de México; los ríos Azul y Mopán en Melchor de Mencos, que desembocan en el mar Caribe.

El Petén es el departamento más grande de la república y está dividido administrativamente en doce municipios: Flores (la cabecera departamental), San Benito, Sayaxché, Dolores, Poptún, San Luis, San Andrés, San José, Melchor de Mencos, Santa Ana, y San Francisco. En ellos, se localizan 434 comunidades (pueblos, aldeas y caseríos). Flores y San Luis, Libertad cuentan con el mayor número de habitantes. La densidad poblacional es de 6 h/km cuadrados.

La población es eminentemente rural y dispersa; en su mayoría se encuentra ubicada en comunidades de menos de 2,000 habitantes.

La población de El Petén habita en una área con clima tropical y subtropical y húmedo, propicio para el desarrollo de

enfermedades características de estos ambientes. El área es considerada como malárica con un índice de positividad anual de 49.91 por mil habitantes. El índice de positividad mensual es de 33.72 .

Como resultado de un proceso de colonización no planificado, y que responde al interés de campesinos por obtener tierras, la población se ha quintuplicado en el período de 1964-1981. Los migrantes provienen principalmente de Jutiapa, Jalapa, Chiquimula, Izabal, Las Verapaces y El Quiché.

La población para 1980 se calculó en 134,798; para 1989, se estima en 227,807. Según los datos estimados por el INE, la población se incrementó en un 68% durante la década, crecimiento que parece ser progresivo. El grupo de menores de 15 años supera a los otros grupos, lo cual no ha tenido variaciones estructurales durante los 10 años. El 51% de la población total del departamento pertenece al sexo masculino y el 49% al femenino. La estructura poblacional no manifiesta diferencia al compararla con la del país.

El grupo de menores de 5 años representa el 20.5%, mientras que el grupo escolar de 5-14 conforma el 28.5%, el grupo de 15-44 es el 38.5%.

El grupo de 45-64 años se incrementó en 1989 a 12.2%. Así mismo la población de retiro (65 y +) que se estima en 2.63%, con predominancia del sexo masculino en razón de 108 hombres por cada 100 mujeres. Esto debido probablente al aumento en el número de años de expectativa de vida que se incrementó de 58 años en 1980,

a 63 en el sexo femenino en 1989. Y de 53 años en 1980, a 58 años en 1989, para el hombre.

Tanto el crecimiento poblacional, como el crecimiento vegetativo en sí, podría deberse a la inmigración, a pesar de que, según los datos obtenidos, el segundo presenta un descenso de 11.9% durante la década (1.19% por año).

Todos los índices de crecimiento se mantuvieron, durante la década en mención, arriba de 25, con baja mortalidad general y alta mortalidad infantil.

El grupo de menores de 15 años representa el 46.7% del total de inmigrantes, la relación de sexo es de 125 mujeres por cada 100 hombres.

El porcentaje de población indígena (kechí) se estima en 7.48% y corresponde aproximadamente a 17,036 habitantes; el 53% de ellos corresponde al sexo masculino y 47% al femenino. Esta población se localiza en los municipios de San Luis y San José.

ASPECTOS SOCIOECONOMICOS.

De los 35,854 km cuadrados que ocupa el territorio, el 18% es aproximado para uso agrícola, 24% para uso pecuario, 45% para uso agrícola, 24% para uso pecuario, 45% para uso forestal y 10% para manejo ambiental; el 0.37% está ocupado por cuerpos de agua.

El Petén cuenta con numerosos sitios arqueológicos: herencia de la ancestral cultura maya; uno de los más importantes y reconocido mundialmente es Tikal (Lugar de las Voces), el cual cuenta con una dimensión estimada de 500 km. cuadrados. Entre

otros, no menos importante, están: Uaxactún, Río Azul, Dos pilas, El Mirador y Petex Batún. Todos ellos representan área de potencial turístico en la región.

La economía está basada principalmente en la agricultura (75%); entre los principales cultivos están maíz, frijol y arroz. El 55.4% de las personas percibe ingresos por trabajos a cuenta propia, el ingreso familiar promedio anual es de Q2,883.00 (área urbana Q3,695.00; área rural Q2,543.00).

El poder de consumo de la población se ha visto restringido por la crisis que ha afectado al país desde 1980; según datos proporcionados por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, el 86% de la población es pobre y 61% vive en extrema pobreza. La inversión privada en El Petén alcanzó en 1987 el 0.72% y la pública el 2.70%.

Un 53% de la población productiva está inactivo, y la PEA tiene un ingreso mensual muy bajo en relación con la situación inflacionaria del país. La población productiva se incrementó de 39 en 1980, a 42% en 1989, en tanto que la población reproductiva (femenina) se incrementó de 38% en 1980, a 45.3% en 1989.

Las grandes distancias entre las comunidades dificulta la accesibilidad a los servicios de salud. El 41% del total de las vías es transitable sólo en verano y del total de carreteras sólo el 4.9% está asfaltado (Flores-Tikal). Un número importante de comunidades dispersas a lo largo del río Pasión-Usumacinta tiene comunicación con las cabeceras municipales e incluso entre ellas mismas, únicamente por vía fluvial. Lo irregular de este

transporte representa otro problema de accesibilidad de estas comunidades a los servicios de educación, y otros.

Con respecto al grado de escolaridad, hay un 37% de analfabetismo; del total de población en edad escolar sólo está inscrito el 46%. Por cada mil habitante hay 4 maestros, y 23 por cada mil alumnos. La razón de alumnos/escuela en el nivel prepimario es de 13 escuelas por cada mil alumnos; en el nivel primario es de 11.

En cuanto a migración, el INE estimó una tasa de migración neta durante la década en mención de 113% por año (130 por mil). Según SEGEPLAN, las tasas de migración casi se triplicaron de 1950 a 1981 al pasar de 19.5 a 49.2 por mil habitantes, respectivamente.

Es importante mencionar que el 53% de la población migrante no tiene ningún tipo de instrucción y solamente el 3.9% posee entre 7 y más años de instrucción.(26)

EPIDEMIOLOGIA DE LAS ENFERMEDADES Y TRASTORNOS CLINICOS DEL APARATO ESTOMATOGNATICO DE LOS ESCOLARES DEL NIVEL PRIMARIO DE LA REGION DE SALUD DE EL PETEN.

Las principales conclusiones de este estudio son las siguientes:

1. La mayoría de los escolares, el 91.7% afirman efectuar limpieza de su boca con una frecuencia regular de dos a tres veces al día. Casi tres tercios de los escolares refieren

que tienen y usan el cepillo dental, y que han aprendido a usarlos a través de la madre principalmente; también el padre y el maestro con proveedores importantes de esta instrucción.

El 100% de los escolares afirman que no usan el hilo dental en la higiene bucal, porque no lo conocen, ni les han explicado sobre su uso.

