

CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA DE LOS ESCOLARES
DEL NIVEL PRIMARIO, INSCRITOS EN EL AÑO DE 1,993, EN
LA REGION DE SALUD NORORIENTE, QUE COMPRENDE LOS
DEPARTAMENTOS DE ZACAPA, CHIQUIMULA, IZABAL Y EL PROGRESO

TESIS PRESENTADA POR

GLENDALILIANA ACEVEDO GARCIA



ANTE EL TRIBUNAL DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, QUE PRACTICO EL
EXAMEN GENERAL PUBLICO PREVIO A OPTAR AL TITULO DE

CIRUJANO DENTISTA

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1,993.

DL
09
(1029)

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA

Decano:	Dr. Jorge Martínez Solares
Vocal Primero:	Dr. Juan Luis Pérez Bran
Vocal Segundo:	Dr. Angel Rodolfo Soto Galindo
Vocal Tercero:	Dr. Axel Mynor Maldonado Guillén
Vocal Cuarto:	Br. Julio Eduardo Farnez Búcaro
Vocal Quinto:	Br. Herman Antonio Ovalle Escamilla
Secretario:	Dr. Manuel de Jesús Andrade Bourdet

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PUBLICO

Decano:	Dr. Jorge Martínez Solares
Vocal Primero:	Dr. Juan Luis Pérez Bran
Vocal Segundo:	Dr. Ricardo Sánchez Avila
Vocal Tercero:	Dr. Ricardo León Castillo
Secretario:	Dr. Manuel de Jesús Andrade Bourdet

DEDICO ESTE ACTO

A: DIOS Y A LA VIRGEN.

A MIS PADRES: MARIO ROMEO ACEVEDO ALEMAN
ROSITA GARCIA DE ACEVEDO.

A MI MAMITA: VICTORIA ALEMAN VDA. DE ACEVEDO
(Q.E.P.D.)

A MIS HERMANOS: MARIO, VICKY, ARLETTE.

A MIS CUNADOS: MARITZA ARRECIS DE ACEVEDO
LUIS ALFONSO RIVERA.

A MIS SOBRINOS: RITA, NERY, MARIO
LUISA, RONALD Y LUIS.

A MIS TIOS: OTTO, NERY, IKY, EMPERA,
TERE, GLORIA Y MARIA LUISA.

A: VINICIO NOWELL.

DEDICO ESTA TESIS

A GUATEMALA

A ESCUINTLA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA

A MIS CATEDRATICOS

A MI AMIGA RITA DOMINGUEZ

A MIS COMPANEROS DE PROMOCION

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Tengo el honor de someter a su consideración mi trabajo de Tesis titulado "CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA DE LOS ESCOLARES DEL NIVEL PRIMARIO, INSCRITOS EN EL AÑO DE 1993, EN LA REGION DE SALUD NORORIENTE QUE COMPRENDE LOS DEPARTAMENTOS DE ZACAPA, CHIQUIMULA, IZABAL Y EL PROGRESO", conforme lo demandan los Estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a optar al título de Cirujano Dentista.

Quiero expresar mi agradecimiento a mis asesores, Dr. Ricardo Sánchez, Dr. Ricardo León y Dr. Ronald Ponce, a la Dirección General de Energía Nuclear, en especial al Lic. Sergio Molina y a todas aquellas personas que colaboraron para la realización del presente trabajo.

Y ustedes distinguidos miembros de este Honorable Tribunal Examinador, acepten mi más alta muestra de consideración y respeto.

HE DICHO.

INDICE

	PAG.
1. SUMARIO	1
2. INTRODUCCION	2
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
4. JUSTIFICACION	6
5. REVISION DE LITERATURA	7
6. OBJETIVOS	66
7. VARIABLE E INDICADOR	67
8. METODOLOGIA	68
9. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS	82
10. CONCLUSIONES	91
11. RECOMENDACIONES	93
12. LIMITACIONES	94
13. ANEXOS	95
14. BIBLIOGRAFIA	111

1. SUMARIO

La presente investigación fue realizada en la Región de Salud Nororiente con el objeto de determinar la Concentración de Fluoruro en Orina de Escolares del Nivel Primario inscritos en el año de 1993, comprendidos entre las edades de 6 a 12 años.

Los resultados de esta investigación servirán de marco de referencia sobre la ingestión del ión flúor, así como en el control y seguimiento de un programa de Fluoruración sistémica de la Sal de consumo humano.

La muestra estuvo integrada por 300 alumnos de doce escuelas de los departamentos de Zacapa, Chiquimula, Izabal y El Progreso; siendo 135 (45%) del sexo femenino y 165 (55%) 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. Los resultados de la concentración de fluoruro en orina en los escolares de la Región de Salud Nororiente, estuvieron comprendidos entre 0.122 a 2.204 ppm, con una media de 0.416 ppm y una desviación estándar de 0.258 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.(28) En Guatemala la distribución del agua potable en la mayoría de comunidades es deficiente 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 esta 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, de bajo 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 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) Como complemento a las investigaciones referidas anteriormente, 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.

Por tal motivo se realizó el presente 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 Nororiente que comprende los departamentos de Zacapa, Chiquimula, Izabal y El Progreso. Se tomaron aleatoriamente doce escuelas (conglomerados) y en cada una de ellas 25 escolares, comprendidos entre las edades de 6 a 12 años haciendo una muestra total de 300; de los cuales se obtuvieron 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 pretende establecer, cuál es 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 Nororiente que comprende los departamentos de: Zacapa, Chiquimula, Izabal y El Progreso que es 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 el más adecuado 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 concentración de fluoruro en la orina, por lo que la realización de esta investigación, en escolares del Nivel Primario de la República de Guatemala, específicamente en la Región de Salud Nororiente; servirá como un indicador biológico basal de la ingesta del ión flúor en esta población; lo cual ayudará a estimar y controlar las 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 expectativas 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.

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 exaltación 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 FLUORUROS.

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)

EFEECTO 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 grabado.

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 acúmulo 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)

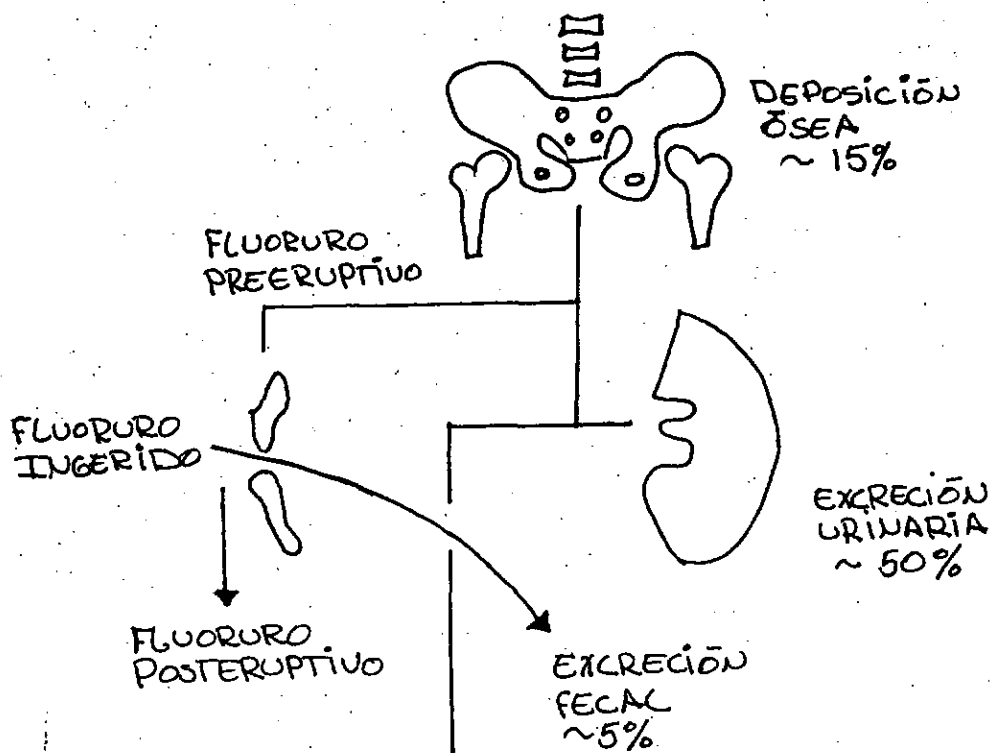


FIGURA 1

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/m; mientras que concentraciones tan altas como 3 mg/m 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 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 1ppm) 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 F 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 1mg 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)

