

**CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA
DE ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO DE
EDUCACION, INSCRITOS EN EL AÑO 1994 EN
LA REGION DE SALUD METROPOLITANA QUE
COMPRENDE EL DEPARTAMENTO DE
GUATEMALA**

TESIS PRESENTADA POR

YANIRA DEL SOCORRO MEDINA MARTINEZ

**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, JUNIO DE 1994

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

DL
09
+(1040)

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PUBLICO

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

DEDICO ESTE ACTO

A DIOS: Por su amor infinito.

*A MIS PADRES: René Medina López y
Gloria Martínez de Medina
Por sus esfuerzos, enseñanzas y su apoyo
incondicional.*

*A MIS HERMANOS: Especialmente a María Julia Medina por
su cariño y apoyo siempre brindado.*

A MI FAMILIA: Con mucho cariño.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

DEDICO ESTA TESIS

A GUATEMALA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA

A MIS CATEDRATICOS E INSTRUCTORES

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

*Todo lo puedo en Cristo
que me fortalece.*

Filipenses 4:13

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Tengo a bien someter a su consideración mi trabajo de tesis titulado: "CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA DE ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO DE EDUCACION, INSCRITOS EN EL AÑO DE 1994, EL REGION DE SALUD METROPOLITANA QUE COMPRENDE EL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA", conforme lo demandan los estatutos de la Facultad de Odontología de la Universidad San Carlos de Guatemala, previo a optar al título de Cirujano Dentista.

Deseo expresar mi agradecimiento al Dr. Ricardo Sánchez, Dr. Ricardo León y Dr. Ronald Ponce por su asesoría y orientación en la realización de este trabajo, así como al Departamento de Bioquímica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, en especial a la Licda. Alba marina de García por su valiosa colaboración y a todas aquellas personas que hicieron posible la realización de esta investigación.

Y Ustedes distinguidos miembros del Tribunal Examinador, reciban mis más altas muestras de consideración y respeto.

INDICE

	PAGINA
SUMARIO	01
1) INTRODUCCION	02
2) PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	04
3) JUSTIFICACION	05
4) REVISION DE LITERATURA	07
5) OBJETIVOS	58
6) VARIABLES	60
7) METODOLOGIA	62
8) PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS	77
9) LIMITACIONES	98
10) CONCLUSIONES	99
11) RECOMENDACIONES	101
12) ANEXOS	102
13) REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	112

SUMARIO

La presente investigación fue realizada en la región de salud Metropolitana, con el objeto de determinar la concentración de fluoruro en la orina de escolares del nivel medio de educación inscritos en el año de 1994, comprendidos entre las edades de 13-17 años.

Los resultados de esta investigación servirán de marco de referencia sobre la ingesta del ión flúor, para el control y seguimiento de programas preventivos de caries dental y enfermedad periodontal. Entre ellos el de la fluoruración sistémica de la sal de consumo humano.

La muestra estuvo integrada por 150 de 6 institutos del departamento de Guatemala; siendo 91 (60.67%) del sexo femenino y 59 (39.33%) del sexo masculino.

En cada instituto se recolectaron muestras de orina de los 25 estudiantes escogidos aleatoriamente, las cuales se analizaron en el laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad San Carlos de Guatemala; por medio de la técnica del electrodo específico para el ión flúor.

Los resultados de la concentración de fluoruro en orina de los estudiantes de educación media de la región de salud Metropolitana estuvo comprendida entre 0.130-0.760 ppm, con una media de 0.440 ppm y una desviación estandar de 0.129 ppm, lo cual nos indica una baja ingesta de fluoruro en esta región, por lo que se hace necesario la implementación de programas de fluoruración sistémica.

un estudio sobre concentración de Fluoruro en orina de escolares en el grupo etáreo comprendido entre 6-12 años, a nivel nacional para estimar la ingesta de fluoruro en este grupo de edad. Teniendo conocimiento que el metabolismo de los fluoruros es diferente en los distintos grupos de edad se hace necesario realizar estos estudios en pre-escolares, adolescentes y adultos, como un indicador biológico de la ingesta del mismo en toda la población y utilizarlo como un medio para controlar programas de fluoruración a nivel de la república.

En base a lo anteriormente expuesto, se realizó un estudio para estimar la concentración de fluoruro en la orina de estudiantes del nivel medio de educación inscritos en el ciclo escolar 1994, comprendidos entre las edades de 13-17 años en la República de Guatemala dividida por regiones de salud.

Específicamente en el presente estudio se trabajó en la región de salud metropolitana que comprende el departamento de Guatemala.

Se seleccionaron aleatoriamente los institutos (conglomerados) y en cada uno de ellos 25 estudiantes, haciendo una muestra total de 150 para cada región, de los cuales se obtuvo muestras de orina que posteriormente fueron analizadas en el laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Además, se recolectaron muestras del agua de los institutos para determinar la concentración de fluoruro y usarlo como punto de comparación.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala se 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 las principales enfermedades bucales (caries dental y enfermedad periodontal). Para el desarrollo de estos programas es necesario realizar investigaciones de carácter epidemiológico, entre ellos los relacionados con las estimaciones de los niveles de la ingesta de flúor en la población.

Por tal motivo, en el año 1993 se realizó un estudio para determinar la concentración de fluoruro en orina de escolares comprendidos de 6-12 años a nivel Nacional. Debido a que el metabolismo de los fluoruros difiere en las distintas edades, el presente estudio se realizó para dar respuesta a las siguientes interrogantes:

1. Cuál es la concentración de fluoruro en orina de los estudiantes del nivel medio de educación, comprendidos entre las edades de 13-17 años inscritos en 1994, en la región de salud Metropolitana ?.
2. Cuál es la concentración de fluoruro en el agua de consumo de los diferentes establecimientos donde se realizó el estudio?
3. Cuál es la concentración de fluoruro en las colecciones totales de orina de los escolares?

3. JUSTIFICACION

En Guatemala, específicamente en la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos, se 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.

Para la realización de estos programas es necesario hacer estudios base, para determinar la ingesta de fluoruro en la población, los cuales se pueden hacer analizando fluidos corporales como la orina, que es la más comúnmente utilizada por su fiabilidad y su fácil recolección. Se recomienda realizar los estudios basales en diferentes grupos de edad, porque la edad es el factor que más fuertemente influye en la captación de flúor por los tejidos calcificados, es decir el estado de desarrollo del esqueleto. Longwell informó que los niños de 4 a 5 años excretan solo la mitad del fluoruro que eliminan los niños de 10 a 12 años.

Bajo este marco de referencia en la Facultad de Odontología en 1993 se realizó un estudio que determinó la concentración de fluoruro en orina de escolares comprendidos entre los 6-12 años a nivel de la República de Guatemala y se hace necesario determinar dicha concentración en diferentes grupos etários como son los adolescentes y adultos, con el fin de determinar la ingesta de flúor en toda la población.

2. JUSTIFICACIÓN

Por lo que el presente estudio se realizó en los estudiantes del nivel medio inscritos en el año escolar de 1994 en el área de salud Metropolitana que comprende el departamento de Guatemala. Los estudiantes están comprendidos entre los 13-17 años porque constituyen un grupo homogéneo, constante en el tiempo, ubicados en todas las áreas del país, distribuidos por niveles o grados, distribuidos por sexo.

En el estudio se determinó la concentración en la orina de los estudiantes y al mismo tiempo se recolectaron muestras del agua de consumo en los distintos institutos lo que se utilizó como punto de comparación. Con los resultados obtenidos se podrá llevar control de los programas de fluoruración, así como ayudará a modificar las dosis de fluoruro que se deberán aplicar en un programa de fluoruración sistémica.

Todo esto se realizó dejando margen para la elaboración de estudios en el grupo de adultos.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

En los dientes al igual que en los huesos, la concentración de fluoruro está directamente relacionada con la cantidad ingerida y para determinar ésta el método más utilizado ha sido determinar la concentración y la excreción del ión fluoruro en orina. (23)

La presente revisión de literatura está encaminada a dar a conocer el elemento flúor, su clasificación, su papel en la reducción de la caries dental y enfermedad periodontal, las diferentes vías de ingesta, su metabolismo dentro del cuerpo humano, absorción, distribución, mecanismo de excreción y la monografía de la región donde se hará el trabajo de campo.

Las enfermedades bucales, especialmente la caries dental y enfermedades periodontales, plantean un grave problema en América Latina ya que afectan un 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)

Ante estos problemas la respuesta de la estomatología guatemalteca ha sido inadecuada e insuficiente, lo que refleja en las magnitudes de los índices conocidos y su tendencia es a mantenerse o a incrementarse. Debido a las perspectivas anteriores, se hace evidente que la implementación de programas preventivos sería el único medio que permitiría la reducción de la prevalencia de estas enfermedades. (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 químicas, el primer miembro es muy diferente al resto de la familia. En el caso del flúor, la diferencia se debe principalmente al pequeño tamaño de 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 $-218\text{ }^{\circ}\text{C}$, su punto de ebullición corresponde a $-188\text{ }^{\circ}\text{C}$; tiene una electronegatividad 4.0. Su número atómico es de 9 y su peso atómico corresponde a 19, (33); su densidad es de 1.14 gramos/cm cúbico. (46)

Puede combinarse con todos los elementos naturales a excepción de dos: oxígeno y platino.

La molécula diatómica del flúor F_2 , es un agente oxidante más fuerte que cualquier otro elemento en su estado normal. El

flúor mantiene reacciones de combustión del mismo modo que el oxígeno. La alta electronegatividad del átomo flúor a la par de un fuerte poder de reacción química hace que el elemento flúor no se encuentre libre, por esta razón, el flúor es muy difundido en la naturaleza. (46)

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

La materia comercial del flúor, es el mineral fluorita, llamado también espatofluor o calcita (CaF_2 fluoruro calcio). (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 fluorfosfatados y fluorcarbonos) y los inorgánicos. Con la

excepción de los fluoracetatos los otros fluoruros orgánicos no se producen como tales en la naturaleza. (15, 35)

Tanto los fluoracetatos como los fluorfosfatos son acentuadamente tóxicos. Los fluorcarbonos son muy inertes (en virtud de las uniones flúor-carbono), tienen baja toxicidad. Ninguno de los fluoruros orgánicos se emplea en fluoración. (24)

EFFECTO REDUCTOR DE LA CARIES

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

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

La incorporación de fluoruro in vitro es mucho mayor en el esmalte parcialmente desmineralizado de las lesiones incipientes que en el esmalte sano adyacente. La remineralización también puede ser inducida por el fluoruro ya que ésta aumenta con aplicaciones tópicas de fluoruro al esmalte levemente gravado. El esmalte superficial es menos soluble a los ácidos que el esmalte subyacente y la menor solubilidad se relaciona con las elevadas concentraciones de fluoruro en el esmalte superficial. Solamente

vestigios de fluoruro se disuelven durante la disolución del esmalte. El fluoruro vuelve a precipitarse como fluorapatita, y el esmalte residual aumenta en fluoruro y se hace más resistente a la disolución. En la boca la disolución por ácido es influida por la saliva. La saliva está normalmente sobre saturada con respecto a la fluorapatita y a la hidroxiapatita, y la fuerza directriz esta 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 haciéndolo más resistente a los ataques 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 ion flúor, hace que el esmalte 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 flúorapatita.