2. Aproximadamente un tercio de los escolares manifestaron participar en su escuela en programas de limpieza de los dientes y cerca de tres tercios de la muestra ha recibido escasa e ineficiente educación en salud bucal y el 35.8% afirman participar en programas de aplicación de fluor; estos datos deben observarse con cautela debido a que los escolares que respondieron afirmativamente a estas preguntas no pudieron explicar técnica de cepillado, en qué consiste la profilaxis dental y las aplicaciones de fluor.
3. Un poco menos de un tercio de los escolares refieren haber sido atendidos en el último año por razones odontológicas. La mayoría de ellos por dolor. La mayor atención es proporcionada por el dentista, aunque este dato debe ser cuestionado debido a que posiblemente los escolares ignoran que pueden ser atendidos por una persona no profesional. La mitad de los escolares manifiestan que la principal razón por la que no han buscado atención odontológica es: por no saber; el resto de los escolares manifiestan que no la han buscado por no tener nada malo y en menor proporción porque

no los han llevado sus padres y/o por miedo al dentista. El 53.3% de los escolares afirman que tienen problemas bucales y el 43.3% afirman que no; de los que afirman que tiene problemas bucales, la totalidad señalan que los tienen en los dientes.

4. Un alto porcentaje de los escolares manifiestan interés por conocer, prevenir y recibir tratamiento sobre problemas de salud bucal, principalmente con referencia a los dientes.
5. Los hallazgos más frecuentes de anomalía o trastorno en tejidos blandos y duros de la boca son: amígdalas hipertróficas, diente en pala, apéndice frenicular y fístulas.
6. Los escolares de la región de El Peten de Guatemala mantienen pobres condiciones de higiene bucal.
7. La totalidad de los escolares presentan higiene bucal deficiente, la cual es evidente a través del indicador empleado de depósitos blandos sobre los dientes.
8. El 68.3% de los escolares presentan cálculos dentarios
9. La totalidad de los escolares presentan signos de gingivitis.
10. El 73.3% de los escolares examinados presenta alguna forma de periodontitis.
11. La mayoría de los escolares presenta un patrón de mal oclusión Clase I, seguido por maloclusión Clase II y por último maloclusión Clase III, según la clasificación de Angle.

12. Se detectó que un 80.8% no necesita de servicio estomatológico de emergencia; sin embargo, presentan lesiones de caries dental. El 1.7% tiene la necesidad de atención inmediata actualmente, debido a que en su mayoría presentan piezas dentarias con lesiones profundas de caries dental que producen dolor. A juzgar por las condiciones actuales de salud bucal, 17.5% de los escolares necesitarán de servicio odontológico en el transcurso de un mes o menos debido a la presencia de fistulas y piezas dentaria con lesiones de caries dental, que de no ser atendidos llegarán a producir dolor.

13. La prevalencia y experiencia de caries dental en la región de El Petén de Guatemala es alta, como la observada en otros estudios nacionales.

Se observó un aumento gradual de los valores promedio de los índices de caries dental, conforme aumenta la edad de los escolares.

14. Se observan condiciones similares en cuanto a la experiencia de caries dental entre ambos sexos y edades.

La gravedad del problema de la caries dental puede deberse a: analfabetismo, excesivo consumo de azúcar, desconocimiento de medidas educativas y preventivas en salud bucal, deficiencia de cobertura de los servicios de salud, condición económica baja.

15. En el presente estudio, sólo en una de las seis escuelas seleccionadas aleatoriamente, se encontró evidencia clínica

de fluorosis dental, correspondiendo ésta a la Aldea El Progreso del Municipio de San Miguel Chicañ, Departamento de Baja Verapaz, en donde 10 de 20 alumnos examinados, presentaron signos de fluorosis. Se observó que en general el agua de bebida de las principales fuentes de abastecimiento de la población que componen la muestra de la región Norte de Guatemala es deficiente en cuanto a la concentración de fluoruro, la cual varió entre 0.01 y 0.23 mg/l.F.(38)

6. OBJETIVOS

6.1 General:

Contribuir con los resultados de este estudio a establecer la concentración de fluoruro en la orina de los escolares del nivel primario, inscritos en ciclo lectivo 1,993, de la República de Guatemala en las diferentes regiones de salud del país.

Determinar la concentración de fluoruro en la orina de los escolares del nivel primario, inscritos en el ciclo lectivo de 1,993, en la región de salud de El Petén que comprende el departamento de El Petén.

6.2 Específicos:

Determinar la concentración de fluoruro en la orina de los escolares del nivel primario, por sexo.

Determinar la concentración de fluoruro en la orina de los escolares del nivel primario, por edad.

Determinar la concentración de fluoruro en la orina de los escolares del nivel primario, por escuela.

Determinar la concentración de fluoruro en la orina de los escolares del nivel primario, por departamento.

7. VARIABLE E INDICADOR

7.1. Concentración de fluoruro en la orina:

Es la cantidad del ión flúor medida en partes por millón (ppm.), en la orina de los escolares del nivel primario, inscritos en el ciclo lectivo 1,993, de la región de salud de El Petén.

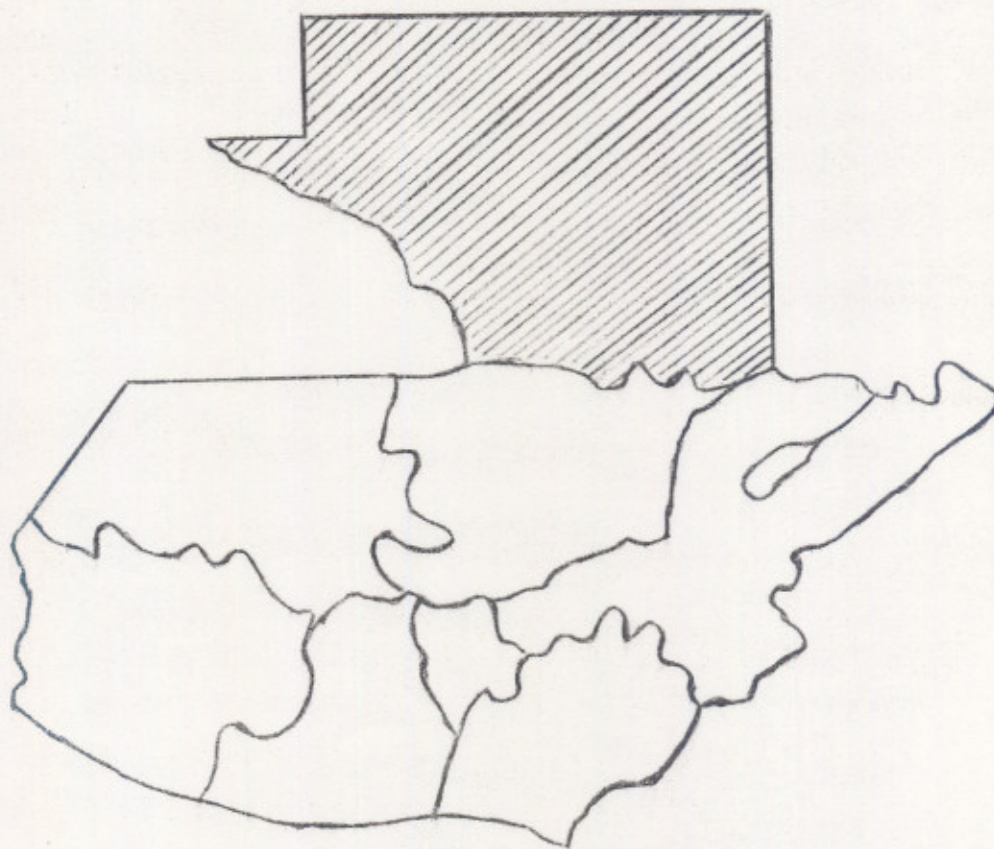
7.1.1 Indicador de la variable concentración de fluoruro en la orina.