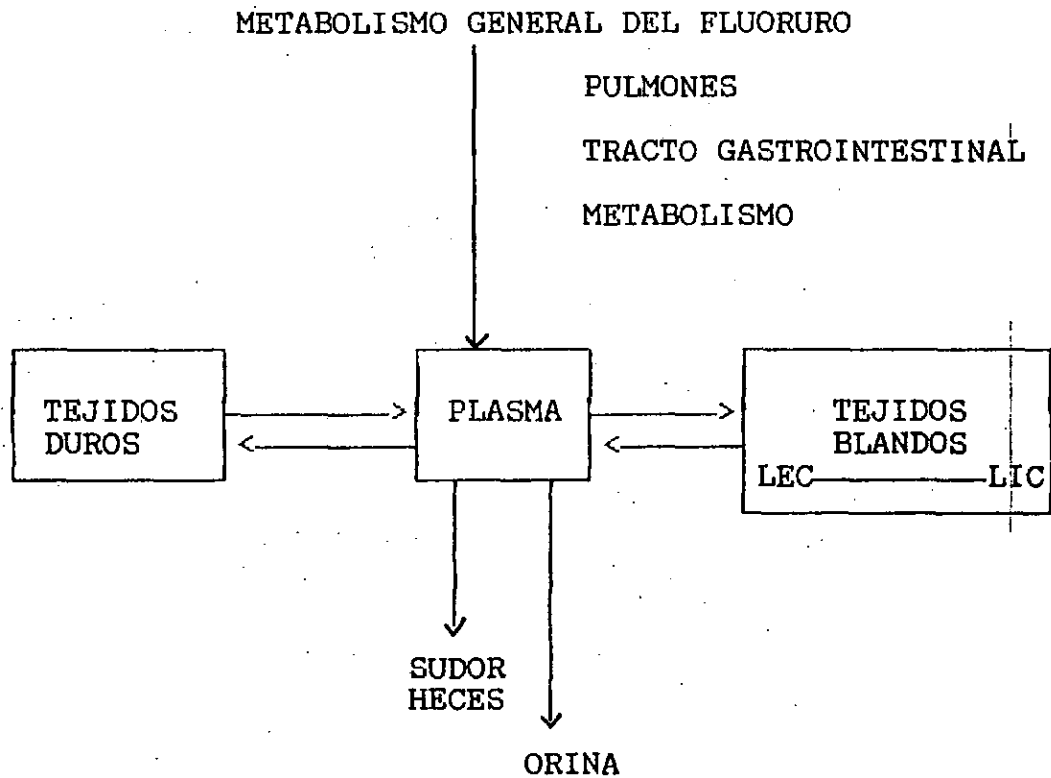


Figura 2. Metabolismo general del fluoruro. Los destinos finales del fluoruro absorbido en climas templados con su captura por los tejidos calcificados y excreción por la orina. La pérdida del fluoruro por el sudor puede ser una vía importante en los climas tropicales.

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 KBF_4 , 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 ABSORCION

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 cuanto 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 1ppm 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 , Na_2SiF_6 , HF , $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$) con el objeto de aumentar hasta una 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 ^{18}F y concentraciones de F de 1 y 4 ppm han sido reportadas.(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 1ppm. 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 ésta.

Aproximadamente se absorbe el 80% de los fluoruros existentes en la alimentación humana. Si se añaden

compuestos de calcio (fosfatos 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 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)

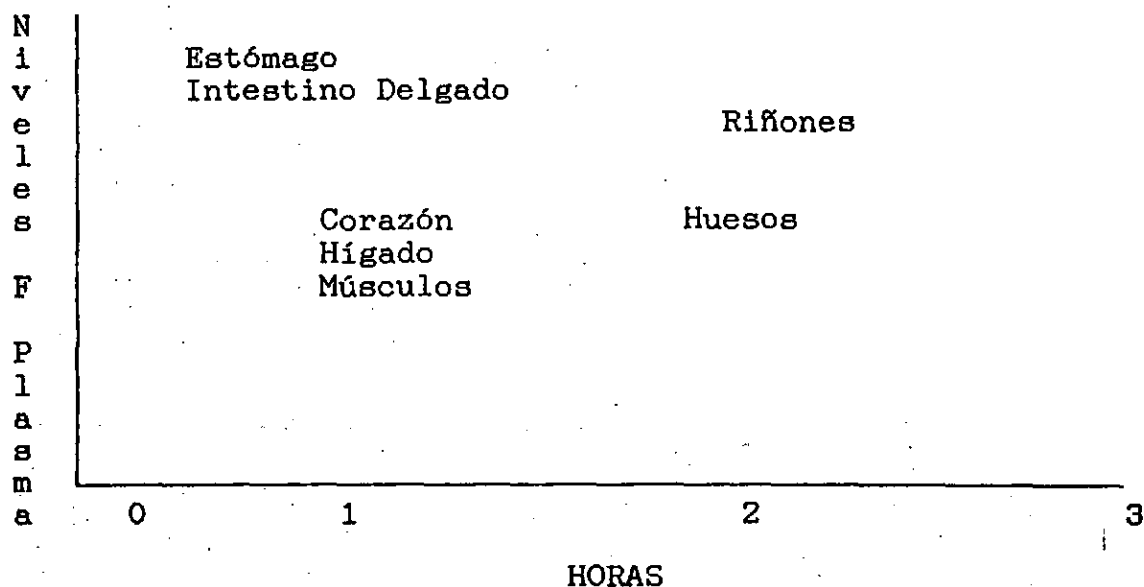


Fig. 3 Cambios de las concentraciones de fluoruro en plasma después de la ingesta de pequeñas cantidades del ión. Se muestran los tejidos principales que determinan el curso. Las concentraciones no son indicadas; dependerán del tamaño de la dosis. El punto más alto usualmente se alcanza entre 30 y 60 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 ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$). 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 agua 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 éstos, 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 períodos 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, al 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 éste 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 éste 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 mucho 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 esta 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 termino 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 uM, 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

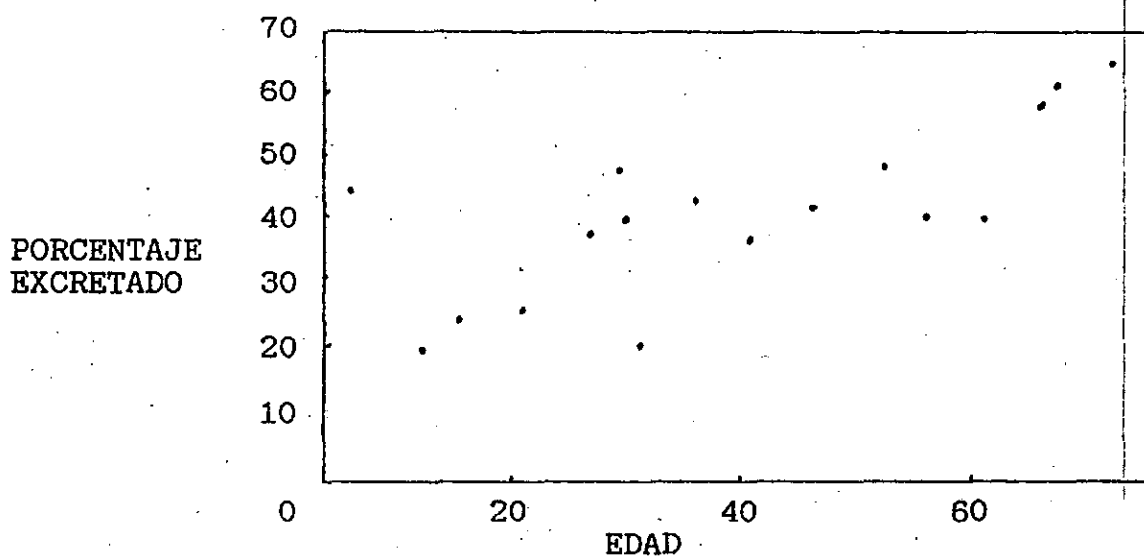
peso corporal (1.3 a 2.0 ml/min/kg) (Fig. 4a). A medida que disminuye la masa renal funcional en la senectud o en ciertos tipos de enfermedad renal, se reduce la tasa de filtración glomerular. También se reduce durante el sueño, el ejercicio moderado o fuerte y en los períodos de tensión física o emocional.

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%.