Con respecto a la acción antibacteriana, esta 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 de estar presente como ión libre y no unido a la placa; en la placa se encuentran unas 100 ppm de flúor pero solo en un 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 solo 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 sacarosa dependiente.. 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) Reduciendo la capacidad de la superficie del esmalte para absorber proteínas.(5)

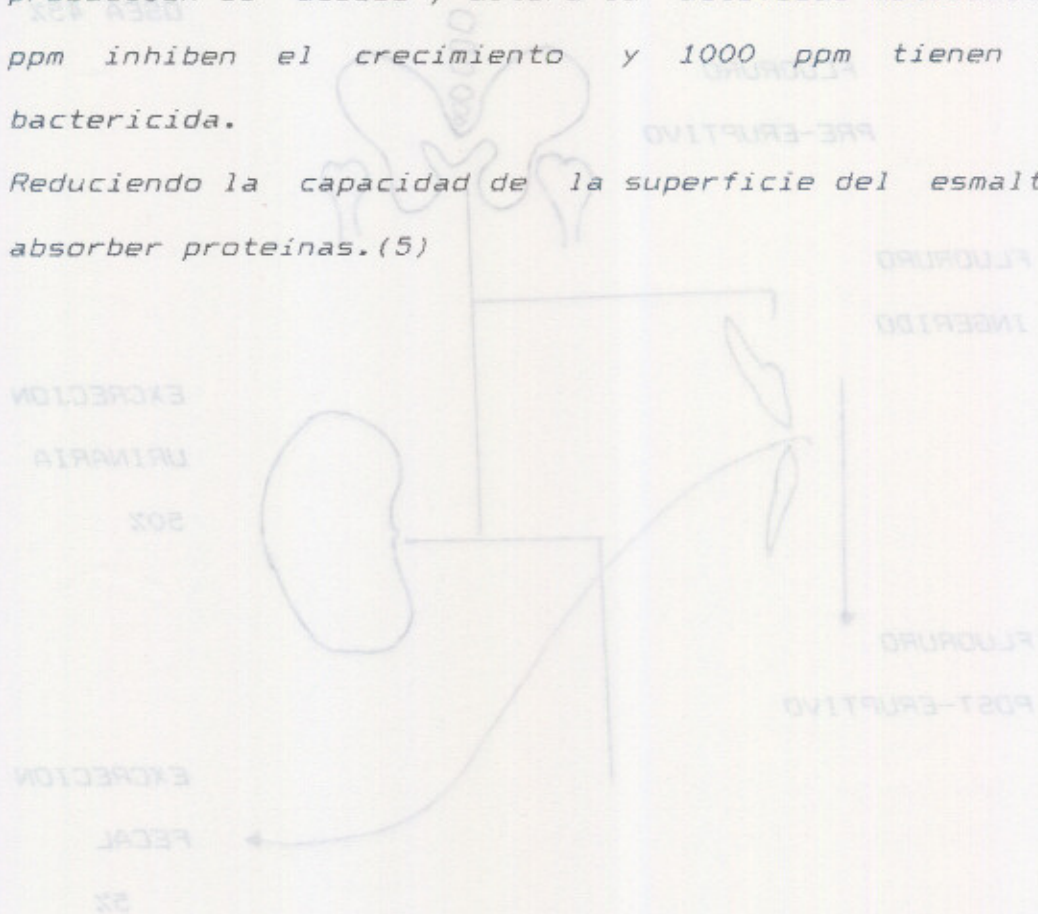


Figure No. 1

VIAS DE INGESTA DE FLUOR.

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

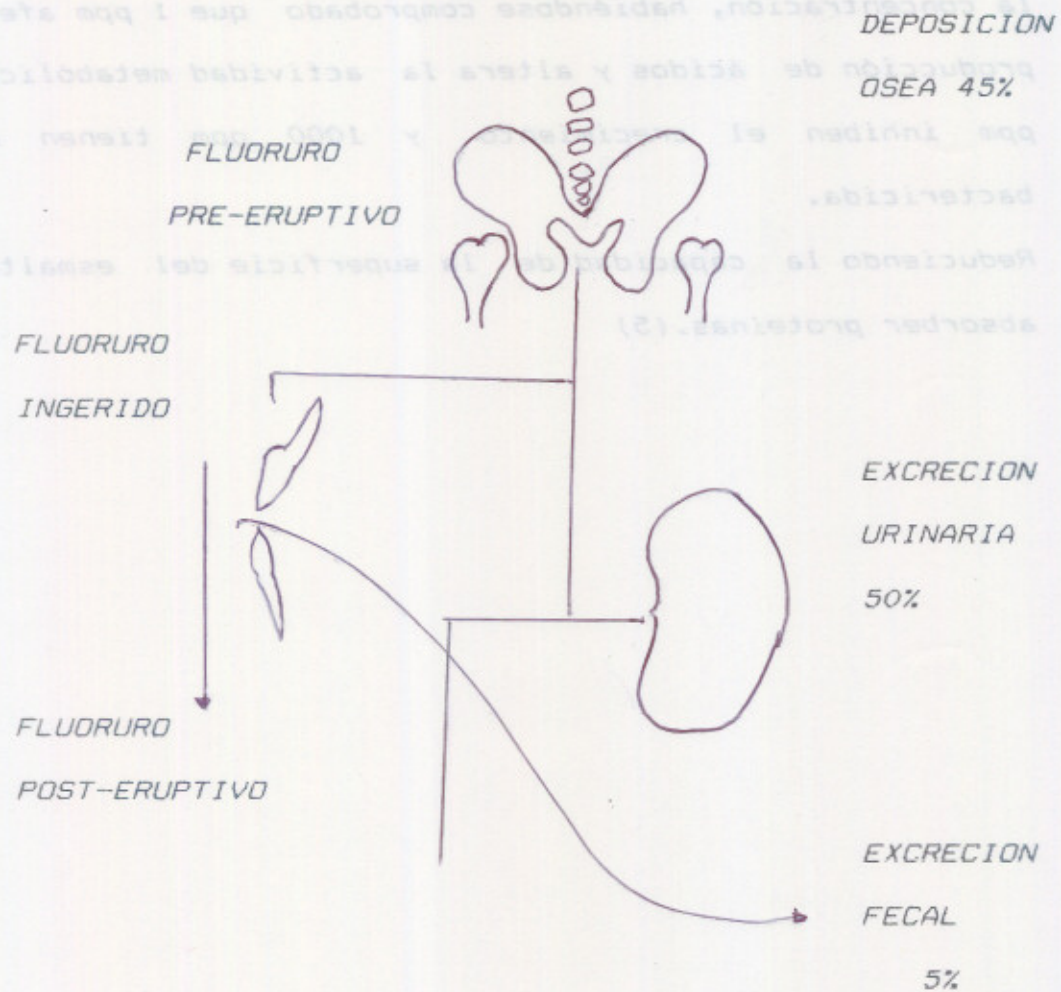


Figura No. 1

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 exploten 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 3mg/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 la 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 ingeridos, 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 los 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, lo cual está determinado 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. (15)

En el caso de los fluoruros ingeridos en 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 FLUOR EN DIETA DIARIA

Considerando que los alimentos en la dieta diaria pesan 2 Kg. y el contenido promedio del 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 en los alimentos. (15)

Otra forma de hacer cálculos tentativamente, sería considerando el contenido promedio de flúor por grupos de alimentos así: (15)

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

INGESTION A PARTIR DE LOS ALIMENTOS

El flúor se ingiere normalmente con los alimentos en una cantidad promedio de 0.5 mg. diarios, habiendo alimentos que lo contienen en mayor cantidad que otros (por ejemplo el pescado tiene 27 ppm , el té 1 ppm.) pero la mayor parte está

incorporada a compuestos insolubles, por lo cual su influencia sobre el total de iones de flúor disponible es variable. (5)

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

METABOLISMO DE LOS FLUORUROS

El metabolismo de los fluoruros se refiere a su absorción, distribución y excreción (fig.2). El conocimiento detallado acerca de este asunto, se requiere debido al grado de retención

de fluoruro en todo el cuerpo, el cual está asociado con los efectos benéficos hasta ciertos niveles de ingesta más allá de éstos, pueden aparecer efectos adversos tales como la fluorosis dental. (44)

METABOLISMO GENERAL DEL FLUORURO

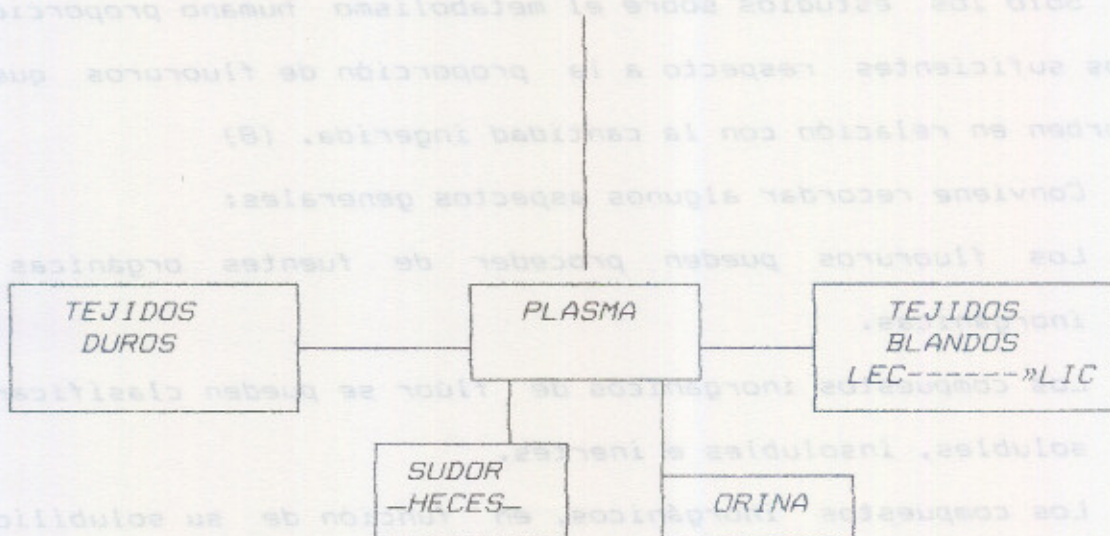


FIGURA 2. Metabolismo general del fluoruro. Los destinos finales del fluoruro absorbido en climas templados con su captura de los tejidos calcificados y excreción por la orina. La pérdida del fluoruro por el sudor puede ser una vía importante en los climas tropicales.