Cantidad de fluoruro en la orina, expresada en partes por millón (ppm.) o miligramos por litro (mg/l), que se registra en la pantalla digital del analizador selectivo de iones (potenciómetro), por medio del método del electrodo específico para fluoruro.

8. METODOLOGIA

8.1 Población:

La población de este estudio la integrarán todos los alumnos tanto de sexo masculino como femenino inscritos en el ciclo lectivo 1,993, comprendidos en las edades de 6 a 12 años que asistieron a las escuelas del nivel primario, públicas o privadas, urbanas o rurales, de la región de salud de El Petén que comprende el departamento de El Péten.



8.2 Procedimiento de Muestreo.

8.2.1 Diseño de la muestra:

Para cada una de las regiones el método de muestreo utilizado fué por conglomerados en dos etapas (bi-étapico); en el cual la primera etapa consistió en la selección aleatoria de las escuelas (conglomerados) de educación primaria públicas o privadas, urbanas o rurales, de las establecidas en la región de salud de El Petén, y la segunda, la selección aleatoria de escolares en cada uno de los conglomerados elegidos.

8.2.2 Tamaño de la muestra:

Considerando el tamaño de la población total de escolares de educación primaria, inscritos en 1,993, y como variable determinante la concentración de fluoruro en orina, se calculó el tamaño de la muestra y se asignó de manera uniforme, a la región de salud de El Petén que comprende el departamento de El Petén.

El procedimiento fue el siguiente:

$$n = \frac{Nc * Var}{LE * \left[\frac{N-1}{N} \right] + \left[\frac{(Nc) * (Var)}{N} \right]} * \text{ED}(29,30)$$

En donde:

n= tamaño de la muestra.

$N_c = 1.96$. Se desea un 95% de probabilidad ($\alpha = 0.05$) de que el intervalo de confianza contenga el parámetro, $Z_{\alpha/2} = 1.96$.

Var= varianza del nivel de concentración de fluoruro en orina.
Estimada a partir de una desviación estándar de 0.18mg/litro, de los resultados de un estudio sobre fluoruria realizado en escolares de educación primaria de los Amates, Izabal.(37,43)

LE= límite de error con el que se desea realizar la estimación.
Para este estudio 0.05 mg/l, tomado como diferencia biológica en la estimación de la concentración de fluoruro en la orina.

N= 1,249,413 alumnos inscritos en las escuelas del nivel primario de la República de Guatemala, con la referencia de USIPE en el año de 1,993.(19)

ED= Efecto de diseño por utilizar muestreo por conglomerados.
Para el presente estudio se decidió utilizar 3. El cálculo del tamaño muestral por este procedimiento indicó que es necesario muestrear como mínimo 150 escolares de la región de salud de El Petén.

8.2.3 Procedimiento para el diseño muestral:

Después de establecer el tamaño de la muestra en 150 alumnos de la región de salud de El Petén se procedió de la siguiente manera:

8.2.3.1 Primera Etapa de Selección:

-Se solicitó a la oficina de Control Estadístico de USIPE el listado de todas las escuelas del nivel primario, públicas y privadas, urbanas y rurales de la región de salud de El Petén del año 1,992, con sus respectivas matriculas.

-Se definió K como el número de escolares que integran cada uno de los conglomerados, $K=25(37,43)$ este número es función del coeficiente de correlación interclase y del error estándar. $(39,43)$

-Se calculó el número de conglomerados "m" a incluir en la muestra de la siguiente manera, $m=n/k$, $m=150/25$, $m= 6$ conglomerados, en donde n= tamaño de la muestra y K= número de escolares.

-El método empleado para la selección de los conglomerados fue completamente aleatorio, a través de una tabla de números aleatorios. En base a este procedimiento, se seleccionaron las siguientes escuelas por departamento:

PETEN:

Escuela Privada Rural Mixta Hogar Campestre Adventista Los Pinos Aldea Las Lajas, Poptún.

Escuela Oficial Rural Mixta, Aldea Jovunche, San Luis.

Escuela Oficial Urbana Mixta, San Luis.

Escuela Oficial Rural Mixta, Aldea Mayamopán, San Luis.

Escuela Oficial Rural Mixta, Cooperativa Vetel, Aldea Vetel, Sayacché.

Escuela Oficial Rural Mixta Rogríguez Macal, Sayacché.

8.2.3.2 Segunda etapa de selección:

Para llevar a cabo esta etapa, se solicitó los listados de los alumnos de las escuelas seleccionadas. Una vez obtenidos los listados, se seleccionaron 25 escolares en forma aleatoria.

8.3 Calibración de Investigadores:

Una vez aprobado el tema de tesis, se formaron comisiones de trabajo en las que participaron todos los integrantes del proyecto de investigación.

Se solicitó a la Dirección General de Energía Nuclear su colaboración para poder realizar el análisis de las muestras en el Laboratorio de Radioquímica.

La comisión encargada de analizar las muestras de orina estuvo integrada por cuatro estudiantes investigadores para evitar el sesgo en el análisis de las muestras. Dicha comisión realizó sesiones para aprender la metodología y unificar criterios al momento de analizar las mismas, siendo supervisados por la persona a cargo de dicho departamento.

8.4 Etica de la Investigación:

Cada estudiante investigador llevó consigo cartas de presentación personal y de respaldo de este estudio por parte de las autoridades de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Previo a la toma de muestras conversó con los directores de cada escuela para informarles sobre el estudio, solicitándoles su

autorización, colaboración y consentimiento por escrito (Anexo 1) para la realización del mismo.

Al finalizar, se solicitó al director(a) de cada escuela que firmara y sellara una constancia de realización del trabajo de campo en dicha escuela.

8.5 Procedimiento de Campo.

8.5.1 Procedimiento de recolección de muestras:

El procedimiento de recolección de muestras tuvo dos componentes: el primero para conocer los datos generales del escolar, el segundo la recolección de las muestras de orina. Se elaboró una ficha para la recolección de estos datos. (Anexo 2)

8.5.1.1 Procedimiento para toma de muestras de orina:

Muestra al azar: La totalidad de las pruebas se hizo con muestras de orina al azar, recientemente emitida por el escolar. Debido a que la composición de la orina cambia durante el curso del día, la hora en que se recoja la muestra, puede influir en los resultados, situación muy potente con el análisis de flúor, por tal motivo se estableció la recolección de muestras en el periodo de 8:00 a.m. a 12:00 p.m. .