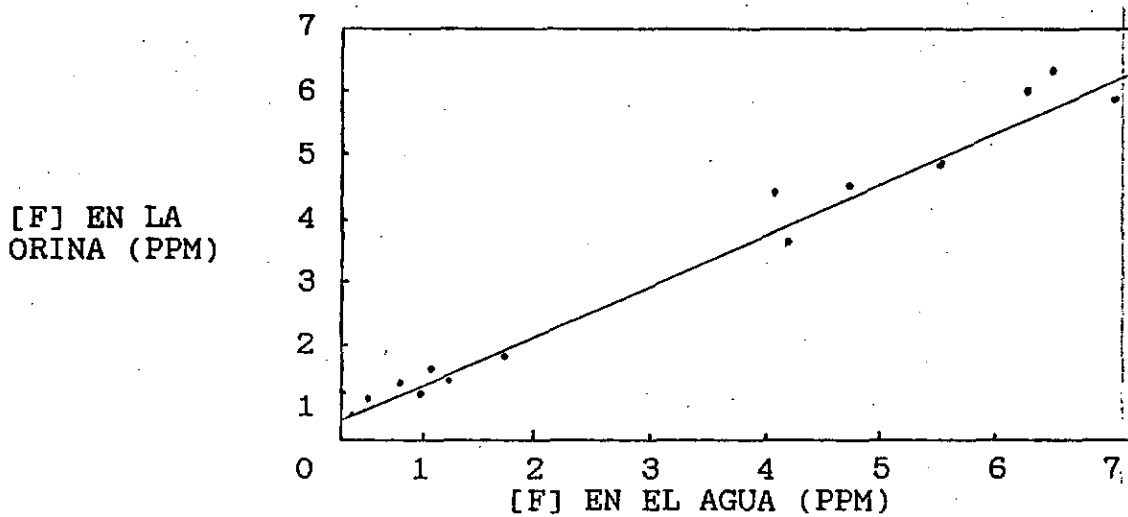
En la figura 4b se muestra la relación que existe entre los niveles de fluoruro del agua de bebida y la orina. Si no hay otras fuentes significativas de fluoruro (tales como mucha concentración en el aire, alimentos con concentraciones realmente altas, compuestos fluorados utilizados para la aplicación 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, 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 período, 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 NORORIENTAL DE GUATEMALA (26)

CARACTERISTICAS FISICAS Y DEMOGRAFICAS

La región Nororiental de la República de Guatemala, comprende los departamentos de Zacapa, El Progreso, Chiquimula e Izabal. Limita al norte con los departamentos de Alta Verapaz y El Petén, la República de Belice y el Mar Caribe; al sur con los departamentos de Jalapa y Jutiapa (frontera con El Salvador); al este con la República de Honduras; y al oeste con los departamentos de Alta y Baja Verapaz, y Guatemala.

Para efectos político administrativos, la región está dividida en 34 municipios. Su extensión territorial de 16,026 kms cuadrados; (15% del total del país); el departamento de Izabal es el de mayor extensión con 9,038 km cuadrados, le siguen Zacapa (2,690), Chiquimula (2,376) y El Progreso (1,922). Se cuenta en la región con una ciudad (Puerto Barrios), 4 ciudades menores (Chiquimula, Zacapa, Morales y Esquipulas), 8 centros poblados mayores y 225 lugares poblados. La preponderancia de centros poblados menores lugares poblados que existe en la región indica claramente la dispersión de su población y caracterización predominantemente rural.

El ambiente físico natural de la región es heterogéneo, se encuentran en ella tierras altas volcánicas, cristalinas y sedimentarias; y depresiones como las del Motagua e Izabal. La región cuenta con áreas tropicales, subtropicales, secas, húmedas, templadas y frías; con un alto potencial agrícola, silvícola y pecuario. Su elevación varía de 0.63 a 517 metros sobre el nivel del mar.

La población total para 1990 era de 827,914 habitantes (9% de la población nacional). La densidad poblacional es de 55 h/km menor que la nacional (84 h/km), lo cual indica una menor ocupación territorial. Por departamentos. Chiquimula cuenta con 246,899 habitantes; Zacapa con 158,638; El Progreso registra 106,198; e Izabal tiene 31,179 habitantes; con una densidad de 103,59,55 y 3 h/km respectivamente.

La población es predominantemente rural (75%). El departameto más ruralizado es Izabal (78%), le siguen Chiquimula (76%), El Progreso (72%) y Zacapa (71%). Aproximadamente el 20% de la población es indígena, perteneciente a uno de los tres grupos ubicados en los departamentos de Izabal y Chiquimula: caribe, kekchí y chortí.

El 51% de la población corresponde al sexo masculino y el 49% al femenino; se estima que para 1990 había 103 hombres por cada 100 mujeres. La población menor de cinco años constituye el 17% y la menor de quince años representa el 46%. El grupo adolescente, de 10 a 19 años, comprende una cuarta parte (25%); los jóvenes de 15 a 24 años, el 20%; las mujeres de 15 a 49 años representan el 21%; la población mayor de 50 años alcanza únicamente el 4%. Esta distribución etárea hace que la Región III al igual que las demás regiones del país, conforme una pirámide de base ancha.

ASPECTOS SOCIOECONOMICOS

La base económica de la región se sustenta en el comercio, el transporte, la prestación de servicios y la producción minera; complementariamente, se apoya en la producción de banano, café, frutas y hortalizas, bienes que exporta a otras regiones o al exterior del país.

La Región está estructurada en torno a un corredor principal de desarrollo y tres secundarios; el principal de ellos, es el que conecta la ciudad de Guatemala con la de Puerto Barrios (cuyo puerto registra el mayor volumen de operaciones de importación y exportación de la república).

Este corredor está definido en gran parte por la carretera que va hacia el Atlántico, y pasa por tres departamentos de donde se extraen diferentes productos: granos básicos, hortalizas y productos de industria manufacturera de El Progreso; cultivos alimenticios, industriales y de exportación de Zacapa; ganado y banano de Izabal. Los otros corredores están articulados al anterior, a través de la cabecera departamental de Chiquimula, pero con una fuerte vinculación a la economía de las fronteras salvadoreña y hondureña (Concepción las Minas y Esquipulas respectivamente).

Otro eje de importancia es la Ruidosa (Río Dulce-Modesto Méndez) en el cual se vinculan las actividades extractivas de El Petén, a la economía de El Petén, a la economía nacional e internacional. Es importante señalar que la región cuenta con áreas de gran potencial turístico, tales como: Río Dulce, las playas y poblados de Livignton, Santo Tomás de Castilla, Lago de Izabal, los ríos Motagua y Hondo y el balneario Longarone.

En 1991, se estimó la población económicamente activa (PEA) en 253,069 habitantes, de los cuales el 51% (130,150) estaba ocupado y el restante 49% (122,290), en calidad de desocupado o parcialmente ocupado. Este dato es menor al nivel de desocupación a nivel nacional (58%).

La Región Nororiental contribuyó al Producto Interno Bruto Nacional (PIB), durante el mismo año, con Q1,017.2 millones de quetzales (cuarto lugar en la producción nacional); 24% de esta cantidad provenía del comercio, 19% del transporte, 18% de servicios públicos y privados, y 16% de la agricultura. La comparación del PIB por categoría de actividad principal muestra el orden de importancia de cada una de ellas en la región, dentro del cual cabe señalar que la agricultura ocupa el cuarto lugar. El ingreso promedio anual per cápita de los trabajadores es de 1,250.90 (Q2,169.10 a nivel nacional), cantidad sumamente baja que se traduce en la imposibilidad de acceso a la canasta básica, vivienda, vestuario, educación, recreación y otros. Esto explica, en parte, la situación de extrema pobreza en que vive el 60% de la población, estimado en un total de 95,673 familias (478,368 habitantes). En situación de pobreza se encuentran 36,432 familias (23%) es decir 182,160 habitantes. La migración es un fenómeno importante en la región, se observa básicamente en los departamentos de El Progreso e Izabal. Los principales destinos de los emigrantes de la región son: Izabal, Guatemala, Escuintla y El Petén. Las causas principales de este fenómeno migratorio están asociadas al desempleo y a la búsqueda de mejores condiciones de vida. Según el estudio Mapeo de la Pobreza en Guatemala, el 44% de la población de la región

era analfabeta, pero al desglosar por departamentos, Chiquimula alcanza el 54%, Izabal 59%, El Progreso 38% y Zacapa 35%. Existe un serio déficit de infraestructura en educación: 66% a nivel preprimario y 70% en el primario; a nivel básico y diversificado no existe déficit pues la demanda es más baja. La demanda de educación es atendida por 231 maestros a nivel pre primario, 3,290 a nivel primario y 1,336 a nivel medio. Hay un total de 145 escuelas preprimarias, 1,156 escuelas primarias y 127 de nivel medio. Existe además la oferta de las extensiones universitarias públicas y privadas.

El déficit habitacional también es serio, sólo se registraron 110,000 viviendas lo que quiere decir que el 66% de la población no tiene vivienda adecuada o carece de ella. Este déficit se refiere fundamentalmente a aspectos cualitativos y a tenencia de la propiedad y que la mayoría de habitantes de la región ha encontrado resguardo en viviendas informales. Es importante señalar que el mayor déficit habitacional se encuentra en Izabal.