La relación entre la ingesta y retención de fluoruros no puede escribirse 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 FLUORURO

Debe ser definida como el transporte de materiales a través del lumen del tracto gastrointestinal, donde son absorbidos, por los capilares y distribuidos por 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 inorgánicos, en función de su solubilidad, liberan iones flúor que posteriormente son absorbidos. En relación con los efectos del flúor es importante indicar que solamente el ión flúor desempeña un papel importante. (8)

El flúor ingerido es rápido y casi completamente absorbido, a 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 del flúor inerte son tan estables que no liberan iones de fluoruro, por lo tanto la absorción es nula.

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

MECANISMO Y LUGAR DE LA 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 ion 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 extracelulares, siendo metabolizado 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

al incremento de la fijación del fluoruro, contrarrestaría la osteoporosis senil. (36, 41)

En segundo lugar, también influye la ingesta previa, ya que cuando menor sea la demanda existente, mayor será la eliminación, que si bien se cumple casi totalmente por el riñón, existe también una pequeña excreción fecal de flúor no absorbido, habiendo además, pequeñas cantidades de 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 Sognes 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 puedan combinarse con los fluoruros solubles 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 cinco 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 éste es menor de 3 la mayor cantidad de flúor esta en forma de HF cuyas moléculas, por ser de volumen mas pequeño que el ión flúor, se difunden mas rápidamente; por esto 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 ; $\text{pka}=3.4$), 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 adentro hacia afuera 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 ion 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 ion flúor que puede variar desde vestigios hasta 8 ppm o más.

Cabe preguntarse hasta que punto la dureza del agua puede dificultar la absorción del fluoruro. A este respecto se sabe que, entre todos los elementos inorgánicos que se encuentran en

el agua potable, sólo el calcio y el magnesio suelen alcanzar una concentración suficiente (de 1 ppm en las aguas muy blandas a 100 ppm en las muy duras) para combinarse con el ion flúor.

Se han señalado que en las aguas potables que contienen 1 ppm de flúor, el 0.03 a 2.8% de éste 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 del flúor que se encuentran naturalmente en el agua como los que añaden a la de abastecimiento público (NaF , Na_2SiF_6 , HF , $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$) con el objeto de aumentar hasta un ppm la concentración de flúor, libera iones de flúor que son absorbidos casi totalmente en el conducto gastrointestinal. (8)

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

La absorción de los fluoruros presentes en la leche y en el té se han utilizado 18 F y concentraciones de F de 1 y 4 ppm ha sido reportado. (9, 36) Se ha observado que la absorción del

fluoruro ingerido con la leche es más lenta que la del ingerido en el agua, si bien los porcentajes finales de absorción son casi iguales, se estima que este retraso de la absorción podría deberse a la coagulación de leche en el estómago y a una difusión incompleta de los fluoruros.

El té es una fuente natural de flúor relativamente importante, el contenido de fluoruros, varía según los tipos de té entre 3.2 y 400 ppm en peso del producto fresco.

El té que se consume diariamente contiene unas 100 ppm de fluoruros; de esta cantidad se extrae un 90% al preparar la infusión, con lo que la concentración de flúor viene a ser de 1 ppm. Se ha demostrado que el fluoruro del té se absorbe algo más difícilmente que el agua. (8)

La absorción de los fluoruros presentes en los alimentos depende de la solubilidad de los fluoruros orgánicos presentes en la dieta y de la riqueza en calcio de 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 en 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 soluble añadidos a los alimentos es un 20% menor. (8)

LUGAR DE LA ABSORCION

Los trabajos con el 18 F realizados en el hombre y en los animales domésticos hacen pensar que la absorción de los

fluoruros se efectúa en el estómago y porciones del intestino delgado, a juzgar por la rápida aparición de éstos en la sangre.

Los experimentos in vitro han demostrado el paso del ion fluoruro a través de la pared gástrica como el 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 1 mg. 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 ion 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, 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 de los niveles de fluoruro del plasma y de otros fluidos del cuerpo humano. Estos fluidos incluyen los especializados del cuerpo humano, verbigracia 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 siguen a una rápida caída en la concentración. Esto se debe, a que gran cantidad de fluoruro 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 altos. (44)



FIGURA 2. Cambios de las concentraciones de flúor 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 las dosis. El punto más alto usualmente se alcanza entre 20 y 60 minutos.

El flúor posee una notable afinidad por los tejidos duros y se encuentran en todas las muestras de huesos y dientes analizadas. Posiblemente esto se debe a que no existe alimento alguno ni agua natural que no contenga flúor, aunque sea en formas de iones. Aunque la cantidad de flúor ingerida sea muy pequeña, aproximadamente la mitad pasa a los tejidos duros y queda retenida en ellos, mientras el resto se excreta rápidamente.

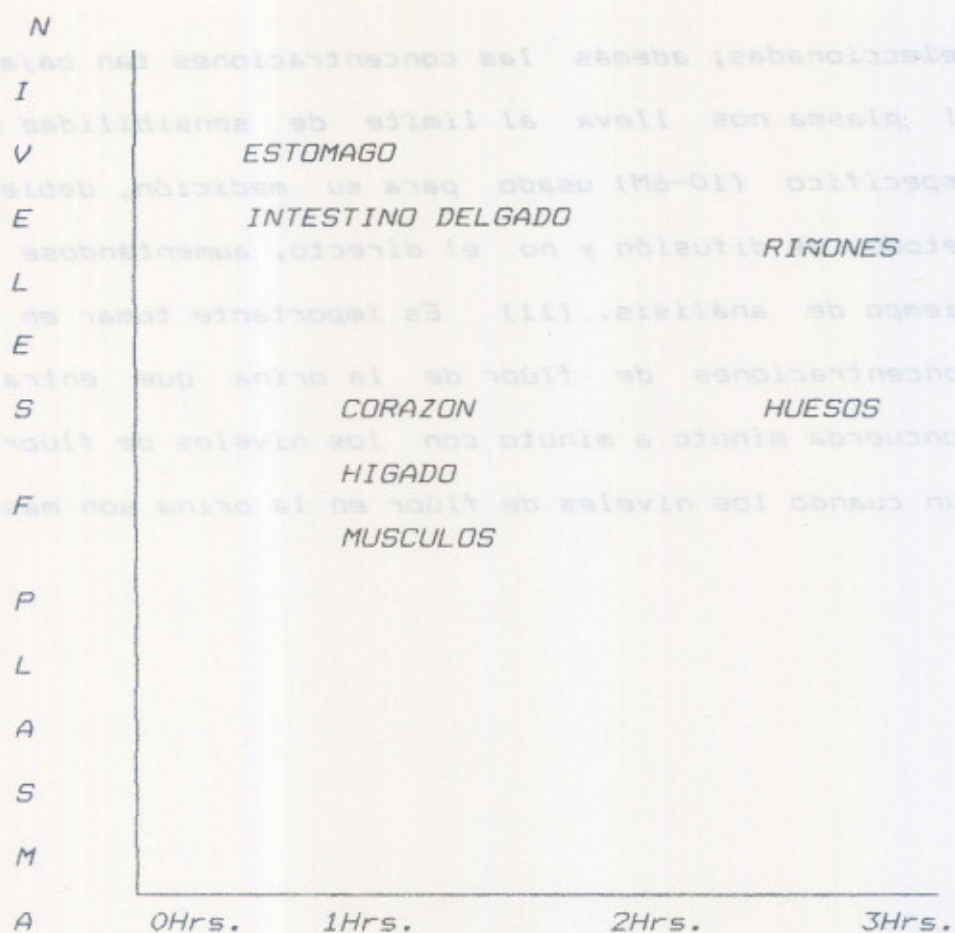


FIGURA 3. Cambios de las concentraciones de fluoruro en plasma después de la ingesta de pequeñas cantidades del ión. Se muestran los tejidos principales que determinan el curso. Las concentraciones no son indicadas; dependerán del tamaño de las dosis. El punto más alto usualmente se alcanza entre 30 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, aunque 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, 15)

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

En los tejidos calcificados, la concentración de fluoruro va en disminución en 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 aguas potables. 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 influye 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 solo la mitad de aquella de niños de 4 a 6 años de edad. (17)

El cambio rápido de los tejidos esqueléticos durante el crecimiento, es 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 cuando crecen y aumentan de tamaño.
- 3) Un factor que podría considerarse es la ausencia de grandes cantidades de fluoruro anteriormente depositado. (15)

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

esmalte, determina una restricción iónica que no se observa en el tejido óseo. En las fases iniciales de la odontogénesis, la escasa calcificación apenas dificulta el transporte iónico. Por lo tanto, durante los periodos de formación y calcificación es máxima la absorción de fluoruro por la dentina y el esmalte. Aún después determinado el crecimiento, la fijación de fluoruro sigue siendo apreciable durante algún tiempo, probablemente porque los dientes incompletamente calcificados prosiguen su proceso de mineralización. (15)

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, las heces y el sudor. 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 de fluoruro por el sudor es probablemente insignificante. En individuos sometidos a una temperatura de 30 grados centígrados 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 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 la muestra, principalmente de la glándula parótida se logra estandarizar y

ejecutar en un tiempo aproximado de cuatro 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, 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 0.6mg. 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 INGESTION DEL FLUORURO

Se considera que la concentración del fluoruro en la orina es uno de los mejores índices de la ingestión del ion 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 del 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 (de 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 de fluoruro mucho más

altas, pero es de suponer que también acaban por alcanzar un estado de desequilibrio. (8, 48)

2) Individuos que a intervalos irregulares sufren una exposición breve pero intensa al fluoruro, se mantienen "relativamente inexpuestos" ya 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 las 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, (46) 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 de 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 del 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 tres horas de la ingestión se encuentra ya una proporción apreciable de la cantidad total de fluoruro que se eliminará por ésta vía; por otra parte, si el individuo ingiere gran cantidad de líquidos puede emitir una orina diluida con una concentración más baja en fluoruro.

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

EXCRECION EN LOS INDIVIDUOS POCO EXPUESTOS

La rapidez de la excreción es una de las principales características del comportamiento del ion 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 tres 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 fluoruro de sodio NaF.