Para estudios poblacionales, este tipo de muestreo cobra importancia ya que sus resultados, dan idea bastante precisa de la ingesta del ión flúor, además de ser un procedimiento sencillo y rápido para la obtención de muestras.

Toma de muestra:

1. El escolar seleccionado fue instruido para que orinar directamente en un recipiente plástico, limpio y seco de boca ancha.

2. Se midió el volumen de cada una de las muestras en una probeta de polipropileno de 500 ml.

3. Se anotó el volumen (ml) en la ficha correspondiente a cada escolar.

4. Después de cada medición se depositó 10 ml. de orina en cada uno de los recipientes plásticos, de 1 oz. que correspondían a cada escolar.

5. Después de medir, se lavó la probeta con agua destilada hasta que estuvo completamente limpia. Los 10 ml. de orina fueron medidos con pipetas de polipropileno, las cuales se lavaron entre cada medición con agua destilada. Se tomó tres muestras, ya que una sirvió para realizar los análisis en el laboratorio y las otras de reserva, en caso de algún imprevisto.

6. A cada muestra se le agregó dos gotas de EDTA al 8% y una gota de NaOH 0.01 normal y se cerró cada recipiente con su respectiva tapadera de plástico.

7. Se identificaron las muestras de orina en forma codificada para cada escolar escogido.

8. Se transportaron en una hielera todas las muestras para su análisis posterior en el Laboratorio de Radioquímica de la Dirección General de Energía Nuclear.

8.5.2 Método para cuantificar fluoruro por medio de la técnica del electrodo específico.

8.5.2.1 Equipo requerido:

- a) Analizador selectivo de iones (potenciómetro).
- b) Electrodo de combinación de fluoruro.
- c) Agitador magnético: para mantener la agitación constante y uniforme.
- d) Barras magnéticas: para homogenizar la solución.
- e) Beakers plásticos: para recolectar desechos.
- f) Pipetas de polipropileno de 10 ml.
- g) Succionador.
- h) Pipetas de plástico.
- i) Micropipeta de 1 ml.
- j) Goteros plásticos.
- k) Probetas de polipropileno de 500 ml.
- l) Un balón aforado de polipropileno de 250 ml.
- m) Servilletas de papel.

7.5.2.2 Soluciones Requeridas:

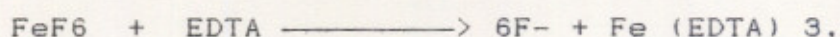
a) Agua Destilada: para preparar todas las soluciones y estándares y para lavar todo el instrumental de plástico, el electrodo y barras magnéticas.

b) Solución Estándar: solución estándar de fluoruro de sodio Orion 100 ppm., a partir de la cual se prepararán cinco soluciones de fluoruro de sodio de 0.1899, 0.5, 1.0, 1.8998,

3.7690 y 5.6994 ppm. respectivamente.

c) EDTA al 8%: se utilizó para destruir los complejos que forma el flúor naturalmente con el hierro (Fe).

$Fe + 6F^- \longrightarrow FeF_6$, este complejo no puede ser medido por el electrodo específico para el ión flúor, por lo que si no se le agregara EDTA se subvaluaría la cantidad de fluoruro presente, o sea que se estaría midiendo menos de lo que realmente hay. Al agregar EDTA se obtiene:



En esta reacción el flúor ya puede ser medido por el electrodo.

Preparación de EDTA: 20 gr. de Titriplex III en 250 ml. de agua destilada, se obtiene EDTA al 8%.

d) Hidróxido de Sodio (NaOH 0.01 normal): Mantiene la solución alcalina para evitar la pérdida de fluoruro en forma de HF (gas). Si no se agregara el NaOH 0.01 N, se estaría subvaluando el fluoruro de la solución.

Preparación del NaOH 0.01 N: 0.04 gr de NaOH en 100 ml. de agua destilada.

e) TISAB : es el ajustador del esfuerzo iónico total. El TISAB aporta una gran cantidad de iones (distintos al F), para que las variaciones de éstos no sean significativas, haciendo que el electrodo sea sensible únicamente a las variaciones de fluoruro.

8.5.3 Análisis de la concentración de fluoruro en la orina.

Para determinar el contenido de fluoruro en la orina se

utilizó un electrodo combinado selectivo para fluoruro con un potenciómetro.

1) Las muestras de orina para poder ser analizadas deberán estar en forma líquida y a temperatura ambiente, por lo que se sacó de refrigeración dos horas antes de ser analizadas.

2) Antes de realizar el análisis de las muestras de orina se procedió a calibrar el potenciómetro de la siguiente forma:

a) Se prepararon 5 estándares de fluoruro a partir de una solución de fluoruro de 100 ppm., con las siguientes concentraciones: 0.1899, 0.5, 1.0, 1.8998, 3.7690 y 5.6994 ppm. .

b) Se pipetearon 20 ml. de cada uno de los patrones y se depositaron en dos recipientes plásticos de 1 oz., 10 ml. respectivamente.

c) Se le agregó 10 ml. de TISAB, a cada 10 ml. de solución preparada.

d) Se introdujo una barra agitadora a cada uno de los recipientes.

e) Se colocó la muestra en un agitador magnético.

f) Se sumergió el electrodo en la muestra, para medir potencial eléctrico de el estándar con la concentración más baja y más alta, para establecer los límites.

g) A los tres minutos se tomó la lectura en milivoltios.

h) Luego se procedió a medir la concentración en cada uno de lo estándares, anotándose la lectura. Entre cada medición se lavó el electrodo y la barra agitadora con agua destilada y se secaron cuidadosamente.

i) Al terminar las mediciones se elaboró una gráfica de la curva de calibración.

3) A cada muestra de orina se le agregó 10 ml. de TISAB previo a ser analizada.

4) Se introdujo una barra magnética en la muestra a medir.

5) Se colocó la muestra en un agitador magnético.

6) Se sumergió el electrodo en la muestra. A los 3 minutos se tomó la lectura de la concentración de fluoruro (mg/l). En la ficha correspondiente, se anotaron los dos valores que se mantuvieron más constantes y luego se obtuvo un promedio.

7) Se lavó el electrodo y la barra magnética con agua destilada y se secaron cuidadosamente antes de proceder a leer otra muestra.

8) Se corrió un estándar de concentración conocido (patrón de fluoruro) cada diez muestras (Control de Calidad).

9) Se anotó en la ficha correspondiente la concentración de fluoruro encontrada en la orina.

8.6 Procesamiento de la información.

Los hallazgos y datos de esta investigación fueron procesados a través del paquete estadístico Mynstat. Los resultados fueron presentados por medio de estadísticos descriptivos como: media, desviación estándar y rango.

9. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados de las concentraciones de fluoruro en orina obtenidos durante el trabajo de campo de esta investigación a través de cuadros estadísticos tabulados por el programa Mystal.

Para ello, las mismas fueron ordenadas por departamento, edad, sexo, escuela y región.