En cuanto a servicio de energía eléctrica en todo el territorio de la región, puede afirmarse que con excepción de la parte norte del departamento de Zacapa y la nororiental de Izabal y Chiquimula, el resto cuenta con el fluido. En resumen, se estima que entre el 65 y 76% de las

viviendas urbanas, en los departamentos de la región, goza del servicio de electricidad; mientras que, a nivel rural, sólo el 31% de las viviendas de Zacapa, el 24% de El Progreso, el 11% de Izabal y el 7% de Chiquimula, cuentan con él.

EPIDEMIOLOGIA DE LAS ENFERMEDADES Y TRASTORNO CLINICOS DEL APARATO ESTOMATOGNATICO DE LOS ESCOLARES DEL NIVEL PRIMARIO DE LA REGION DE SALUD NORORIENTAL. (38)

Las principales conclusiones de este estudio son las siguientes:

1. Las tres cuartas partes de los escolares examinados afirman efectua limpieza de su boca con una frecuencia regular de dos a tres veces al día. Cerca de la mitad de los escolares afirman que usan cepillo y pasta dental para efectuar la limpieza de la boca. Más de la mitad de los escolares refieren que tienen y usan el cepillo dental, y que han aprendido a usarlo a través de la madre, principalmente. También el padre y el maestro son proveedores importantes de esta instrucción. Casi la totalidad de escolares, 99%, afirman que no usan el hilo dental en la higiene bucal, porque no lo conocen, no lo tienen, ni les han

explicado sobre su uso. El único caso observado refirió que recibió instrucción de la madre sobre su uso.

2. La totalidad de los alumnos manifiestan no haber participado en su escuela en programas de limpieza de los dientes y de aplicación de flúor; y cerca de la sexta parte de la muestra han recibido escasa e ineficiente educación en salud bucal. Cerca de la cuarta parte de los alumnos 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 observado con cautela debido a que posiblemente los escolares ignoran que pudieron ser atendidos por una persona empírica. La madre, el padre y el maestro también tienen un lugar importante al respecto. Un poco más de las tres cuartas partes de los escolares manifiestan que las principales razones por las que no han buscado atención odontológica son: escasos recursos económicos, por no tener nada malo, sus padres no los llevan, y en menor proporción no saben la razón.
3. La mayoría de escolares afirman que no tienen problema bucal, y de los que afirman que si lo tienen. 86% señalan que lo tienen en los dientes.

4. Un alto porcentaje de los escolares manifiesta interés por conocer, prevenir y recibir tratamiento sobre problemas de salud bucal, principalmente con referencia a los dientes y otra parte de la boca (toda la boca).
5. Los principales hallazgos del examen clínico de tejidos blandos y duros de la boca son: lengua saburral, torus palatino, lengua fisurada y 59 niños (casi la mitad de los escolares), que corresponde a 49%, con algún proceso infeccioso.
6. Los escolares de la región Nororiental de Guatemala mantienen pobres condiciones de higiene bucal.
7. Cerca de la totalidad de los escolares presentan higiene bucal deficiente, lo cual es evidente a través del indicador empleado de depósitos blandos sobre los dientes.
8. Existe una proporción relativamente alta, cerca de la mitad de los escolares con cálculos dentarios.
9. La totalidad de los escolares presentan signos de gingivitis.
10. El 10% de los escolares examinados presenta alguna forma de periodontitis.
11. La mayoría de escolares presenta un patrón de maloclusión Clase I, seguido por maloclusión Clase II y por último maloclusión Clase III según la clasificación de Angle.

12. La Prevalencia y experiencia de caries dental en la región Nororiental del país es alta, como la observada en otros estudios similares realizados en Guatemala.

Los valores promedio obtenidos en este estudio, para los índices de caries dental son:

I N D I C E S								
n=120	ceo	ceo	ceo	is	CPO	CPO	CPO	IS
	7.87	16.61	47.29	2.70	9.80	15.17	33.67	2.16
	3,78	9.52	30.69	0.58	6.02	8.52	20.43	0.31

Se observó un aumento gradual de los valores promedio de los índices de caries dental, conforme aumenta la edad de los escolares. Se observó los valores promedio más altos de los índices de caries dental: ceo, CPO U CPOT para el estrato rural.

13. No se observó ningún caso de fluorosis dental, debido a que la concentración de fluoruro en el agua de bebida de las poblaciones examinadas, es deficiente, la cual varió entre 0.0 y 0.20 mg/l F .

14. Más de la mitad de los escolares examinados, 56%, no necesita de servicio estomatológico de emergencia, sin embargo presentan lesiones de caries dental. El 30% de los escolares necesitan servicio estomatológico de emergencia, 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, 14% de los escolares necesitarán de servicio odontológico en el transcurso de un mes o menos debido a la presencia de fístulas y piezas dentarias con lesiones de caries dental, que de no ser atendidos llegarán a producir dolor.

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 el 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 1993, en la región de salud Nororiente que comprende los departamentos de Zacapa, Chiquimula, Izabal y El Progreso.

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 Nororiente.

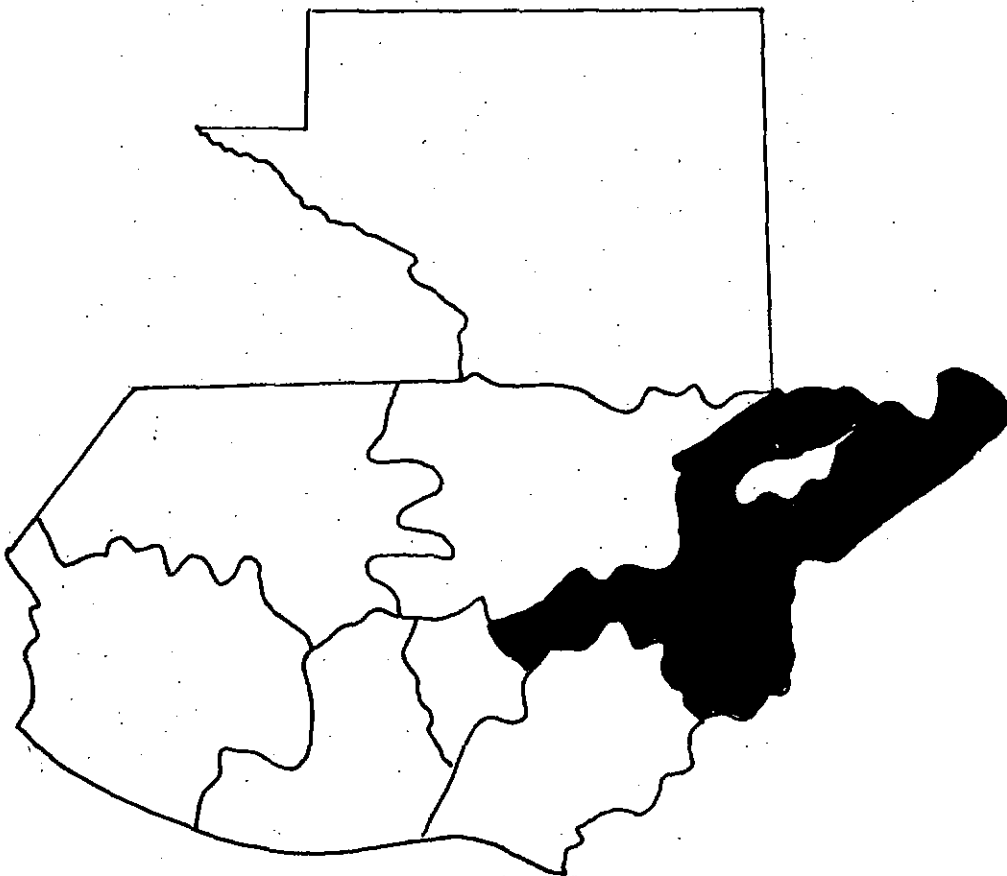
7.1.1 Indicador de la variable concentración de fluoruro en la orina:

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 integraron todos los alumnos tanto de sexo masculino como femenino inscritos en ciclo lectivo del año de 1,993, comprendidos en las edades de 6 a 12 años de edad que asisten a las escuelas del nivel primario, públicas o privadas, urbanas o rurales, de la región de salud Nororiente que comprende los departamentos de Zacapa, Chiquimula, Izabal y El Progreso.



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 Nororiente, 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 Nororiente que comprende los departamentos de Zacapa, Chiquimula, Izabal y El Progreso. El procedimiento fué el siguiente:

$$n = \frac{Nc^2 * Var}{LE^2 * \left[\frac{N-1}{N} \right] + \left[\frac{(Nc)^2 * (Var)}{N} \right]} * ED(29,30)$$

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, $Z_{1-\alpha/2} = 1.96$.