Cuando los sujetos de estudio bebieron agua (ejemplo a) conteniendo 1 ppm de flúor, el fluoruro fue eliminado en forma relativamente constante a razón de 0.1 mg por 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 bajo rápidamente y al cabo de 8 horas se aproximó al valor de 0.1 mg por 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, el individuo fallece a las cuatro 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 el 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 de sodio (NaF) en tabletas vitamínicas. La concentración de fluoruro en la orina, aumentó significativamente durante la primera hora (2.5 ppm), alcanzó un máximo en término de 2 horas (2.56 ppm) y se mantuvo constante por un período aproximadamente de 3 a 6 horas luego de lo cual la concentración regresó al nivel

de control (0.73 ppm-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 de 50 % del fluoruro absorbido.

La prueba más clara de las 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, E.E.U.U.), 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 1ppm, que era la concentración utilizada en el agua potable, y manteniéndose a partir de entonces entre 0.9 ppm y 1 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 2 años y 0.9 ppm a los 3 años. "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 1ppm 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 EXCRECIÓN 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 a 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) aumento 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, pues 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 excreción glomerular (TFG). Esta es la velocidad mediante la cual el ultrafiltrado del plasma pasa a través de los capilares glomerulares y entran en los túbulos del riñón. Esto constituye un ultrafiltrado, 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 del flúor en el plasma.

Tasa de filtración = (TFG) ((F)p)

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

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

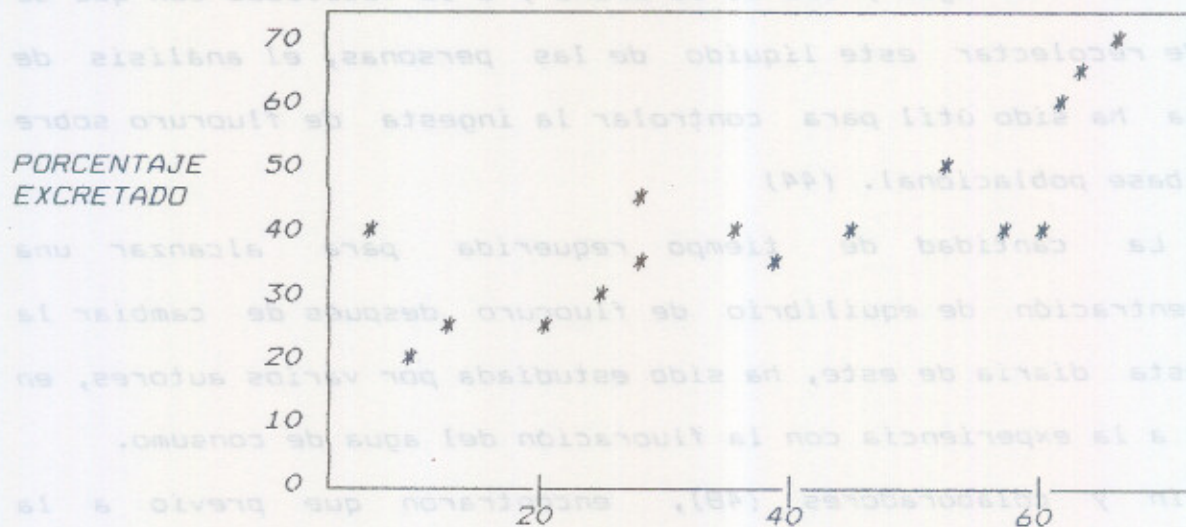
necesidad de pensar en una secreción tubular de fluoruro, pues como se mencionó anteriormente, la depuración de fluoruro es menor que la de creatinina.

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

En la fig. 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 aun, la similitud entre una población no es evidente cuando la concentración en el agua cae por abajo de 0.5 ppm por que la concentración en la orina no tiende a caer en forma proporcional. Eso probablemente se debe a la ingestión de fluoruro en alimentos sólidos.

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 (1.2 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

**PORCENTAJE DE INGESTA DE FLUORURO
EXCRETADO EN LA URINA POR DIA DEL ADULTO**



**RELACION ENTRE LA CONCENTRACION
DE FLUORURO EN EL AGUA DE BEBIDA Y LA URINA**

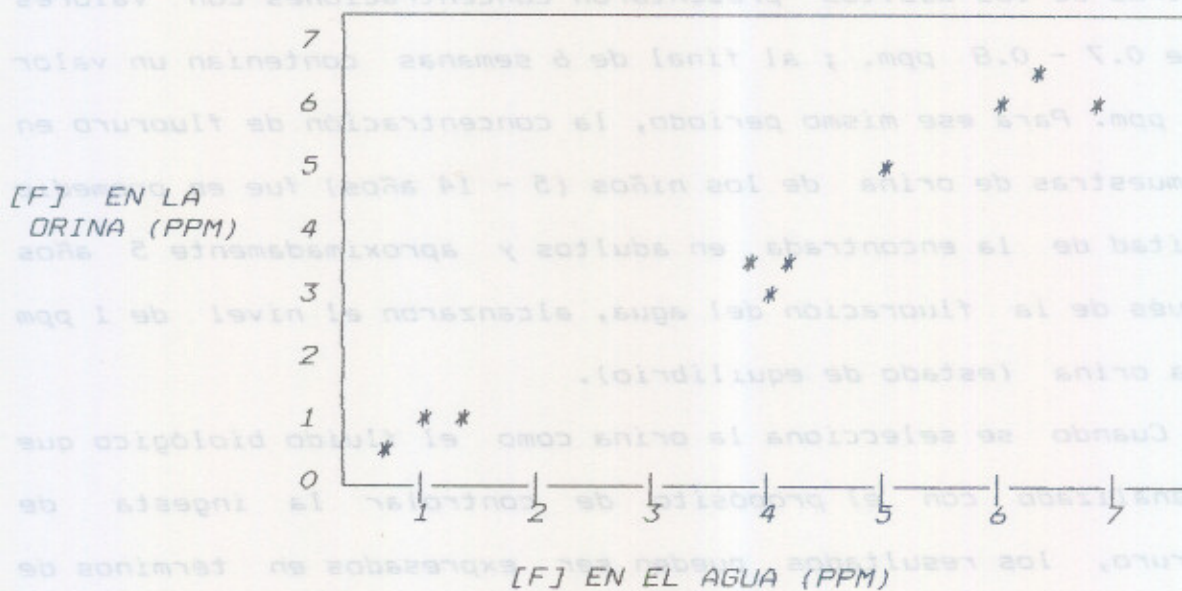


Figura 4.

CONTROL DE LA EXPOSICION AL FLUORURO

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

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

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

parece no ofrecer ventajas adicionales.

Las unidades de concentración más usadas son las de partes por millon (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 un millon de 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 micromoles. Una concentración de 1.0 μM es equivalente a 0.019 ppm (44).

En el estudio realizado por Sánchez y Suchini en las fincas Bananeras de Los Amates Izabal, Guatemala, se encontró que el 95% de la población, presento una concentración de flúor en orina comprendida entre 0.15 y 11.87 mg/litro. Pudiendo observar un amplio rango de variabilidad de las concentraciones de fluoruro en el agua.

CARACTERISTICAS FISICAS Y DEMOGRAFICAS DE LA REGION

METROPOLITANA

la región Metropolitana comprende el departamento de Guatemala, situado en la parte central de la República a 1,500 metros sobre el nivel del mar; predomina en ella el clima templado. Se observan grandes contrastes geográficos: una topografía accidentada, en los sectores norte y este del departamento; y relieves menos abruptos de los sectores central y sur. Cuenta con una extensión superficial de aproximadamente 126 Km (2% del territorio nacional). Según la división político-administrativa, cuenta con 17 municipios incluyendo la ciudad capital de la república que ha rebasado la jurisdicción del municipio de Guatemala que está constituida por 20 zonas postales de la 1 a la 19 a la 21.

Desde el punto de vista técnico-administrativo la región I está dividida en tres áreas de salud: Guatemala Norte, Guatemala Sur y Amatitlán. El área de salud de Guatemala Norte está formada por los municipios : San José Pinula, San José del Golfo, Palencia, Chiquimula, San Pedro Ayampuc, Fraijanes y las siguientes zonas: 1,2,3,4,5,6,16,17 y 18.

El área de salud Guatemala Sur está formada por los municipios: Santa Catarina Pinula, Mixco, San Pedro Sacatepéquez, San Juan Sacatepéquez, San Raymundo, Chuarrancho y las zonas postales de la capital: 7,8,9,10,11,12,13,14,15,19 y 21.

Los municipios de Amatitlán, Villa Nueva, Villa Canales y San Miguel Petapa, forman el área de salud de Amatitlán.

La población para 1990, según el Instituto Nacional de Estadística (INE), se estimaba en 2 millones de habitantes (21% de la población de la república). Su densidad promedio es de 949 h/Km; 10 veces mayor que la república; presenta un crecimiento vegetativo de 2.7 (3.2 nacional).

La distribución de la población muestra desde el año de 1980 una tendencia a la concentración, principalmente en los municipios de Guatemala, Mixco y Villa Nueva, en 1991 se agrgan San Juan Sacatepéquez y Chuiquimula, todos ellos funcionalmente articulados y altamente dependientes de la ciudad capital.

Del total de habitantes, el 28% (565,090 habitantes), pertenece al área urbano-marginal donde existe aproximadamente 176 asentamientos. De los anteriores corresponden al área urbana 150,362 habitantes (57%) y a la población rural 302,726 habitantes (15%). El 49% corresponde al sexo masculino y el 51% al sexo femenino; consecuentemente la razón de masculinidad en la población es de 0.95.

La estructura por edades de la población departamental indica que el 3% (58,931) pertenece a un grupo de menores de un año; el de 1 a 4 años alcanza el 11% (235,650); el 24% corresponde al grupo de 5 a 14 años (483,250); el 24% al grupo de mujeres de edad fértil (488,832); y el 37% (751,516), al resto de la población.

Al grupo materno infantil, le corresponde 783,413 habitantes (39%); el 15% (294,598) se atribuye a los menores de 5 años y el resto a mujeres en edad fértil. Esta distribución de la población es característica de un país joven, con una pirámide de base amplia y vértice angosto. En 1990, se registraron 62,150 nacimientos, con una tasa de natalidad de 28 por 1000; la cual, comparada con la del nivel nacional (36.73 por 1000), se encuentra ligeramente baja. Esto se debe, probablemente a que en la región Metropolitana hay mayor concentración de servicios que puede haber influido en las intenciones reproductivas en la población, con programas de planificación familiar, supervivencia infantil y otros componentes. La tasa de fecundidad general también presenta tendencias al descenso con valores que van desde 147.94 nacidos por 1000 en 1980; al 121.44 por 1000 en 1990.