CUADRO No. 1

Distribución de la Muestra de los Escolares del Nivel Primario Inscritos en 1993 en la Región de Salud de El Petén, por Departamento.

Departamento	• Escolares	
	n	%
El Petén	150	100%
Total	150	100%

Fuente: Datos recolectados durante el trabajo de campo.

En la región de salud de El Petén se obtuvo muestras de orina de 150 escolares.

CUADRO No. 2

Distribución de la muestra de los escolares nivel primario inscritos en 1993 en la región de salud de El Petén por sexo y edad.

Edad	Femenino		Masculino		Total	
	n	%	n	%	n	%
6	2	1.33	8	5.33	10	6.66
7	13	8.66	6	4.00	19	12.66
8	11	7.33	13	8.66	24	16.00
9	10	6.66	21	14.00	31	20.66
10	15	10.00	15	10.00	30	20.00
11	14	9.33	13	8.66	27	18.00
12	1	6.66	8	5.33	9	6.00
totales	66	43.97	84	55.98	150	100

Fuente: datos recolectados durante el trabajo de campo.

Del total de 150 escolares que comprenden la muestra de la región de salud de El Petén 66 (43.87%) corresponden al sexo femenino y 84 (55.98%) al sexo masculino. Los escolares estaban comprendidos entre las edades de 6 a 12 años.

CUADRO No. 3

Media, Desviación estándar y rango de las concentraciones de fluoruro en la orina (ppm.) de los escolares del nivel primario inscritos en 1993 en la región de salud de El Petén, distribuidos según Escuela.

Escuela	Concentración de fluoruro			
	n	Media	Desviación Estándar	Rango
E.P.R.M. Hogar Campestre Los Pinos, Petén.	25	0.677	0.266	0.250-1.690
E.O.R.M. Aldea Jovunche, Petén	25	0.242	0.079	0.158-0.534
E.O.U.M. San Luis, Petén.	25	0.246	0.084	0.163-0.561
E.O.R.M. Aldea Mayamopán, Petén.	25	0.253	0.075	0.167-0.538
E.O.R.M. Cooperativa Vetel, Petén.	25	0.345	0.171	0.105-0.892
E.O.R.M. Rodríguez Macal, Petén	25	0.192	0.091	0.128-0.592
total	150	0.320	0.218	0.105-1.690

Fuente: datos recolectados durante el trabajo de campo.

De las 6 escuelas que abarcó esta investigación, los valores más altos de concentración de fluoruro en orina se encontró en la Escuela Privada Rural Mixta Hogar Campestre Adventista Los Pinos, Aldea las Lajas, Poptún con una media de 0.677 ppm. y una desviación estándar de 0.2666 y las más bajas en la Escuela Oficial Rural Mixta Rodríguez Macal, Sayacché con una media de

0.192 ppm. y desviación estándar de 0.091 ppm. . Presentando el resto de las escuelas investigadas una concentración de fluoruro similar.

CUADRO No. 4

Media, desviación estándar y rango de la concentración de fluoruro en orina de los escolares del nivel primario inscritos en 1993 en la región de Salud de El Petén.

REGION	CONCENTRACION DE FLUORURO			
	n	Media	Desviación Estándar	Rango
El Petén	150	0.326	0.218	0.105 - 1-690

Fuente: Datos recolectados durante el trabajo de campo.

Los resultados encontrados de la concentración de fluoruro en orina en la región de Salud de El Petén estuvieron comprendidos entre 0.105 a 1.690 ppm., presentando una media de 0.326 ppm. y una desviación estándar de 0.218 ppm. .

Comparando las concentraciones de fluoruro en orina de la región de El Petén, estas son más bajas respecto a la región de Salud Norte que es la más alta con una media de 0.477 ppm. y desviación estándar de 0.405 ppm., así mismo son más altas respecto a la región de Salud Sur Occidente, que es la más baja con una media de 0.266 ppm. y desviación estándar de 0.091 ppm. .

En esta región la concentración de fluoruro en orina es más alta, que la encontrada en Costa Rica (0.350 ppm.) en escolares de 7-13 años antes de implementar el programa de fluoración de la sal. (18)

CUADRO No. 5

Media, Desviación estándar y rango de la concentración de fluoruro en orina de los escolares del nivel primario inscritos en 1993 en la región de Salud de El Petén distribuidos por edad.

EDAD	CONCENTRACION DE FLUORURO PPM.			
	n	Media	Desviación Estándar	Rango
6	10	0.582	0.203	0.266-0.933
7	19	0.346	0.187	0.188-0.906
8	24	0.327	0.182	0.174-0.892
9	31	0.259	0.122	0.128-0.592
10	30	0.355	0.332	0.143-1.690
11	27	0.268	0.146	0.134-0.678
12	9	0.300	0.158	0.105-0.641
Total	150	0.326	0.218	0.105-1.690

Fuente: datos recolectados durante el trabajo de campo.

Las concentraciones de fluoruro en orina más altas, se presentaron en los escolares de 6 años con una media de 0.582 ppm. y las más bajas en los escolares de 9 años con una media de 0.259 ppm. .

Contrario a lo que reporta la literatura (44,48) se puede observar que los escolares de menor edad (6 años) fueron los que presentaron la media más alta que los restantes (0.582 ppm.).

CUADRO No. 6

Media, desviación estándar y rango de la concentración de fluoruro en la orina de los escolares del nivel primario inscritos en 1993 en la región de Salud de El Petén distribuidos por sexo.

SEXO	CONCENTRACION DE FLUORURO			
	n	Media	D.E.	Rango
Femenino	66	0.328	0.251	0.135-1.690
Masculino	84	0.324	0.190	0.105-0.933
Total	150	0.326	0.218	0.105-1.690

Fuente: datos recolectados durante el trabajo de campo.

Los resultados encontrados de la concentración de fluoruro en orina fueron similares en ambos sexos, aunque el sexo femenino fue el grupo que presentó los valores más altos.

10. CONCLUSIONES

1. La escuela que presentó los valores más altos fue la Escuela Privada Rural Mixta Hogar Campestre Adventista Los Pinos Aldea Las Lajas, Poptún que en promedio su concentración de fluoruro en orina de 0.677 ppm. y la más baja fue la Escuela Oficial Rural Mixta Rodríguez Macal Sayacché, Sayacché que en promedio su concentración de fluoruro en orina es de 0.192 ppm.
2. Los escolares de 6 años presentan la más alta concentración de fluoruro en orina (0.582 ppm.) y los de 9 años presentaron una concentración de fluoruro en orina más baja (0.259 ppm.).
3. En cuanto al sexo, el que presentó mayores concentraciones de fluoruro en orina fue el femenino (0.328 ppm.) y el masculino presentó las menores concentraciones de fluoruro en orina (0.324 ppm.).
4. La concentración de fluoruro en orina en la región de Salud de El Petén fue de 0.326 ppm., la cual es superior a la encontrada en un estudio de población similar realizado en Costa Rica en 1987 en escolares de 7 a 13 años. (18)
5. A nivel nacional quien presentó mayor concentración de fluoruro en orina fue la región de salud Norte (0.477 ppm.) y la más baja la región Sur Occidente (0.266 ppm.)
6. Para la realización de esta investigación, la metodología utilizada fue la más adecuada para las comunidades rurales de la República de Guatemala, debido a que en ciertas comunidades las

carreteras están en mal estado o en algunos casos inexistentes.