Var = varianza del nivel de concentración de fluoruro en orina.

Estimada a partir de una desviación estándar de 0.10 mg/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 en el año de 1,993.

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 300 escolares de la Región de Salud Nororiente.

8.2.3 Procedimiento para el diseño muestral:

Después de establecer el tamaño de la muestra en 300 alumnos de la Región de Salud Nororiente 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 Nororiente del año 1,992, con sus respectivas matrículas.
- Se definió K como el número de escolares que integraron cada uno de los conglomerados, $K=25$. Este número es función del coeficiente de correlación intraclase y del error estándar. (37,43)]
- Se calculó el número de conglomerados "m" a incluir en la muestra, de la siguiente manera: $m=n/K$, $m=300/25$, $m=12$ conglomerados. En donde n = tamaño de la muestra y K = número de escolares.
- El método empleado para la selección de los conglomerados fué completamente aleatorio, a través de una tabla de números aleatorios. En base a este

procedimiento, se seleccionaron las siguientes escuelas por departamento:

Zacapa:

- Escuela Oficial Rural Mixta Aldea Pasabien, Río Hondo.
- Escuela Oficial Rural Mixta Aldea Santa Lucía, Zacapa.
- Escuela Oficial Rural Mixta Aldea El Arenal, Cabañas.

Chiquimula:

- Escuela Oficial Rural Mixta Aldea Guacamayas, Concepción las Minas.
- Escuela Oficial Rural Mixta Caserío Encuentros Arriba, Aldea Los Encuentros, Quezaltepeque.
- Escuela Oficial Rural Mixta Aldea Tisipe, Camotán.

Izabal:

- Escuela Oficial Rural Mixta Aldea El Guacamayo, Los Amates, Izabal.
- Escuela Privada Rural Mixta Finca Oneida Bananera, Morales.
- Escuela Privada Rural Mixta Finca La Inca, Puerto Barrios Izabal.

El Progreso:

- Escuela Oficial Rural Mixta Caserío El Puente, Sansare, Sanarate, El Progreso.

- Escuela Oficial Rural Mixta Rosibel Ordoñez
Mayorga, Aldea Estancia de la Virgen, San Cristobal
Acasaguastlán, El Progreso.
- Escuela Oficial Urbana Mixta No. 1, Sanarate El
Progreso.

8.2.3.2 Segunda etapa de selección:

Para llevar a cabo esta etapa, se solicitaron 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 encargada 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 se conversó con los directores de cada escuela para infomarles del 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 ha establecido la recolección de muestras en el período 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 orinara 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 10ml. 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 fueron lavadas entre cada medición con agua destilada. Se tomaron tres muestras, ya que una sirvió para realizar los análisis en el laboratorio y las otras sirvieron 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:

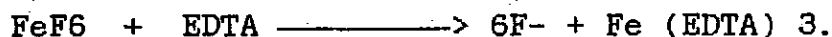
- a) Analizador selectivo de ión (potenciómetro).

- 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 1ml.
- j) Goteros plásticos.
- k) Probetas de polipropileno de 500 ml.
- l) Un balón aforado de polipropileno de 250 ml.
- m) Servilletas de papel.

8.5.2.2 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 la cual se prepararon cinco soluciones de fluoruro de sodio de 0.1899, 0.5, 1.0, 1.8998, 3.7690, 5.6994 ppm respectivamente.
 - c) EDTA al 8%: se utilizó para destruir los complejos que forma el flúor naturalmente con el hierro.(Fe)
- $$\text{Fe} + 6\text{F}^- \longrightarrow \text{FeF}_6$$
- , 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 sacaron 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 5.694 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 10ml. 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 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 obtenidos durante el trabajo de campo de este estudio de investigación, por medio de cuadros estadísticos tabulados por el programa Mystat. Para ello, los mismos fueron ordenados por escuela, departamento, región, edad y sexo.

CUADRO 1

DISTRIBUCION DE LA MUESTRA DE LOS ESCOLARES DEL NIVEL PRIMARIO INSCRITOS EN 1993 EN LA REGION DE SALUD NORORIENTE, POR DEPARTAMENTO.

DEPARTAMENTO	ESCOLARES	
	N	%
Zacapa	75	25
Chiquimula	75	25
Izabal	75	25
El Progreso	75	25
Total	300	100

FUENTE: Datos obtenidos durante el trabajo de campo.

En la Región de Salud Nororiente se obtuvo muestras de orina de 300 escolares, de los cuales el 25% (75) correspondió a cada departamento.

CUADRO 2

DISTRIBUCION DE LA MUESTRA DE ESCOLARES DEL NIVEL PRIMARIO
INSCRITOS EN 1993, EN LA REGION DE SALUD NORORIENTE
POR SEXO Y EDAD.

Edad	Femenino		Masculino		Total	
	n	%	n	%	n	%
6	5	1.67	5	2.00	10	3
7	15	5.00	18	6.00	33	11
8	19	6.33	23	7.67	42	14
9	19	6.33	30	10.00	49	16
10	25	8.33	31	10.33	56	19
11	29	9.67	25	8.00	54	18
12	23	7.67	33	11.00	56	19
Total	135	45.00	165	55.00	300	100

FUENTE: datos recopilados durante el trabajo de campo.

Del total de 300 escolares que comprende la muestra de la Región de Salud Noriente, 135 (45%) corresponde al sexo femenino y 165 (55%) al sexo masculino. Los escolares estaban comprendidos entre las edades de 6 a 12 años.

CUADRO 3

MEDIA, DESVIACION ESTANDAR Y RANGO DE LA CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA DE LOS ESCOLARES DEL NIVEL PRIMARIO INSCRITOS EN 1993 EN LA REGION DE SALUD NORORIENTE DISTRIBUIDOS SEGUN ESCUELA.

ESCUELA	CONCENTRACION DE FLUORURO PPM			
	N	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	RANGO
Pasabién Zacapa.	25	0.337	0.074	0.208-0.551
Sta. Lucía Zacapa.	25	0.599	0.257	0.259-1.273
El Arrenal Zacapa.	25	0.582	0.234	0.238-1.020
Tisipe Chiquimula	25	0.346	0.130	0.180-0.703
Encuentros Chiquimula	25	0.305	0.111	0.157-0.485
Guacamayas Chiquimula	25	0.236	0.059	0.170-0.432
Guacamayo Izabal.	25	0.257	0.080	0.157-0.483
Oneida Izabal.	25	0.430	0.398	0.155-2.204
La Inca Izabal.	25	0.340	0.272	0.165-1.386
El Puente El Prog.	25	0.293	0.112	0.122-0.580
Est. de V. El Prog.	25	0.639	0.262	0.293-1.203
Sanarate El Prog.	25	0.630	0.292	0.250-1.307
Total	300	0.416	0.258	0.1222-.204

Fuente: datos recolectados durante el trabajo de campo.

De las 12 escuelas que abarcó esta investigación los valores más altos de concentración de fluoruro en orina se encontraron en los alumnos de la escuela Oficial Rural Mixta Rosibel Ordoñez Mayorga, El Progreso, con una media de 0.639 ppm (\pm 0.262 ppm) y los más bajos en los alumnos de la escuela Oficial Rural Mixta Aldea Guacamayas, Chiquimula, con una media de 0.236 (\pm 0.059 ppm).

Se puede observar que a pesar de que la media más alta se presentó en los alumnos de la escuela Oficial Rural Mixta Rosibel Ordoñez Mayorga, El Progreso, ésta no presentó los rangos más altos de la región, sino que correspondieron a los alumnos de la escuela Oficial Rural Mixta Aldea Guacamayas, Chiquimula.

CUADRO 4

MEDIA, DESVIACION ESTANDAR Y RANGO DE LA CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA DE LOS ESCOLARES DEL NIVEL PRIMARIO INSCRITOS EN 1993 EN LA REGION DE SALUD NORORIENTE DISTRIBUIDOS SEGUN DEPARTAMENTO.

DEPARTAMENTO	CONCENTRACION DE FLUORURO PPM			
	N	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	RANGO
Zacapa	75	0.506	0.238	0.208-1.273
Chiquimula	75	0.295	0.116	0.157-0.703
Izabal	75	0.343	0.283	0.155-2.204
El Progreso	75	0.521	0.283	0.122-1.307
Total	300	0.416	0.258	0.122-2.204

Fuente: datos recolectados durante el trabajo de campo.