Según la Secretaria General de Planificación Económica (SEGEPLAN), la conformación por grupo étnico en 1,990 era de 14% de población indígena correspondiente a los grupos Pocomán y Cakchiquel, ubicados principalmente en los municipios de San Juan Sacatepéquez, San Pedro Sacatepéquez, Chuarrancho, Chinautla y San Pedro Ayampuc; el 86% restante esta conformado por grupos no indígenas.

ASPECTOS SOCIOECONOMICOS

En la región metropolitana se encuentra situada la ciudad de la República de Guatemala, centro político, administrativo, económico y comercial, en torno al cual gravita todo el país; por

esta razón, el Producto Interno Bruto (PIB) para la región, alcanzó, Q.10,273,900 en 1990; es decir, el 53% del total de la república, lo que la coloca como la región con más producción con respecto al resto, así como también con las más altas cifras de población económicamente activa (PEA) 597,573 habitantes (40%), con una vocación fundamentalmente de servicios ya que más del 32% se emplea en este sector, siendo otros de importancia el industrial, el comercio y la construcción. Es importante señalar que la remuneración fija en estos sectores alcanzó el 33%, pero el pago a destajo es la modalidad predominante, especialmente en el comercio. Como contraparte, el área metropolitana es la principal importadora de los productos agropecuarios que se producen en las demás regiones.

Con respecto al índice de ocupación por sexo, según la encuesta de la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de San Carlos de Guatemala, del total de personas ocupadas en la ciudad de Guatemala en 1989, 37% eran mujeres y 63% hombres.

El índice de desocupación, incluyendo la disfrazada (trabajo marginal o informal), puede situarse aproximadamente en 47%, cuya causa estructural es el excedente de mano de obra que el sector formal no emplea. La existencia de hecho del sector informal que tiene pretensiones económicas de mera subsistencia es un reto para la región en particular, pues con los magros ingresos que percibe, forma parte del conglomerado sumido en la pobreza con lo que eso implica. El número promedio de empleados

esta razón, el Producto Interno Bruto (PIB) por la región por unidad económica de este sector es de 1.60 a 2.72; sin embargo, esta situación varía al analizarla según sexo; por ejemplo, 67% de los hombres trabaja en el sector formal, mientras que solamente el 50% de las mujeres lo hace. En lo que respecta al sector informal, la presencia relativa de la mujer predomina más que la del hombre, pues registra 35% de ocupación masculina y 37% de femenina.

Para 1989, el ingreso familiar promedio según el INE, se situaba en Q 673.23 mensuales calculándose que más del 65% de los hogares de la región percibió ingresos menores al ingreso promedio familiar, de estos el 20% de los hogares obtuvo un ingreso mensual prácticamente inferior a Q 150.00; esto a pesar de que en la región se observan los menores grados de pobreza (89%) y pobreza extrema (64%) del país; cabe mencionar que la razón de dependencia se situaba en 4.36 personas económicamente activas por persona dependiente.

La inmigración hacia la región metropolitana registra el mayor flujo de personas (290,274 en 1989) con un 50% del total inmigratorio interregional y el menor movimiento migratorio 12%. Esto deja un saldo migratorio positivo; en otras palabras el destino migratorio principal del país es la región metropolitana con las siguientes características: el 41% emigra hacia las principales ciudades de la región (117,726); al área rural periurbana, el 34% (99,350); al área urbana, el 12 (34,540); y al área rural el 13% (38,658). El origen principal de estos emigrantes se ubica en las regiones nor occidental, sur oriental,

central y sur occidental. La causa básica de este movimiento es de índole económica, las personas fluyen a la región en busca de ocupaciones mejor remuneradas, cambiando su actividad agrícola por la de obreros no calificados de servicio, en la industria y en el comercio. Esta situación es propiciada por la concentración de entidades públicas y privadas, a pesar de ello, el sub empleo y desempleo en estos grupos alcanza el 72%. Al analizar la tasa global de la fecundación inmigrante con la del nativo se nota que esta es similar en ambos grupos (5 y 4.8 respectivamente); sin embargo, la tasa de mortalidad general es ligeramente superior en la población inmigrante 7.8 por 1000 (6.33 en la no inmigrante).

Como se mencionó anteriormente, un buen porcentaje de estos inmigrantes ubica su residencia en los asentamientos marginales urbanos de la ciudad. Estos asentamientos han surgido principalmente por invasión de terrenos baldíos públicos y privados que se caracterizan por ser de alto riesgo físico y por carecer de servicios urbanos básicos: agua (únicamente 4% de estas viviendas cuenta con el servicio de agua intradomiciliar), electricidad, drenajes y otros. Allí se construyen, en espacios mínimos, viviendas improvisadas con material de desecho, ya que solamente 22% de las viviendas del área urbano marginal pueden considerarse casas (solidez en construcción y dos o más ambientes), en tanto que la mayoría de pobladores vive en unidades de precaria construcción y espacio reducido, que conforman el 74% del total de viviendas de los asentamientos. El restante 4% de las unidades habitacionales lo constutuye el tipo

de vivienda llamado palomares: múltiples cuartos en una misma casa, cada uno habitado por una familia numerosa. La familia extendida, es decir, compuesta por padre, madre e hijos y otros parientes: abuelos, primos, tíos, etc., predomina en estas áreas, con un promedio de 6 miembros por familia.

El crecimiento acelerado de la región es atribuido principalmente a las constantes migraciones con intenciones de permanencia para toda la vida en un gran porcentaje; esto ha ocasionado un déficit habitacional acumulado de 119.220 viviendas, el cual se incrementa anualmente. Para poder superar este déficit habría que construir un mínimo de 8,300 viviendas al año. El Banco Nacional de la Vivienda ha financiado en los últimos años, entre 8,000 y 13,000 viviendas, pero tales cifras de producción han servido básicamente para atención del déficit acumulado.

En lo referente a educación, existe, en toda la república, un sistema formal que atiende a la población comprendida entre los 4 y los 18 años; consta de tres niveles: preprimario, primario y medio (básico y diversificado). Este servicio es proporcionado por las escuelas públicas (en forma gratuita) y privadas; se cuenta para ello con 16,931 escuelas y 3,453 maestros para la región. La relación alumnos maestro indica 30 alumnos por maestro para la región urbana y 40 por maestro en el área rural. La deserción escolar presenta el mayor porcentaje en el nivel diversificado (11%), le siguen el básico con el 5% y el primario con el 2%.

Según Segeplan, el analfabetismo se encontraba en 1989 en 25%, la mitad del nivel nacional (50%). Es importante señalar que la mayoría de los analfabetas se encuentra en el área rural (87%). En cuanto a la distribución del analfabetismo por sexo, 47% son hombres y 53% mujeres.

En esta región existen las principales instalaciones físicas de una universidad pública y 4 universidades privadas, el porcentaje de la población que acude a ellas es del 1% que concluye su formación básica.

PREVALENCIA DE CARIES DE LA REGION METROPOLITANA

Aproximadamente más de dos tercios de los escolares participan en su escuela en programas de limpieza de los dientes y otros han recibido escasa e ineficiente educación en salud bucal.

El 23% no necesita de servicio estomatológico de emergencia; sin embargo, presentan lesiones de caries dental de la región Metropolitana. El 1% de los escolares necesitan servicios estomatológicos de emergencia, debido a que en su mayoría presentan piezas dentarias con lesiones profundas de caries dental que producen dolor. A jugar por las condiciones actuales de salud bucal 76% de los escolares necesitaran de servicio odontológico en el transcurso de un mes o menos debido a la presencia de fístulas en piezas dentarias con lesiones de caries dental, que de no ser atendidos llegarán a producir dolor.

La prevalencia y experiencia de caries dental en la región central de Guatemala es alta, el índice de caries dental son:

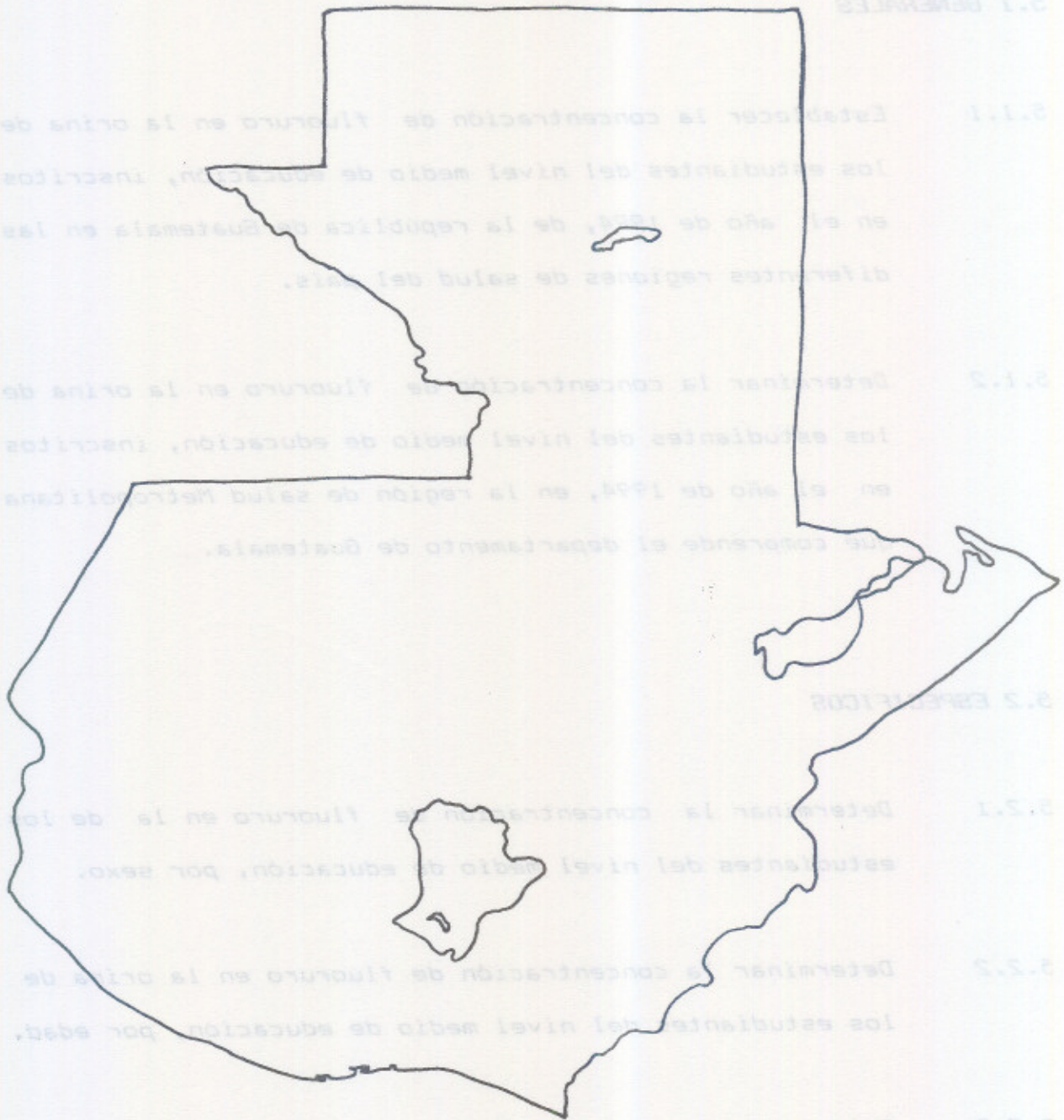
INDICES

n=120	ceo	ceos	ceop	is	CPD	CPOs	CPDp	IS
PROMEDIO	5.53	12.18	36.57	2.16	6.27	10.58	27.18	2.44
DESVIACION								
ESTANDAR	4.37	11.27	36.97	1.49	4.74	7.31	20.30	1.21

Se observó un aumento gradual de los valores promedio de los índices de caries dental, conforme aumenta la edad de los escolares. Se observan condiciones similares en cuanto a la experiencia de caries dental entre ambos sexos y edades.