11. RECOMENDACIONES

1. Tomar en cuenta los datos obtenidos en esta investigación antes de implementar cualquier programa de fluoración en la sal de consumo humano a nivel nacional.
2. Realizar estudios de este tipo en adolescentes y adultos a nivel nacional con la misma metodología, para comparar los resultados con los obtenidos en niños.
3. En base a la revisión bibliográfica se recomienda la fluoración de la sal como alternativa para la prevención de caries dental y enfermedad periodontal, por ser una medida de alta cobertura y accesible a la población.
4. Utilizar el indicador Concentración de Fluoruro en Orina como medida de control y seguimiento de la fluoruración sistémica de la sal de consumo humano.

12. LIMITACIONES

Durante la realización del trabajo de campo se encontró:

1. Dificultad de acceso a la mayoría de comunidades.
2. Falta de colaboración de algunos escolares para la toma de la muestra.
3. Dificultad de comunicación por los diferentes dialectos que se hablan en las comunidades seleccionadas.

13. ANEXOS

ANEXO No.1

CONSENTIMIENTO DE REALIZACION DEL ESTUDIO

FECHA: _____

Por este medio autorizo al estudiante de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala: Ronald Francisco Villagrán Hún a que tome muestras de orina de los escolares de la Escuela _____, la cual se encuentra a mi cargo, como parte del trabajo de campo de su estudio de tesis titulado "Concentración de Fluoruro en la Orina de los Escolares del Nivel Primario, Inscritos en 1,993, en la Región de Salud de El Petén que comprende el departamento de El Petén". Ya que considero que es un procedimiento no invasivo, el cual no pone en peligro la integridad física ni la salud general de los escolares.

(f)

ENCARGADO

Instructivo para llenar la ficha de recolección de datos:

En cada uno de los renglones se escribirá lo siguiente:

-Región: se anotará el nombre de la región de salud a la que comprende la comunidad, con su respectivo código.

-Fecha: se anotará con números arábigos el día y el año y con números romanos el mes.

-Departamento: se anotará el departamento de la República de Guatemala al que pertenece la comunidad, con su respectivo código.

-Escuela: se anotará el nombre de la escuela seleccionada para este estudio, con su respectivo código.

-Localización: se anotará la localización más exacta posible de la escuela donde se recolectarán las muestras.

En la columna correspondiente a:

-Número de la muestra: se anotará en números arábigos y en forma correlativa el número que se le asigne a cada escolar.

-Nombre: el nombre y apellido del escolar seleccionado para la muestra.

-Edad: la edad en años cumplidos al momento de tomar la muestra.

-Sexo: Colocar una "x" en M si es del sexo masculino y F si es del sexo femenino.

-Grado: se anotará con números ordinales el grado que cursa el escolar.

-Hora de Micción: se anotará con números arábigos la hora y minutos en que se toma la muestra de orina.

-Volumen de orina: se anotará con números arábigos la cantidad en mililitros de orina recolectada.

-Preservante: se anotará con una "x" si ya se le agregó preservante a la muestra de orina.

ANEXO 3

Distribución de datos obtenidos en el trabajo de campo de la concentración de fluoruro en la orina de los escolares del Nivel Primario inscritos en 1993 en la región de Salud de El Petén.

ESCUELA: Privada Rural Mixta Hogar Campestre Adventista Los Pinos,
P o p t ú n

No. de Muestra	Edad	Sexo	Grado	Volumen	Concentración de F
1	11	m	1	250	0.4469
2	12	m	1	225	0.6411
3	10	m	2	320	0.6691
4	10	m	4	210	0.9209
5	10	f	2	185	0.9209
6	10	f	2	300	1.1688
7	7	f	1	340	0.9063
8	6	m	1	260	0.9327
9	7	f	1	198	0.6879
10	6	m	1	325	0.7549
11	6	m	1	310	0.7039
12	6	f	1	280	0.7264
13	6	m	1	280	0.5168
14	6	m	1	320	0.5830
15	6	f	1	280	0.6160
16	9	f	3	230	0.5920
17	8	m	2	220	0.4178
18	8	f	1	280	0.5277
19	8	f	1	230	0.5848
20	9	m	1	320	0.5848
21	8	m	2	290	0.5830
22	11	m	3	230	0.5812
23	8	f	2	320	0.2504
24	7	f	1	170	0.5168
25	11	f	3	280	0.6759

ESCUELA: Oficial Rural Mixta Aldea Jovunché, San Luis

No. de Muestra	Edad	Sexo	Grado	Volumen	Concentración de F
1	12	m	5	90	0.2902
2	12	m	5	270	0.2480
3	12	m	5	320	0.2417
4	7	m	1	270	0.2378
5	10	f	1	240	0.2653
6	7	f	1	100	0.1876
7	11	m	1	240	0.2150
8	6	m	1	280	0.2779
9	9	f	1	300	0.1581
10	7	m	1	320	0.3026
11	7	f	1	310	0.3687
12	11	m	1	80	0.1698
13	7	m	1	184	0.1988
14	8	m	1	245	0.2359
15	8	f	1	156	0.2094
16	11	f	1	162	0.1996
17	9	f	1	114	0.1692
18	8	f	1	85	0.2100
19	9	f	1	70	0.5636
20	8	f	1	83	0.1742
21	7	m	1	300	0.2752
22	10	m	1	140	0.2765
23	8	m	1	143	0.1988
24	9	m	3	160	0.2197
25	8	m	1	40	0.1803

ESCUELA: Oficial Urbana Mixta San Luis, San Luis.

No. de Muestra	Edad	Sexo	Grado	Volumen	Concentración de F
1	8	m	2	240	0.2981
2	10	m	4	205	0.1625
3	10	m	4	120	0.1899
4	11	f	3	50	0.1771
5	9	m	2	60	0.1942
6	7	f	1	120	0.2746
7	12	m	4	60	0.2379
8	11	f	2	254	0.1652
9	10	m	3	290	0.2143
10	9	f	2	70	0.2841
11	9	m	2	165	0.2505
12	11	f	5	70	0.5061
13	8	m	1	190	0.2683
14	8	m	1	132	0.1789
15	11	f	3	140	0.1965
16	9	m	3	230	0.1841
17	11	m	3	60	0.2396
18	9	m	2	240	0.2918
19	11	f	5	245	0.2746
20	11	f	2	80	0.2076
21	12	m	3	288	0.2017
22	10	m	4	70	0.2549
23	10	f	2	272	0.1792
24	11	f	3	102	0.1944
25	10	f	2	200	0.3774

ESCUELA: Oficial Rural Mixta Mayamopán, San Luis.