De los 4 departamentos que forman la Región de Salud Nororiente, los escolares que presentaron la concentración de fluoruro en orina más alta fueron los de El Progreso con un promedio de 0.521 ppm (± 0.283 ppm) y la más baja se presentó en los escolares de Chiquimula con un promedio de 0.295 ppm (± 0.116 ppm). La variabilidad de Izabal y El Progreso es igual, a pesar de que las medias son diferentes; lo cual puede deberse a que en Izabal se encontraron las concentraciones de fluoruro en orina más altas.

CUADRO 5

MEDIA, DESVIACION ESTANDAR Y RANGO DE LA CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA DE LOS ESCOLARES DEL NIVEL PRIMARIO INSCRITOS EN 1993 EN LA REGION DE SALUD NORORIENTE

REGION	CONCENTRACION DE FLUORURO PPM			
	N	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	RANGO
Nororiente	300	0.416	0.258	0.122-2.204

Fuente: Datos recolectados durante el trabajo de campo.

Los resultados de la concentración de fluoruro en orina encontrados en los escolares de la Región de Salud Nororiente, estuvieron comprendidos entre 0.122 a 2.204 ppm, presentando una media de 0.416 ppm y una desviación estándar de 0.258 ppm.

Las concentraciones de fluoruro en orina de los escolares de esta Región, son más bajas respecto a las de los alumnos de la Región de Salud Norte que es la más alta a nivel nacional, con una media de 0.477 ppm (±0.405 ppm); así mismo son más altas respecto a las de los escolares de la región de Salud Suroccidente que es la más baja con una media de 0.266 ppm (±0.091 ppm).

La concentración de fluoruro en orina de los escolares de la Región de Salud Nororiente es más alta que la encontrada en un estudio realizado en Costa Rica (0.35 ppm),

en escolares de 7 a 13 años, antes de implementar el Programa de fluoruración de la Sal (18), lo cual puede ser debido a que en algunos departamentos de la Región se han encontrado altas concentraciones de fluoruro en el agua.

(38,43)

CUADRO 6

MEDIA, DESVIACION ESTANDAR Y RANGO DE LA CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA DE LOS ESCOLARES DEL NIVEL PRIMARIO INSCRITOS EN 1993 EN LA REGION DE SALUD NORORIENTE DISTRIBUIDOS POR EDAD.

EDAD	CONCENTRACION DE FLUORURO PPM			
	N	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	RANGO
6	10	0.445	0.247	0.163-0.902
7	33	0.401	0.294	0.122-1.386
8	42	0.338	0.167	0.157-0.877
9	49	0.441	0.261	0.157-1.254
10	56	0.445	0.327	0.177-2.204
11	54	0.415	0.248	0.155-1.232
12	56	0.429	0.223	0.176-1.307
Total	100	0.416	0.258	0.122-2.204

Fuente: datos recolectados durante el trabajo de campo.

Las concentraciones de fluoruro en orina más altas, se presentaron en los escolares de 6 y 10 años, con una media de 0.445 ppm (± 0.247 ppm, ± 0.327 ppm) y las más bajas en escolares de 8 años (0.338 ppm, ± 0.167 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 una media mayor que los restantes.

CUADRO 7

MEDIA, DESVIACION ESTANDAR Y RANGO DE LA CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA DE LOS ESCOLARES DEL NIVEL PRIMARIO INSCRITOS EN 1993 EN LA REGION DE SALUD NORORIENTE DISTRIBUIDOS POR SEXO.

ESCUELA	CONCENTRACION DE FLUORURO PPM			
	N	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	RANGO
Femenino	135	0.386	0.262	0.122-2.204
Masculino	165	0.441	0.253	0.157-1.386
Total	300	0.416	0.258	0.122-2.204

Fuente: datos recolectados durante el trabajo de campo.

En cuanto al sexo, el masculino fue el grupo que presentó los valores más altos y el sexo femenino los valores más bajos.

10. CONCLUSIONES

1. La concentración de fluoruro en orina más alta de la Región de Salud Nororiente, se encontró en escolares del departamento de El Progreso, con una media de 0.521 ppm (± 0.283 ppm) y la más baja, en escolares del departamento de Chiquimula con una media de 0.295 ppm (± 0.116 ppm).
2. Los valores más altos se presentaron en los alumnos de la Escuela Oficial Rural Mixta Aldea Estancia de la Virgen, El Progreso, que en promedio su concentración de fluoruro en orina fue de 0.639 ppm (± 0.262 ppm) y los más bajos en los alumnos de la Escuela Oficial Rural Mixta Aldea Guacamayas, Concepción Las Minas, Chiquimula, con un promedio de 0.236 ppm (± 0.059 ppm).
3. Los escolares de 6 y 10 años de edad presentaron la más alta concentración de fluoruro en orina (0.445 ppm, ± 0.247 ppm, ± 0.327 ppm) y los de 8 años presentaron la concentración de fluoruro en orina más baja (0.338 ppm, ± 0.167 ppm).
4. En cuanto al sexo, el que presentó mayor concentración de fluoruro en orina fue el masculino (0.441 ppm, ± 0.253 ppm) y el femenino la menor concentración de fluoruro en orina (0.386 ppm, ± 0.262 ppm).

5. La concentración de fluoruro en orina encontrada en los escolares de la Región de Salud Nororiente, fue de 0.416 ppm (\pm 0.158 ppm), la cual es superior a la encontrada en un estudio realizado en Costa Rica en 1987 (18).
6. A nivel nacional, quienes presentaron la mayor concentración de fluoruro en orina fueron los escolares de la Región de Salud Norte (0.477 ppm, \pm 0.405 ppm) y la más baja, los escolares de la Región de Salud Suroccidente (0.266 ppm, \pm 0.091 ppm).
7. Para la realización de esta investigación, la metodología usada fue la más adecuada a 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 fluoruración en la sal de consumo humano a nivel nacional.
2. Realizar estudios de este tipo a nivel nacional, en adolescentes y adultos utilizando la misma metodología, para poder comparar los resultados con los obtenidos en niños.
3. En base a la revisión bibliográfica se recomienda la fluoruración de la Sal como alternativa para la prevención de caries dental y enfermedad periodontal, por ser una medida de amplia cobertura y accesible a la población.
4. Utilizar el indicador concentración de fluoruro en la 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 encontraron las limitaciones siguientes:

1. Dificultad de acceso a algunas comunidades.
2. Falta de colaboración de algunos escolares para proporcionar las muestras de orina.

13. A N E X O 1

CONSENTIMIENTO DE REALIZACION DEL ESTUDIO

FECHA: _____

Por este medio autorizo al estudiante de odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Glenda Liliana Acevedo García, 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 Nororiental que comprende los departamentos de Zacapa, Chiquimula, Izabal y El progreso, porque 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 (A).

Instructivo para llenar la ficha de recolección de datos: En cada uno de los renglones se escribió lo siguiente:

- Región:

se anotó el nombre de la región de salud a la que corresponde la comunidad, con su respectivo código.

- Fecha:

se anotó con números arábigos el día y el año, con números romanos el mes.

- Departamento:

se anotó el departamento de la República de Guatemala al que pertenece la comunidad, con su respectivo código.

- Escuela:

se anotó el nombre de la escuela seleccionada para este estudio, con su respectivo código.

- Localización:

se anotó la localización más exacta posible de la escuela donde se recolectaron las muestras.

En la columna correspondiente a:

- Número de la muestra:

se anotó 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 anotó con números ordinales el grado que cursa el escolar.
- Hora de Micción:
se anotó con números arábigos la hora y minutos en que se toma la muestra de orina.
- Volumen de orina:
se anotó con números arábigos la cantidad en mililitros de orina recolectada.
- Preservante:
se anotó con una "x" si ya se le agregó preservante a la muestra de orina.

A N E X O 3

DISTRIBUCION DE DATOS OBTENIDOS EN EL TRABAJO DE CAMPO DE LA
CONCENTRACION DE FLUORURO EN ORINA DE LOS ESCOLARES,
INSCRITOS EN 1993 EN LA REGION DE SALUD NORORIENTE.

Escuela: Oficial Rural Mixta Aldea Pasabién, Río Hondo, Zacapa

No. de Muestra	Edad	Sexo	Grado	Volumen	Concentración F
1	11	F	4o.	48	0.3644
2	11	M	3o.	71	0.4635
3	9	F	4o.	90	0.3381
4	11	M	3o.	50	0.5510
5	10	M	3o.	40	0.4819
6	9	M	3o.	95	0.4539
7	11	F	2o.	140	0.2727
8	9	M	3o.	82	0.2662
9	10	F	2o.	110	0.2793
10	10	F	2o.	146	0.2244
11	9	M	2o.	65	0.2934
12	8	M	2o.	50	0.2596
13	8	M	2o.	40	0.3583
14	7	M	2o.	44	0.4239
15	7	F	1o.	68	0.2081
16	8	M	1o.	100	0.2858
17	8	M	1o.	74	0.4002
18	8	M	1o.	214	0.2584
19	9	F	1o.	80	0.2616
20	6	F	1o.	86	0.3043
21	6	F	1o.	74	0.4539
22	7	M	1o.	100	0.4180
23	6	M	1o.	84	0.3151
24	6	F	1o.	66	0.2668
25	6	M	1o.	52	0.3685

Escuela: Oficial Rural Mixta Aldea Santa Lucía, Zacapa.