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

MAPA DE GUATEMALA SEÑALANDO LA REGION METROPOLITANA



MAPA DE GUATEMALA SEÑALANDO LA REGIÓN METROPOLITANA

5. OBJETIVOS

5.1 GENERALES

5.1.1 Establecer la concentración de fluoruro en la orina de los estudiantes del nivel medio de educación, inscritos en el año de 1994, de la república de Guatemala en las diferentes regiones de salud del país.

5.1.2 Determinar la concentración de fluoruro en la orina de los estudiantes del nivel medio de educación, inscritos en el año de 1994, en la región de salud Metropolitana que comprende el departamento de Guatemala.

5.2 ESPECIFICOS

5.2.1 Determinar la concentración de fluoruro en la de los estudiantes del nivel medio de educación, por sexo.

5.2.2 Determinar la concentración de fluoruro en la orina de los estudiantes del nivel medio de educación, por edad.

5.2.3 Determinar la concentración de fluoruro en la orina de los estudiantes del nivel medio de educación, por instituto

5.2.4 *Determinar la concentración de fluoruro en la orina de los estudiantes de nivel medio de educación, por departamento.*

5.3 COLATERALES

5.3.1 *Determinar la concentración de fluoruro en el agua de consumo, por instituto.*

5.3.2 *Determinar la concentración de fluoruro en las colecciones totales de orina, por instituto.*

6. VARIABLES

6.1. Concentración de fluoruro en la orina.

Es la cantidad del ión flúor medida en partes por millón (ppm), en la orina de los estudiantes de nivel medio, inscritos en 1994 de la región de salud Metropolitana que comprende el departamento de Guatemala.

6.1.1 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.

6.2 Concentración de fluoruro en el agua de consumo.

Es la cantidad del ión flúor medida en partes por millón (ppm), en el agua de consumo de los distintos institutos de la muestra, en el año de 1994 de la región de salud Metropolitana que comprende el departamento de Guatemala.

6.2.1. Indicador de la variable de concentración de fluoruro en el agua de consumo.

Cantidad de fluoruro en el agua de consumo, 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.

6.3 Concentración de fluoruro en las colecciones totales de orina.

Es la cantidad del ión flúor medido en partes por millón (ppm), en las colecciones totales de orina de los estudiantes de nivel medio de educación, inscritos en 1994 en la región de salud Metropolitana que comprende el departamento de Guatemala.

6.3.1 Indicador de la variable Concentración de Fluoruro en las colecciones totales de orina.

Es la cantidad de fluoruro en las colecciones totales de 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.

7. METODOLOGIA

7.1 Población:

La población de este estudio la integraron todos los alumnos tanto de sexo masculino como femenino inscritos en el año de 1994 comprendidos entre las edades de 13 a 17 años que asisten a los institutos de nivel medio públicos y privados, urbanos y rurales, de la región de salud metropolitana que comprende el departamento de Guatemala.

7.2 Procedimiento de muestreo.

7.2.1 *Diseño de la muestra:* para cada una de las regiones el método de muestreo utilizado fue por conglomerado en dos etapas. En el cual la primera etapa consistió en la selección aleatoria de los institutos de educación media públicos o privados, urbanas o rurales, de las establecidas en cada una de las regiones, y la segunda, la selección aleatoria de escolares en cada uno de los conglomerados elegidos.

7.2.2 *Tamaño de la muestra:* Considerando el tamaño de la población total de estudiantes de educación media, inscritos en 1994, y como variable determinante la concentración de fluoruro en la orina, se calculó el tamaño de la muestra y se asignó de manera uniforme, a la región de salud Metropolitana.

El procedimiento fue el siguiente:

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

29, 30)

En donde :

n = tamaño de la muestra.

$Nc = 1.96$.

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 del fluoruro en orina. Estimada a partir de una desviación estandar de 0.18 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 investigación. Para este estudio 0.05mg/lt, tomado como diferencia biológica en la estimación de la concentración de fluoruro en la orina.

$N =$ -----322,644----- alumnos inscritos en los institutos de nivel medio de la República de Guatemala inscritos en el año de 1994.

USIPE. Anuario Estadístico 1992. Ministerio de Educación, Guatemala, C.A.

ED= Efecto de diseño por utilizar muestreo por conglomerados.

Para el presente estudio se ha decidido utilizar 3.

El cálculo del tamaño muestral por este procedimiento indica que es necesario muestrear como mínimo 150 estudiantes de la región de salud Metropolitana.

7.2.3 Procedimiento del diseño muestral: Después de establecer el tamaño de la muestra en 150 alumnos de la región de salud Metropolitana se procedió de la siguiente manera:

7.2.3.1 Primera etapa de selección: Se solicitó a la oficina de Control Estadístico de la Unidad Sectorial de Investigación y Planificación Educativa (USIPE) el listado de todos los Institutos de nivel medio tanto públicos como privados, urbanos y rurales de la región de salud Metropolitana del año de 1993, con sus respectivas matrículas.

Se definió $K=25$. Este número se eligió en base a que se consideró como un número adecuado de estudiantes para ser controlados en la investigación. Se calculó el número de conglomerados "m" a incluir en la muestra, $m=n/k$, $=150/25$, $m=6$ conglomerados.

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

DEPARTAMENTO DE GUATEMALA:

- 1- INSTITUTO PRIVADO MIXTO DE EDUCACION BASICA LICEO "LOMAS DEL NORTE" . LOTE 13 MANZANA 47 CANTON CENTRAL ZONA 17 CANALITOS.
- 2- INSTITUTO PRIVADO MIXTO DE EDUCACION BASICA "FE Y ALEGRIA # 5" KILOMETRO 7.5 CARRETERA A AYAMPUC. COL. EL LIMON. ZONA 18.
- 3- INSTITUTO PRIVADO MIXTO DE EDUCACION BASICA "NUESTRA SEÑORA DE LA MEDALLA MILAGROSA" 12 AVENIDA COL. LA FLORIDA ZONA 19.
- 4- INSTITUTO PRIVADO MIXTO DE EDUCACION DIVERSIFICADO . COLEGIO SAN FRANCISCO. BOULEVARD EL CAMINERO 13-48 ZONA 6 DE MIXCO.
- 5- INSTITUTO PRIVADO MIXTO DE EDUCACION BASICA. COLEGIO "PRADO VERDE". CALLE MARISCAL 6-16 ZONA 11.
- 6- INSTITUTO PRIVADO PARA SEÑORITAS DE EDUCACION BASICA CENTRO DE ESTUDIOS SECRETARIALES "WILL-BRIDGE" 8 calle 2-40 zona 1.

7.2.3.2 Segunda etapa de selección: para llevar a cabo esta etapa, se solicitaron los listados de los alumnos de los institutos seleccionados. Una vez se obtuvieron los listados, se seleccionaron 25 escolares en forma aleatoria.

7.3 Calibración de investigadores:

Previo a que los investigadores se desplazaran a las comunidades seleccionadas a recolectar las muestras de orina y agua, se realizaron sesiones de trabajo con el objeto de calibrar

a todos en las técnicas de recolección de las mismas.

La comisión investigadora encargada de analizar las muestras de orina y agua en el Laboratorio de Bioquímica, realizaron con los asesores prácticos para conocer y manejar la metodología y unificar criterios al momento de analizar las mismas.

Se realizó una práctica de campo, en Santa Lucía Cotzumalguapa, para conocer el procedimiento de toma de muestras.

7.4 ética de la investigación:

Cada estudiante investigador llevó consigo cartas de presentación personal y de respaldo de éste 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 platicó con los directores de cada instituto para informarles de que trataba el estudio, y solicitarles su autorización y su cooperación por escrito (Anexo 1) para la realización del mismo.

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

7.5 Procedimiento de campo:

7.5.1 Procedimiento de recolección de muestras: El procedimiento de recolección de muestras tuvo dos componentes: el primero para conocer los datos generales del estudiante, el segundo la recolección de las muestras de orina. Se elaboró una

ficha para la recolección de estos datos. (Anexo 2)

7.5.1.1 Procedimiento para recolección de muestras a tiempo medido, muestra de breve plazo:

En ciertos estudios conviene recoger muestras de orina correspondientes a un período más breve al de 24 horas. La estimación de los valores en grupos de individuos de iguales características, usando esta metodología, con fines comparativos, da excelentes resultados.

Toma de muestra:

1. Se estableció el período de tiempo que se ha de usar; el mismo debe de ser de cuatro horas no variando el tiempo entre muestreo y muestreo.
2. Se identificó adecuadamente cada frasco (plástico de boca ancha, con capacidad mínima de 500 ml.); y se le indicó al participante del muestreo, cuál frasco le corresponde.
3. Se instruyó en forma adecuada a todos los participantes sobre la metodología de recolección de la muestra a usar.
4. Se le indicó al participante que debía evacuar su orina en forma completa.
Se anotó la hora en que esto se realizó, correspondiendo al tiempo I. Esta primera micción se descartó.
5. Se colectaron todas las micciones posteriores que la persona emitió en el mismo frasco, hasta completar el tiempo establecido, obteniéndose así una muestra. Debía de recolectarse el total de la micción.

6. Se anotó la hora en que se recoge la última muestra, lo que representa el tiempo II.

7. De midió el volumen de la muestra.

8. Se tomaron tres muestras de 10 ml en los recipientes plásticos de 1 Onz. Una para el análisis en el laboratorio y dos de reserva.