No. de Muestra	Edad	Sexo	Grado	Volumen	Concentración de F
1	8	f	2	110	0.2530
2	12	f	2	90	0.2739
3	9	m	2	120	0.2143
4	11	m	3	210	0.1973
5	9	m	2	120	0.2849
6	9	f	2	65	0.3688
7	10	m	3	80	0.3157
8	7	f	1	95	0.2768
9	9	m	1	85	0.2402
10	11	f	2	100	0.2350
11	7	f	1	110	0.2204
12	7	f	1	130	0.2462
13	8	f	1	120	0.2556
14	8	f	1	120	0.2746
15	8	m	2	225	0.1745
16	9	m	2	190	0.2482
17	7	f	1	145	0.2765
18	9	m	3	162	0.2541
19	8	f	2	130	0.2202
20	10	f	3	305	0.1665
21	9	f	2	160	0.1936
22	9	m	2	225	0.2013
23	11	m	2	118	0.2560
24	10	m	2	165	0.5384
25	10	m	2	290	0.2291

ESCUELA: Oficial Rural Mixta Cooperativa Vetel Aldea Vetel, Sayacché.

No. de Muestra	Edad	Sexo	Grado	Volumen	Concentración de F
1	7	f	1	310	0.2672
2	7	f	1	230	0.3429
3	9	f	1	290	0.4368
4	7	f	1	260	0.2286
5	10	f	1	290	0.4858
6	11	f	3	230	0.4858
7	8	m	1	190	0.8920
8	11	m	2	370	0.1936
9	9	m	1	200	0.1906
10	9	m	2	310	0.3018
11	10	m	3	200	0.2414
12	12	m	1	295	0.7051
13	12	m	2	340	0.4559
14	11	m	3	360	0.3041
15	11	m	4	360	0.2159
16	8	f	1	270	0.2425
17	6	m	1	280	0.5432
18	6	m	1	180	0.2659
19	8	m	1	330	0.2168
20	8	m	1	310	0.5514
21	7	m	1	360	0.2572
22	7	m	1	295	0.5212
23	8	m	1	260	0.4546
24	9	m	1	275	0.3948
25	11	f	2	300	0.1732

ESCUELA: Oficial Rural Mixta Rodríguez Macal, Sayacché.

No. de Muestra	Edad	Sexo	Grado	Volumen	Concentración de F
1	9	m	3	165	0.2679
2	9	m	3	130	0.2168
3	9	m	3	180	0.1960
4	10	m	3	130	0.2482
5	10	f	3	170	0.1747
6	10	f	3	200	0.1990
7	9	f	3	300	0.1690
8	10	f	3	215	0.1539
9	10	f	3	150	0.1434
10	10	f	3	330	0.1702
11	10	f	3	190	0.1490
12	11	f	3	200	0.2216
13	10	f	3	200	0.1567
14	11	m	3	210	0.1554
15	9	m	3	260	0.1370
16	9	m	3	190	0.1267
17	11	m	2	280	0.2261
18	10	m	3	270	0.5920
19	9	m	3	140	0.1470
20	10	m	3	280	0.1840
21	11	f	3	110	0.1485
22	11	m	3	290	0.1344
23	10	m	3	270	0.1780
24	10	f	3	130	0.1699
25	9	f	3	210	0.1349

Fuente: Datos recolectados durante el trabajo de campo.

14. BIBLIOGRAFIA

1. Alvarez, E.J. Sugerencias para el seguimiento y vigilancia en la fortificación de la sal con yodo y fluor. Trabajo presentado durante la "Primera reunión de Expertos sobre la Fluoración y Yodación de la Sal de Consumo Humano". Antigua Guatemala, Guatemala, Noviembre. 17-21 1986. pp. 238-246.
2. Alvarez Guerra, T., Z. Díaz Sosa. C. Barcelo y R. Cangas. Estudio preliminar de la excreción de fluor en orina en una población abastecida de agua fluorada. Rev Cubana Hig Epidemiol 27 (1):81-86, ene-mar 1989.
3. Ankerman, M. Determinación de la concentración de fluoruro en orina y saliva, en niños que recibieron una dosis óptima de fluoruro. (Informe Final de Tesis) Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1991. pp. 2-14.
4. Armstrong, W.D., I. Gedalia, L. Singer, J.A. Weatherell y S. M. Weidmann. Distribución de los fluoruros en el organismo, en: Fluoruros y Salud. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1972. pp. 85-106. (Monografía No. 59).
5. Borgarello, L. (de). Fluor Rev Fac Odont UNC 2 (1-2): 63-106, 1983.
6. Cjlebna-Sokol, D. Changes in fluoride levels in the blood serum and urine of children with morred enamel. Przgl Lek 46 (12):793-7, 1989. (English abstract.)
7. Collado, P.J. Fluoruria en adultos constarricenses de 20 a 30 años en los estadios de futbol. Fluoración al día (Costa Rica) 1(1)15-17, mar-ago 1991.
8. Cremer, H. y W. Buttner. Absorción de los fluoruros. en: Fluoruros y Salud. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1972. pp. 75-90 (Monografía No. 59)
9. Day, R.A. Como escribir y publicar trabajos científicos. Traducido por Miguel Sáenz. Washington, Organización Panamericana de la Salud, 1990. pp. 15-48. (Publicación Científica 526.)
10. Díaz, G. Monitoreo biológico para la evaluación de ingesta y excreción de fluor. I Curso de Formación de Líderes en Programas de Fluoración de la Sal. MEMORIA. Del 16 al 21 de sept 1991. Programa de Fluoración de la Sal. San José, Costa Rica. 1991.



11. Díaz Williams, G. Monitoreo biológico de ingesta y excreación de fluor. San José, Costa Rica, Programa de Fluoración de la Sal, 1992. pp. 5-6 (Manual Técnico No. 2).
12. Ericsson, Y. Urinary estimation of optimal fluoride dosis in domestic salt. Acta Odontol Scand 29(1):43-51, apr 1971.
13. Flores, R., A. Nogera y J. Matute. Diseño muestral en las encuestas sobre deficiencia de Yodo en C.A. y Panamá. En: informe de la reunión de trabajo del grupo técnico OPS/OMS-INCAP-UNICEF-JNSPHCC/IDD sobre control de los desórdenes por deficiencia de yodo en América Latina. Guatemala, INCAP, 1989. pp. 13-17.
14. Flores Trujillo, J. Aspectos epidemiológicos de la fluoración. Medellín-Colombia, Universidad de Antioquia, Escuela Nacional de Salud pública, 1978. pp. 1-46.
15. Gall, F. Diccionario Geográfico de Guatemala. Compilación Crítica. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional, 1983 Tomo I pp. 88-91.
16. Gedalia, I. Urinary fluoride levels of children and adults. J Dent Res 37(4): 601-604, Aug 1958.
17. Gonzáles Avila, M., C.E. Poméz, y R. Sánchez. Fluorosis dental en Guatemala: epidemiología y caracterización. Guatemala, Universidad de San Carlos, Dirección General de Investigación, 1989. pp. 54-70. (Cuaderno de Investigación No. 5).
18. Gonzáles, R. Memoria II Curso de Formación de Líderes en Programas de Fluoración de la Sal. Costa Rica, Programa de Fluoración de la Sal, 1992 pp. 85-88.
19. Guatemala, Ministerio de Educación. Unidad Sectorial de Investigación y Planificación Educativa (USIPE). ESTADISTICA EDUCATIVA. 1991. Guatemala, 1991.
20. Guatemala, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Dirección General de Servicios de Salud. Enriquecimiento de la Sal con fluoruro. Guatemala, febrero 1986. pp. 29-34.
21. Hennon, D.K. Stookey and J.C. Muhler. Blood and urinary fluoride levels in humans associated with ingestion of sodium fluoride-containing tablets. J Dent Res 48: 1211, 1969.
22. Hennon, D.K., G.K. Stookey and J.C. Muhler. Fluoride excretion with Sodium-Vitamin Tablets. J Dent Res 47:710, 1966.