No. de Muestra	Edad	Sexo	Grado	Volumen	Concentración F
1	12	F	6o.	40	0.4486
2	12	F	6o.	50	0.4952
3	12	F	6o.	60	0.4580
4	11	M	6o.	62	0.5666
5	12	F	6o.	74	0.4499
6	10	F	5o.	80	0.3856
7	11	F	5o.	40	0.4967
8	12	F	5o.	55	0.4132
9	11	M	5o.	60	0.7180
10	12	M	5o.	120	0.5073
11	8	F	2o.	65	0.2590
12	10	M	3o.	80	0.6545
13	10	M	3o.	70	0.2866
14	10	M	3o.	40	1.2732
15	12	M	4o.	50	0.8254
16	12	M	4o.	50	0.8500
17	12	M	4o.	64	0.8147
18	11	F	3o.	70	0.4473
19	12	F	4o.	60	0.4635
20	9	M	4o.	45	0.7134
21	11	M	4o.	40	0.6068
22	12	M	4o.	70	0.3317
23	12	F	4o.	50	0.8755
24	12	F	3o.	55	0.4580
25	11	F	4o.	80	1.1818

Escuela: Oficial Rural Mixta Aldea El Arenal, Cabañas, Zacapa.

No.de Muestra	Edad	Sexo	Grado	Volumen	Concentración F
1	10	M	3o.	60	0.3603
2	10	M	3o.	55	0.3353
3	11	F	3o.	45	0.2800
4	10	F	3o.	82	0.5614
5	10	F	4o.	60	0.4776
6	11	F	3o.	40	0.6302
7	11	M	3o.	52	0.9829
8	9	F	2o.	55	0.5827
9	11	F	2o.	80	0.4446
10	9	F	2o.	54	0.4663
11	11	F	2o.	75	0.2380
12	9	M	2o.	72	1.0162
13	9	M	2o.	65	0.7043
14	10	M	2o.	85	0.4473
15	9	M	2o.	45	0.6973
16	9	M	2o.	85	1.0203
17	9	M	1o.	80	0.8584
18	9	M	1o.	100	0.3402
19	10	M	1o.	64	0.3624
20	6	M	1o.	100	0.9018
21	8	M	1o.	53	0.4329
22	8	F	1o.	74	0.6910
23	7	F	1o.	75	0.7367
24	8	F	1o.	60	0.4862
25	8	F	1o.	53	0.5012

Escuela: Oficial Rural Mixta Aldea Tisipe, Camotán, Chiquimula.

No.de Muestra	Edad	Sexo	Grado	Volumen	Concentración F
1	9	M	2o.	85	0.6262
2	8	M	2o.	95	0.3553
3	12	M	6o.	54	0.3945
4	12	M	6o.	74	0.2565
5	8	M	2o.	86	0.4767
6	8	F	2o.	83	0.1795
7	9	F	4o.	63	0.5089
8	6	M	1o.	75	0.2609
9	10	F	1o.	95	0.2934
10	8	F	1o.	56	0.3716
11	8	F	1o.	47	0.2214
12	11	M	4o.	54	0.3934
13	11	F	5o.	50	0.4996
14	11	F	5o.	65	0.2800
15	12	M	6o.	78	0.2571
16	10	M	3o.	49	0.1856
17	12	M	6o.	53	0.2629
18	8	M	1o.	65	0.5182
19	10	M	3o.	70	0.2271
20	12	F	6o.	82	0.2765
21	8	F	3o.	60	0.2546
22	11	F	5o.	65	0.3272
23	10	M	4o.	45	0.7031
24	10	M	3o.	94	0.2399
25	12	F	6o.	85	0.3745

Escuela: Of. Rural Mixta Caserío Encuentros, Quezaltepeque, Chiq.

No. de Muestra	Edad	Sexo	Grado	Volumen	Concentración F
1	12	F	4o.	85	0.3264
2	11	M	4o.	54	0.2331
3	10	M	4o.	49	0.1773
4	12	M	4o.	60	0.2266
5	12	M	4o.	80	0.3548
6	12	M	5o.	92	0.4183
7	11	M	5o.	50	0.2669
8	12	M	5o.	49	0.4672
9	9	M	2o.	54	0.3202
10	8	M	2o.	70	0.2078
11	12	M	6o.	59	0.3945
12	10	M	2o.	50	0.4802
13	10	M	2o.	53	0.4744
14	12	M	2o.	43	0.4816
15	12	M	5o.	60	0.4846
16	10	F	3o.	70	0.2370
17	9	F	2o.	90	0.2399
18	9	F	2o.	85	0.2394
19	9	F	3o.	70	0.2636
20	8	F	1o.	68	0.1574
21	8	M	1o.	80	0.3099
22	8	M	1o.	55	0.3210
23	7	M	1o.	75	0.1935
24	6	M	1o.	60	0.1634
25	8	M	1o.	100	0.1728

Escuela: Of. Rural Mixta Aldea Guacamayas, Concep. Las Minas, Chiq.

No. de Muestra	Edad	Sexo	Grado	Volumen	Concentración F
1	10	F	4o.	53	0.2795
2	8	F	3o.	60	0.2092
3	8	F	1o.	65	0.2016
4	11	F	4o.	57	0.2224
5	10	F	3o.	53	0.2060
6	9	F	2o.	58	0.2074
7	9	F	3o.	48	0.1790
8	10	F	3o.	75	0.2179
9	11	M	5o.	45	0.2060
10	11	M	4o.	67	0.2907
11	11	F	3o.	58	0.1911
12	11	F	3o.	60	0.2088
13	11	F	4o.	75	0.1699
14	10	M	1o.	53	0.2020
15	11	F	4o.	60	0.2092
16	8	M	1o.	95	0.3309
17	12	F	3o.	87	0.3336
18	11	F	4o.	70	0.2315
19	7	F	1o.	78	0.2046
20	11	F	5o.	86	0.2428
21	10	F	4o.	65	0.2745
22	9	F	3o.	54	0.1964
23	10	F	1o.	80	0.2116
24	9	M	2o.	77	0.2422
25	9	M	1o.	110	0.4321

Escuela: Of.Rural Mixta Aldea El Guacamayo, Los Amates, Izabal.

No.de Muestra	Edad	Sexo	Grado	Volumen	Concentración F
1	12	F	6o.	44	0.2875
2	11	F	1o.	45	0.2606
3	11	M	1o.	70	0.3158
4	8	M	3o.	284	0.1818
5	8	M	2o.	154	0.3461
6	9	M	1o.	140	0.4828
7	7	F	1o.	138	0.1822
8	10	F	5o.	54	0.2437
9	7	F	1o.	164	0.1623
10	10	F	1o.	69	0.2002
11	12	F	6o.	48	0.1764
12	9	F	1o.	74	0.2653
13	12	F	5o.	72	0.2771
14	12	M	6o.	54	0.1934
15	9	M	1o.	48	0.2038
16	9	F	4o.	310	0.1891
17	7	M	1o.	80	0.2305
18	9	M	2o.	42	0.1572
19	8	F	1o.	193	0.2680
20	8	F	1o.	245	0.1968
21	9	M	2o.	118	0.3901
22	7	M	1o.	45	0.3519
23	10	M	3o.	142	0.3014
24	12	M	4o.	115	0.3177
25	8	M	1o.	54	0.2553

Escuela: Privada Rural Mixta Fca. Oneida, Los Amates, Izabal.

No.de Muestra	Edad	Sexo	Grado	Volumen	Concentración F
1	12	M	3o.	50	0.5149
2	11	M	3o.	185	0.1921
3	10	M	4o.	256	0.2819
4	11	F	3o.	50	0.3638
5	12	M	3o.	103	0.3510
6	10	F	3o.	45	0.5960
7	12	F	5o.	109	0.2522
8	12	F	6o.	125	0.3539
9	12	M	6o.	385	0.1768
10	12	M	3o.	88	0.2578
11	10	M	3o.	54	0.4550
12	12	F	3o.	105	0.3211
13	9	M	3o.	137	0.3443
14	10	M	3o.	60	0.5520
15	12	M	3o.	48	0.4492
16	10	M	3o.	79	0.4466
17	8	F	3o.	175	0.3160
18	10	F	3o.	66	0.2841
19	11	F	3o.	98	0.2155
20	9	F	3o.	58	0.3913
21	11	F	3o.	106	0.1546
22	12	M	3o.	160	0.3559
23	10	F	4o.	164	0.3510
24	11	F	3o.	40	0.5306
25	10	M	3o.	94	2.2038

Escuela: Privada Rural Mixta Fca. La Inca, Pto. Barrios, Izabal.