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

10. Se identificaron las muestras de orina en forma codificada para cada estudiante.

11. Se recolectó una muestra de agua de la fuente principal de abastecimiento en los distintos institutos.

12. Se transportaron en una hielera todas las muestras para su análisis posterior en el Laboratorio de Bioquímica.

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

7.5.2.1 Equipo requerido:

a) Analizador selectivo de iones (potenciómetro), para expresar la lectura de las muestras.

b) Electrodo de combinación de fluoruro: para medir la concentración 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.,** para medir volúmenes.
- g) **Succionador,** accesorio para pipetear.
- h) **Pipetas de plástico,** para medir volúmenes.
- i) **Micropipeta de 1 ml.,** para medir vols.
- j) **Goteros de plástico,** para dispensar los preservantes
- k) **Probetas de polietileno de 500 ml.,** para medir soluciones.
- l) **Un balón aforado de polietileno de 250 ml.,** para medir y mezclar soluciones.
- m) **Servilletas de papel,** para secar.

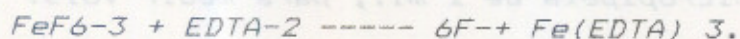
7.5.2.2 Soluciones Requeridas:

- a) **Agua Destilada:** para preparar todas las soluciones, estándares y para lavar todo el instrumental de plástico, el electrodo y las barras magnéticas.
- b) **Solución Estándar:** Se preparó una solución base de 0.1 Molar de fluoruro de sodio, a partir de la cual se prepararon cinco soluciones de

fluoruro de sodio de 0.05,0.2,0.5,1.0 y 1.5 ppm.

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

$Fe-3+6F \rightleftharpoons FeF_6-3$, 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 existe. 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 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: 0.04 gr. de NaOH en 100 ml. de agua destilada.

e) TISAB III: 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.

7.5.3 *Análisis de la concentración del fluoruro en la orina:* Para determinar el contenido de fluoruro en la orina se utilizó un electrodo de combinación selectivo para fluoruro con un potenciómetro (Fisher, Acumet Modelo 620).

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

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

a) *Calibración de la Pendiente del Electrodo:* Se colocaron en un beacker plástico 50 ml de agua destilada y 50 ml de TISAB de bajo nivel, se introdujo un agitador magnético, luego se introdujo el electrodo, se esperó que estabilizara la lectura en milivoltios en la pantalla del potenciómetro y se le agregó 1 ml de la solución estandar de fluoruro a 0.1 M, hasta que la lectura de la pantalla llegaba a 0.0; en este momento se le agregó a la solución 10 mililitros del mismo estandar y debe aparecer una lectura de ± 56 mv (con lo que se comprueba el buen funcionamiento

del electrodo). Esta calibración se efectuó diariamente previo a analizar las muestras.

b- Curva de Calibración:

b.1 .Se preparó una solución de estandar de fluoruro de 10 ppm más igual volumen de TISAB de bajo nivel.

b.2. Se colocó en un beacker de plástico 50 mls de TISAB de bajo nivel y 50 mls de agua destilada, se colocó el agitador magnético, se introdujo el electrodo y se esperó hasta que la pantalla del potenciómetro estabilizara la lectura, a la cual se le agregó por incrementos la solución del inciso b.1. De acuerdo a la siguiente tabla:

Ml	ppm	Mv
0.1	0.01	Registro en milivoltios.
0.1	0.02	
0.2	0.04	
0.2	0.06	
0.4	0.10	
2.0	0.30	
2.0	0.50	
2.0	0.70	
3.0	1.0	
2.0	1.2	
3.0	1.5	

b.3. Establecida la cantidad de milivoltios que correspondía a cada concentración de fluoruro, se procedió a chequear, con las soluciones estandares de fluoruro de sodio de concentración conocida (0.05, 0.2, 0.5, 1.0, y 1.5 ppm), para saber si correspondía al mismo milivoltaje de la curva.

b.4. Entre cada medición se lavó el electrodo y la barra agitadora con agua destilada y se secaron cuidadosamente.

b.5. Al terminar las mediciones se elaboró una gráfica de la curva de calibración.

c. Análisis de la concentración de fluoruro en las muestras de orina y agua de consumo.

c.1. A cada muestra se le agregó 1 ml. de TISAB de bajo nivel previo a ser analizada.

c.2. Se introdujo una barra magnética en la muestra a medir.

c.3. Se colocó la muestra en un agitador magnético.

c.4. Se sumergió el electrodo en la muestra.

A los tres minutos se tomó la lectura de la concentración de fluoruro (mg/l). En la ficha correspondiente, se anotó los dos valores que se mantengan más constantes y luego se obtuvo un promedio en milivoltios.

c.5. Se lavó el electrodo y la barra magnética con agua destilada y se secaron cuidadosamente antes de

proceder a leer otra muestra.

c.6. Se corrió un estándar de concentración conocido (patrón de fluoruro) cada 20 muestras (control de calidad).

c.7. Se anotó en la ficha correspondiente la concentración de fluoruro encontrada en la orina. Para obtener las concentraciones de flúor en el agua se utilizó la misma metodología.

c.8. De cada muestra de orina por estudiante, se colectaron en un recipiente plástico las 25 muestras de cada instituto, se homogenizaron por medio de un agitador magnético y luego de esta colección se tomaron 10 mls para mezclarlos con TISAB de bajo nivel en igual volumen para ser analizados.

c.9. A partir de la curva de calibración de cada día se obtuvo el valor de concentración de fluoruro en orina en ppm y por medio de un programa de regresión lineal.

7.6 Procesamiento de la información.

Los hallazgos y datos de esta investigación fueron procesados a través del paquete estadístico Systat. Los resultados serán presentados por medio de estadísticas descriptivas como : media, desviación estándar y rango.

Para establecer la relación entre las variables se utilizó el coeficiente de correlación producto -momento de Pearson a un nivel de significancia alfa de 0.05 .-

Las variables son: 1. Concentración de fluoruro en orina promedio por instituto. 2. Concentración en colecciones de orina. 3. Concentración en el agua de consumo.

A continuación se presentan los resultados obtenidos durante el trabajo de campo de esta investigación en la región de salud metropolitana, los cuales fueron analizados por medio del paquete estadístico Systat, ordenados por instituto, región edad y sexo y presentados por medio de estadísticos descriptivos como: Medias, Desviación estándar y rango. La concentración de fluoruro fue expresada en ppm/l.

CUADRO 1
FRECUENCIA Y PORCENTAJE DE LA MUESTRA DE ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO DE EDUCACIÓN, INSCRITOS EN EL AÑO DE 1991, EN LA REGIÓN DE SALUD METROPOLITANA, QUE COMPRENDE EL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.

DEPARTAMENTO	ESCOLARES	
	n	%
Guatemala	150	100
Total	150	100

Fuente: datos recolectados durante el trabajo de campo.
En la región de salud metropolitana se obtuvo una muestra de 150 escolares, de los cuales el 100% pertenece al departamento de Guatemala.

PRESENTACION DISCUSION DE RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos durante el trabajo de campo de esta investigación en la región de salud Metropolitana, los cuales fueron analizados por medio del paquete estadístico Systat, ordenados por instituto, región edad y sexo y presentados por medio de estadísticos descriptivos como: Media, Desviación estandar y Rango. La concentración de fluoruro fue expresada en ppm=mg/l.

CUADRO 1
FRECUENCIA Y PORCENTAJE DE LA MUESTRA DE ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO DE EDUCACION, INSCRITOS EN EL AÑO DE 1994, EN LA REGION DE SALUD METROPOLITANA, QUE COMPRENDE EL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.

DEPARTAMENTO	ESCOLARES	
	n	%
Guatemala	150	100
Total	150	100

Fuente: datos recolectados durante el trabajo de campo.

En la región de salud Metropolitana se obtuvo una muestra de 150 escolares, de los cuales el 100% pertenece al departamento de Guatemala.

CUADRO 2

FRECUENCIA Y PORCENTAJE DE LA MUESTRA DE ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO DE EDUCACION, INSCRITOS EN EL AÑO DE 1994, EN LA REGION DE SALUD METROPOLITANA, DISTRIBUIDOS POR EDAD Y SEXO.

EDAD	MASCULINO		FEMENINO		TOTAL	
	n	%	n	%	n	%
13	18	12.00	19	12.67	37	24.67
14	19	12.67	20	13.33	39	26.00
15	14	9.33	24	16.00	38	25.33
16	3	2.00	14	9.33	17	11.33
17	5	3.33	14	9.33	19	12.67
TOTAL	59	39.33	91	60.67	150	100

Fuente: datos recolectados durante el trabajo de campo.

Del total de 150 estudiantes del nivel medio de educación, que comprende la muestra de la región Metropolitana, 39.33 % (59) corresponden al sexo masculino y 60.67 % (91) corresponden al sexo femenino. Debido esto probablemente a que hubo un instituto dentro de la muestra exclusivamente de señoritas (Centro de Estudios Secretariales Winbridge).

La muestra se centró principalmente en las edades de 13, 14 y 15 años y las edades de 16 y 17 presentaron menor frecuencia de lo cual se puede decir que la muestra no se distribuyó uniformemente siendo estos últimos valores poco representativos.

CUADRO 3

MEDIA, DESVIACION ESTANDAR Y RANGO DE LA CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA DE LA MUESTRA DE ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO DE EDUCACION, INSCRITOS EN EL AÑO DE 1994, EN LA REGION DE SALUD METROPOLITANA, DISTRIBUIDOS POR INSTITUTO.

INSTITUTO	CONCENTRACION DE FLUORURO (PPM)			
	n	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	RANGO
LICEO LOMAS DEL NORTE	25	0.38	0.07	0.23-0.48
FE Y ALEGRIA.	25	0.35	0.12	0.13-0.57
NTRA.SRA. DE LA M M.	25	0.57	0.10	0.36-0.74
COLEGIO SAN FRANCISCO	25	0.36	0.05	0.24-0.42
PRADO VERDE	25	0.44	0.12	0.27-0.73
C.E.S.WINBRIDGE	25	0.55	0.11	0.28-0.76
TOTAL	150	0.44	0.13	0.13-0.76

Fuente: datos recolectados durante el trabajo de campo.

De los 6 institutos que abarcó esta investigación, los valores de promedio de concentración de fluoruro en la orina más altos se encontraron en el instituto Nuestra Sra. de la Medalla Milagrosa con una media de 0.57 ppm \pm 0.10 ppm y los más bajos en el instituto Fe y alegría, siendo los valores de 0.571 ppm \pm 0.12 ppm, con lo cual podemos decir que el primer instituto, a pesar de tener valores altos tiene una variabilidad pequeña y que las concentraciones de fluoruro entre todos los estudiantes de este instituto eran muy similares. Este valor fue uno de los que menos variabilidad presentó entre los 6 institutos y su rango estuvo entre los

valores de 0.36 ppm y 0.74 ppm.