23. Hodge, H.C., F.A. Smith y I. Gedalia. Excreción de fluor. En: Adler, p. Fluoruros y salud. Ginebra, Organización Mundial de la Salud. 1972. pp. 143-219.
24. Katz, S.J. McDonald y G. Stookey. Odontología preventiva. Fluoruros por vía general y prevención de caries. Buenos Aires, Médica Panamericana, 1975. 215p.
25. Largent E.J. Excreción urinaria de fluoruro en los individuos poco expuestos. en: Adler, p. Fluoruros y Salud. Ginebra, Organización de la Salud, 1972. pp. 151-156.
26. Machuca M., S.E. Análisis de la situación de salud por regiones. Guatemala, oficina Panamericana de la Salud, 1992 pp. 29-97. (Publicaciones Científicas y Técnicas).
27. Marthaler, T. Aspectos Cuantitativos del fluor en el cuerpo humano; ocurrencia e ingesta. (RESUMEN). Trabajo presentado durante la Primera Reunión de Expertos sobre la Fluoración y Yodación de la Sal de Consumo Humano". Antigua Guatemala, Guatemala Nov. 17-21, 1986. pp. 225-229.
28. Marthaler, T. Estudios preparatorios con relación a la factibilidad y financiamiento de la fluoración de la sal en la prevención de caries dental. (RESUMEN). Trabajo presentado durante la "Primera Reunión de Expertos sobre la Fluoración y Yodación de la Sal de Consumo Humano". Antigua Guatemala, Guatemala Nov. 1986 pp. 415-434.
29. Matute J., R. Flores y A. Noguera. Encuesta para conocer la prevalencia de bocio y salud bucal, así como los niveles de yoduria y fluoruria en Panamá. Panamá, Incap, Ministerio de Salud, Universidad de Panamá, 26 julio 1990. p.9
30. Matute, J. Representatividad confiabilidad de una muestra. Nutrición al día. (Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Escuela de Nutrición) 4(1):42-50, 1990.
31. McClure F.J. Water fluoridation. The search and victory. Maryland, Estados Unidos. Department of health, Education and welfare, 1970. pp. 196-206.
32. Mejía R., L.I. Determinación de la concentración real y la concentración óptima de fluoruro en el agua de consumo humano en el departamento de Chimaltenango. Tesis (Cirujano Dentista), Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1986. pp. 104-111.



33. Messer, H.H. y L. Signer. Fluor. Traducido por Manuel González. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, Departamento de educación Odontológica, 1988 pp. 1-8.
34. Newburn, E. Fluorides and dental caries. 2nd ed. Illinois, Charles C. Thomas, 1975. pp. 31-78.
35. Quiñonez A., E.A. Concentración de fluor en el agua de consumo humano del Departamento de Izabal. Tesis (Cirujano Dentista) Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1985. pp. 32-67.
36. Sognaes, J. The physiology of fluoride. Int Dent J 12:2, 1962.
37. Sánchez, R.J. Relación entre la concentración de fluoruro en el agua de consumo y la excreción y concentración de fluoruro en orina en una muestra de escolares de las Fincas Bananeras del Municipio de los Amates, Izabal. Tesis (Cirujano Dentista) Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1992. pp. 8-56.
38. Sánchez, R. Epidemiología de las enfermedades y trastornos clínicos del aparato estomatognático de los escolares del nivel primario de Guatemala. Estudio por regiones. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, septiembre 1992.
39. Sánchez, R. Las enfermedades bucales y el fluor. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1992 pp.1-5.
40. Smith, F.A., D.E. Gardner and H.C. Hodge. Investigations on the metabolism of fluoride, II. Fluoride content of blood and urine as a function of the fluoride in drinking water. J Dent Res 29:596-600, oct 1950.
41. Smoot, R.C. y J. Price. Química. Un curso moderno. México, Continental, 1979. pp. 203-204.
42. Stare, F. Effect of fluorides on bone reconstruction. Dent Abstracts, ADA 13(4):1-3, april 1968.
43. Suchinni P., C. Relación entre la concentración de fluoruro en el agua de consumo y la Excreción y concentración de fluoruro en orina en una muestra de escolares de las Fincas Bananeras del Municipio de los Amates, Izabal. Tesis (Cirujano Dentista) Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1992. pp. 8-56.




44. Whitford, G. Control biológico de la sal fluorada. (Resumen) Trabajo presentado durante la "Primera Reunión de Expertos sobre Fluoración y Yodación de la Sal de Consumo Humano", Realizada en Antigua Guatemala, Guatemala, Nov 17-21, 1986. pp. 133-155.
45. World Health Organization. Fluorine and Fluorides. Geneva, WHO, 1984. pp. 37-45.
46. Wood, J.H., Ch.W. Keenan y W.B. Bull. Química General. Traducido por Juan Pacheco y José Doria. 2a. ed. Chile, Prensa Técnica, 1976. pp. 334-339.
47. Zipkin, I. Excreción de los Fluoruros: en Adler, P. Fluoruros y Salud. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1972. pp. 219-220. (Monografía No. 59).
48. Zipkin, I., R.C. Likins, F.J. McClure and A.C. Streere Urinary fluoride levels associated with use of fluoridated waters. Pub Health Rev 71: 767, 1956.
49. Zipkin, I., W.A. Lee and N.C. Leone. Rate of urinary fluoride output in normal adults. Amer J Publ Health 47:848-851, July 1957.


V. Bo.

Lille Esten

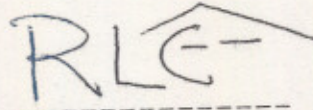





RONALD FRANCISCO VILLAGRAN HUN
SUSTENTANTE




DR. RICARDO SANCHEZ
ASESOR



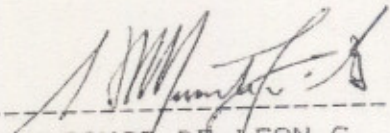
DR. RICARDO LEON
ASESOR



DR. RONALD PONCE
ASESOR



DR. ERNESTO VILLAGRAN
COMISION DE TESIS



DR. ALFONSO DE LEON G.
COMISION DE INVESTIGACION



DR. MANUEL ANDRADE B.
SECRETARIO

IMPRIMASE

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