No.de Muestra	Edad	Sexo	Grado	Volumen	Concentración F
1	7	M	1o.	118	0.3177
2	8	M	1o.	75	0.2827
3	8	F	1o.	386	0.1990
4	9	M	2o.	55	0.3443
5	7	M	1o.	38	1.3857
6	7	M	1o.	48	0.3804
7	9	M	3o.	85	0.3539
8	10	F	1o.	105	0.2967
9	7	M	1o.	96	0.2991
10	7	M	2o.	144	0.3351
11	7	F	1o.	94	1.0131
12	11	F	2o.	56	0.2672
13	10	M	1o.	235	0.3578
14	7	F	1o.	135	0.2504
15	8	F	1o.	158	0.1742
16	10	F	1o.	55	0.2711
17	7	M	1o.	78	0.1842
18	10	M	1o.	128	0.2326
19	7	M	1o.	75	0.2702
20	8	M	1o.	85	0.2276
21	9	M	1o.	134	0.1650
22	8	F	1o.	48	0.1798
23	8	M	1o.	60	0.3413
24	7	M	1o.	76	0.1832
25	9	M	3o.	75	0.1968

Escuela: Of. Rural Mixta Aldea Estancia de la Virgen, El Progreso.

No.de Muestra	Edad	Sexo	Grado	Volumen	Concentración F
1	9	M	1o.	43	0.2154
2	7	F	1o.	138	0.1222
3	7	M	1o.	88	0.1813
4	11	M	4o.	158	0.3329
5	10	M	5o.	85	0.2718
6	9	M	3o.	65	0.3898
7	10	M	4o.	85	0.5795
8	11	M	6o.	175	0.2595
9	7	F	1o.	40	0.3841
10	7	F	1o.	65	0.3376
11	11	M	3o.	36	0.2911
12	12	F	5o.	88	0.2576
13	7	F	1o.	98	0.2747
14	12	F	6o.	205	0.2739
15	10	M	4o.	109	0.2887
16	10	F	1o.	79	0.2350
17	7	F	1o.	168	0.4951
18	12	M	6o.	98	0.1837
19	11	M	4o.	70	0.2278
20	7	M	1o.	60	0.5473
21	7	F	1o.	108	0.2077
22	11	F	5o.	93	0.2582
23	12	M	5o.	49	0.2367
24	12	M	5o.	89	0.2562
25	11	M	5o.	135	0.2149

Escuela: Of. Rural Mixta Caserio El Puente, Sansare, El Progreso.

No.de Muestra	Edad	Sexo	Grado	Volumen	Concentración F
1	9	M	3o.	74	1.1105
2	7	M	1o.	75	1.2025
3	7	M	1o.	36	0.4406
4	10	M	3o.	35	0.7750
5	6	M	1o.	134	0.7960
6	8	M	2o.	62	0.8342
7	7	F	1o.	175	0.2934
8	6	F	1o.	35	0.6160
9	8	F	1o.	114	0.4487
10	12	F	3o.	42	0.6081
11	7	F	1o.	65	0.5490
12	12	M	6o.	43	0.5473
13	12	M	6o.	35	0.8745
14	11	M	5o.	50	0.5012
15	11	M	4o.	70	0.8512
16	12	M	5o.	43	0.9169
17	10	F	3o.	42	1.1259
18	9	F	2o.	105	0.4741
19	9	M	2o.	68	0.3291
20	7	M	1o.	63	0.4697
21	11	F	3o.	88	0.4087
22	10	F	4o.	70	0.3115
23	12	F	4o.	158	0.5270
24	8	M	1o.	48	0.4542
25	10	F	4o.	45	0.5123

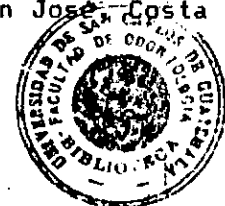
Escuela: Of. Urbana Mixta No.1, Sanarate, El Progreso.

No.de Muestra	Edad	Sexo	Grado	Volumen	Concentración F
1	12	M	6o.	63	1.3072
2	10	M	3o.	73	0.4889
3	11	M	4o.	85	0.3797
4	12	M	5o.	40	0.5171
5	10	M	3o.	118	0.6926
6	9	F	3o.	155	1.2537
7	8	F	1o.	65	0.8774
8	11	F	3o.	204	0.5303
9	11	M	4o.	40	0.6003
10	9	M	3o.	337	0.4039
11	9	M	3o.	73	0.4148
12	12	F	5o.	103	0.3053
13	12	M	5o.	180	0.5204
14	9	M	3o.	43	0.4997
15	9	F	2o.	256	0.5596
16	10	F	3o.	94	0.6530
17	9	F	2o.	74	0.3246
18	9	M	3o.	96	0.4249
19	11	F	3o.	46	0.8627
20	11	M	5o.	90	0.3819
21	10	M	4o.	64	0.6321
22	10	M	4o.	76	0.7418
23	9	F	3o.	49	0.6813
24	11	F	4o.	55	0.7398
25	11	M	3o.	78	0.2321

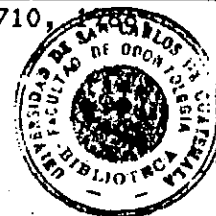
Fuente: datos recolectados durante el trabajo de campo.

BIBLIOGRAFIA

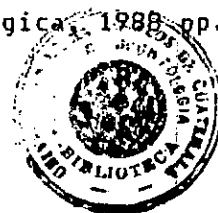
1. Alvarez, E.J. Sugerencias para el seguimiento y vigilancia en la fortificación de la sal con yodo y flúor. Trabajo presentado durante la "Primera reunión de Expertos sobre la Fluoración y Yodación de la Sal de Consumo Humano". Antigua Guatemala, Guatemala, Noviembre. 17-21 1986. pp. 238-246.
2. Alvarez Guerra, T., Z. Díaz Sosa. C. Barcelo y R. Cangas. Estudio preliminar de la excreción de flúor 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). Flúor. 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 mottled enamel. Przahl 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 fútbol. 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 flúor. 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.



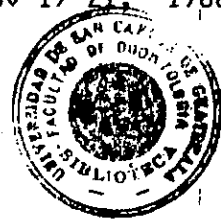
11. Díaz Williams, G. Monitoreo biológico de ingesta y excreación de fluor. San José, Costa Rica, Programa de Fluoración de la Sal, 1992. pp. 5-6 (Manual Técnico No. 2).
12. Ericsson, Y. Urinary estimation of optimal fluoride dosis in domestic salt. Acta Odontol Scand 29(1):43-51, apr 1971.
13. Flores, R., A. Nogra 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. Dent Res 37(4): 601-604, Aug 1958.
17. Gonzáles Avila, M., C.E. Pomés, 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 Lideres 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). Estadística 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,



23. Hodge, H.C., F.A. Smith y I. Gedalia. Excreción de flúor. 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 flúor 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. Flúor. Traducido por Manuel González. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, Departamento de educación Odontológica, 1988 pp. 1-8.

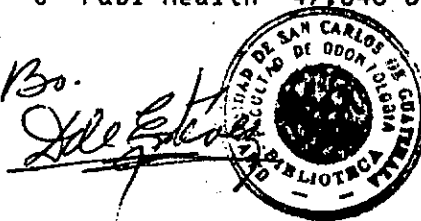


34. Newburn, E. Fluorides and dental caries. 2nd ed. Illinois, Charles C. Thomas, 1975. pp. 31-78.
35. Quiñonez A., E.A. Concentración de flúor en el agua de consumo humano del Departamento de Izabal. Tesis (Cirujano Dentista) Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1985. pp. 32-67.
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 flúor. 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. Whiltford, 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.



GLEND LILIANA ACEVEDO GARCIA
SUSTENTANTE

Dr. RICARDO SANCHEZ
ASESOR

Dr. RICARDO LEON
ASESOR

Dr. RONALD PONCE
ASESOR

Dr. ERNESTO VILLAGRAN
COMISION DE TESIS

Dr. ALFONSO DE LEON
COMISION DE INVESTIGACION

IMPRIMASE:

Dr. MANUEL ANDRADE BOURDET
SECRETARIO



PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central