En general podemos decir que las concentraciones de fluoruro en la muestra de estudiante en todos los institutos se distribuyó uniformemente con una variabilidad de 0.13 ppm

CONCENTRACION DE FLUORURO (PPM)			REGION
RANGO	DESVIACION ESTANDAR	MEIA	
0.13-0.76	0.13	0.44	METROPOLITANA

Fuente: datos recolectados durante el trabajo de campo.

En la región de salud metropolitana la concentración de fluoruro en orina estuvo comprendida entre 0.13 ppm - 0.76 ppm; presentando una media de 0.44 ppm \pm 0.13 ppm, con lo cual puede decirse que los valores se mantuvieron similares en esta región. A pesar de existir en esta región, en la muestra evaluada un programa de fluoruración del agua de consumo y mejores condiciones de vida; los niveles de concentración de fluoruro son bajos, comparados a los resultados de el promedio de concentración de fluoruro en los estudiantes de la muestra de la región de salud Petén los cuales son 0.52 ppm \pm 0.28 ppm y a los resultados del departamento de El Progreso con un valor de 0.68 ppm \pm 0.33 ppm y el valor individual más alto en la región de salud Norte con un valor de 1.87 ppm debido esto probablemente a diferentes fuentes de agua de abastecimiento en estas

CUADRO 4

MEDIA, DESVIACION ESTANDAR Y RANGO DE CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA DE LA MUESTRA DE ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO DE EDUCACION, INSCRITOS EN EL AÑO DE 1994, EN LA REGION DE SALUD METROPOLITANA.

REGION	CONCENTRACION DE FLUORURO (PPM)			
	n	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	RANGO
METROPOLITANA	150	0.44	0.13	0.13-0.76

Fuente: datos recolectados durante el trabajo de campo.

En la región de salud Metropolitana la concentración de fluoruro en orina estuvo comprendida entre 0.13 ppm - 0.76 ppm; presentando una media de 0.44 ppm \pm 0.13 ppm, con lo cual puede decirse que los valores se mantuvieron similares en esta región. A pesar de existir en esta región, en la muestra evaluada un programa de fluoruración del agua de consumo y mejores condiciones de vida; los niveles de concentración de fluoruro son bajos, comparados a los resultados de el promedio de concentración de fluoruro en los estudiantes de la muestra de la región de salud Petén los cuales son 0.52 ppm \pm 0.25 ppm. y a los resultados del departamento de El Progreso con un valor de 0.68 ppm \pm 0.35 ppm y el valor individual más alto en la región de salud Norte con un valor de 1.87 ppm debido esto probablemente a diferentes fuentes de agua de abastecimiento en estos

lugares.

En comparación con otro estudio del mismo tipo realizado en 1993 en escolares del nivel primario en las edades de 6 a 12 años en esta región, los valores son ligeramente más altos a los encontrados en este estudio, ya que presentaron un valor promedio de 0.45 ppm, debido probablemente a que la metodología fue diferente en cuanto al análisis de

CONCENTRACION DE FLUORURO (ppm)		EDAD	
En un estudio similar realizado en Costa Rica, en edades de 16 a 22 años los valores encontrados fueron de 0.39 ppm, o sea más bajos en comparación con el presente estudio, debido esto a la diferencia de edades.(7).			
0.13-0.76	0.13	0.44	1.50

Fuente: datos recolectados durante el trabajo de campo.

Las concentraciones de fluoruro en orina más altas se encontraron en los estudiantes de 16 años con un valor promedio de $0.50 \text{ ppm} \pm 0.14 \text{ ppm}$ y las más bajas en el grupo de 13 años, con un valor de $0.40 \text{ ppm} \pm 0.11 \text{ ppm}$. Puede observarse en estos resultados que a mayor edad hay mayor excreción de fluoruro a excepción del grupo de 17 años en donde la concentración presentó un valor ligeramente menor al de 16 años, pero debe tomarse en cuenta que este grupo de edad no es muy representativo en la muestra total ya que posee solamente el 12% de la población total, lo que contrasta lo comunicado por la literatura sobre distribución de la

CUADRO 5
 MEDIA DESVIACION ESTANDAR Y RANGO DE CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA DE ESTUDIANTES DE NIVEL MEDIO DE EDUCACION, INSCRITOS EN 1994, DE LA REGION DE SALUD METROPOLITANA, DISTRIBUIDOS POR EDAD.

EDAD	CONCENTRACION DE FLUORURO (PPM)			
	n	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	RANGO
13	37	0.40	0.11	0.22-0.73
14	39	0.44	0.11	0.23-0.70
15	38	0.44	0.15	0.13-0.76
16	17	0.50	0.14	0.20-0.72
17	19	0.46	0.13	0.21-0.72
TOTAL	150	0.44	0.13	0.13-0.76

Fuente: datos recolectados durante el trabajo de campo.

Las concentraciones de fluoruro en orina más altas se encontraron en los estudiantes de 16 años con un valor promedio de $0.50 \text{ ppm} \pm 0.14 \text{ ppm}$ y las más bajas en el grupo de 13 años, con un valor de $0.40 \text{ ppm} \pm 0.11 \text{ ppm}$. Puede observarse en estos resultados que a mayor edad hay mayor excreción de fluoruro a excepción del grupo de 17 años en donde la concentración presentó un valor ligeramente menor al de 16 años, pero debe tomarse en cuenta que este grupo de edad no es muy representativo en la muestra total ya que posee solamente el 12% de la población total, lo que confirma lo comunicado por la literatura sobre disminución de la

captación de fluoruro al aumentar la edad, debido a la maduración ósea.

CUADRO 6

MEDIA, DESVIACION ESTANDAR Y RANGO DE LA CONCENTRACION DE FLUORURO DE LOS ESTUDIANTES DE NIVEL MEDIO DE EDUCACION, INSCRITOS EN EL AÑO DE 1994, EN LA REGION DE SALUD METROPOLITANA, DISTRIBUIDOS POR SEXO.

SEXO	CONCENTRACION DE FLUORURO (PPM)			
	n	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	RANGO
FEMENINO	91	0.45	0.14	0.13-0.76
MASCULINO	59	0.43	0.12	0.21-0.74
TOTAL	150	0.44	0.13	0.13-0.76

Fuente: datos obtenidos del trabajo de campo.

De los datos obtenidos en esta investigación, el sexo femenino presentó los valores más altos de concentración de fluoruro en orina, con una media de 0.45 ppm, una desviación estandar de 0.14 ppm y un rango de 0.13 ppm a 0.76 ppm, no habiendo mucha variabilidad con el sexo masculino el cual presentó una media de 0.43 ppm, con una desviación estandar de 0.12 ppm y un rango ligeramente menor con un valor de 0.21-0.76 ppm.

CUADRO 7.

CONCENTRACION DE FLUORURO EN EL AGUA DE CONSUMO DE LOS INSTITUTOS DE LA REGION DE SALUD METROPOLITANA.

INSTITUTOS	CONCENTRACION DE FLUORURO
LICEO LOMAS DEL NORTE	0.20
FE Y ALEGRIA	0.29
NUESTRA SRA. DE LA MEDALLA M	0.50
COLEGIO SAN FRANCISCO	0.10
PRADO VERDE	0.20
C.E.S. WINBRIDGE	0.34

Fuente: datos recolectados durante el trabajo de campo.

De los seis institutos que comprende la muestra, la concentración de fluoruro en el agua más alta fue en el instituto Nuestra Señora de la Medalla Milagrosa, con un valor de 0.50 ppm, observándose que estos resultados coinciden con la media de concentración de fluoruro en la orina de los estudiantes, del mismo instituto al presentar igualmente el valor promedio más alto 0.57 ppm y el más bajo en el colegio San Francisco con un valor de 0.10 ppm.

CUADRO 8

CONCENTRACION DE FLUORURO EN PPM, EN LAS COLECCIONES TOTALES DE ORINA DE LOS ESTUDIANTES DE NIVEL MEDIO DE EDUCACION DE LA REGION METROPOLITANA, POR INSTITUTO.

INSTITUTO	CONCENTRACION DE FLUORURO
LICEO LOMAS DEL NORTE	0.22
FE Y ALEGRIA	0.38
NUESTRA SRA. DE LA MEDALLA M	0.65
COLEGIO SAN FRANCISCO	0.36
PRADO VERDE	0.37
C.E.S. WINBRIDGE	0.51

Fuente: datos recolectados del trabajo de campo.

De las colecciones torales de orina de los seis institutos, el instituto Nustra Señora de la Medalla Milagrosa

presentó el promedio más alto con un valor de 0.65 ppm y el valor más bajo lo presentó el instituto Lomas del Norte con un valor de 0.22 ppm. Estos resultados coinciden con los valores promedio encontrados en los difentes institutos. Siendo los valores en general bajos, lo que justifica un programa de fluoruración sistémica.

CUADROS GENERALES

A continuación se presentan cuadros y gráficas generales de la distribución de la muestra, media, desviación estandar y rango de la concentración de fluoruro en la orina de estudiantes del nivel medio de educación, inscritos en el año de 1994, en la República de Guatemala, analizados por medio del paquete estadístico Systat y ordenados por departamento, región de salud, edad y sexo. Las concentraciones de fluoruro se expresan en ppm=mg/l.

CUADRO 1

NUMERO Y PORCENTAJE DE LA MUESTRA DE ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO DE EDUCACION, INSCRITOS EN EL AÑO DE 1994, EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA, DISTRIBUIDOS POR SEXO Y EDAD.

EDAD	MASCULINO		FEMENINO		TOTAL	
	n	%	n	%	n	%
13	240	16.0	118	7.9	358	23.9
14	212	14.1	111	7.4	323	21.5
15	208	13.9	114	7.6	322	21.5
16	152	10.1	105	7.0	257	17.1
17	134	8.9	106	7.1	240	16.0
TOTAL	946	63.1	554	36.9	1500	100

Fuente: datos recolectados del trabajo de campo.

La muestra total del estudio sobre concentración de fluoruro en los estudiantes de nivel medio de educación de la República de Guatemala, estuvo integrada por 1500 estudiantes de los cuales el 63.07% (946) corresponden al sexo masculino y el 36.93 % (554) al sexo femenino, los estudiantes estaban comprendidos entre las edades de 13-17 años. En general los

grupos de edad se distribuyeron en forma uniforme.

GRÁFICO GENERAL NO. 1

SEXO FEMENINO

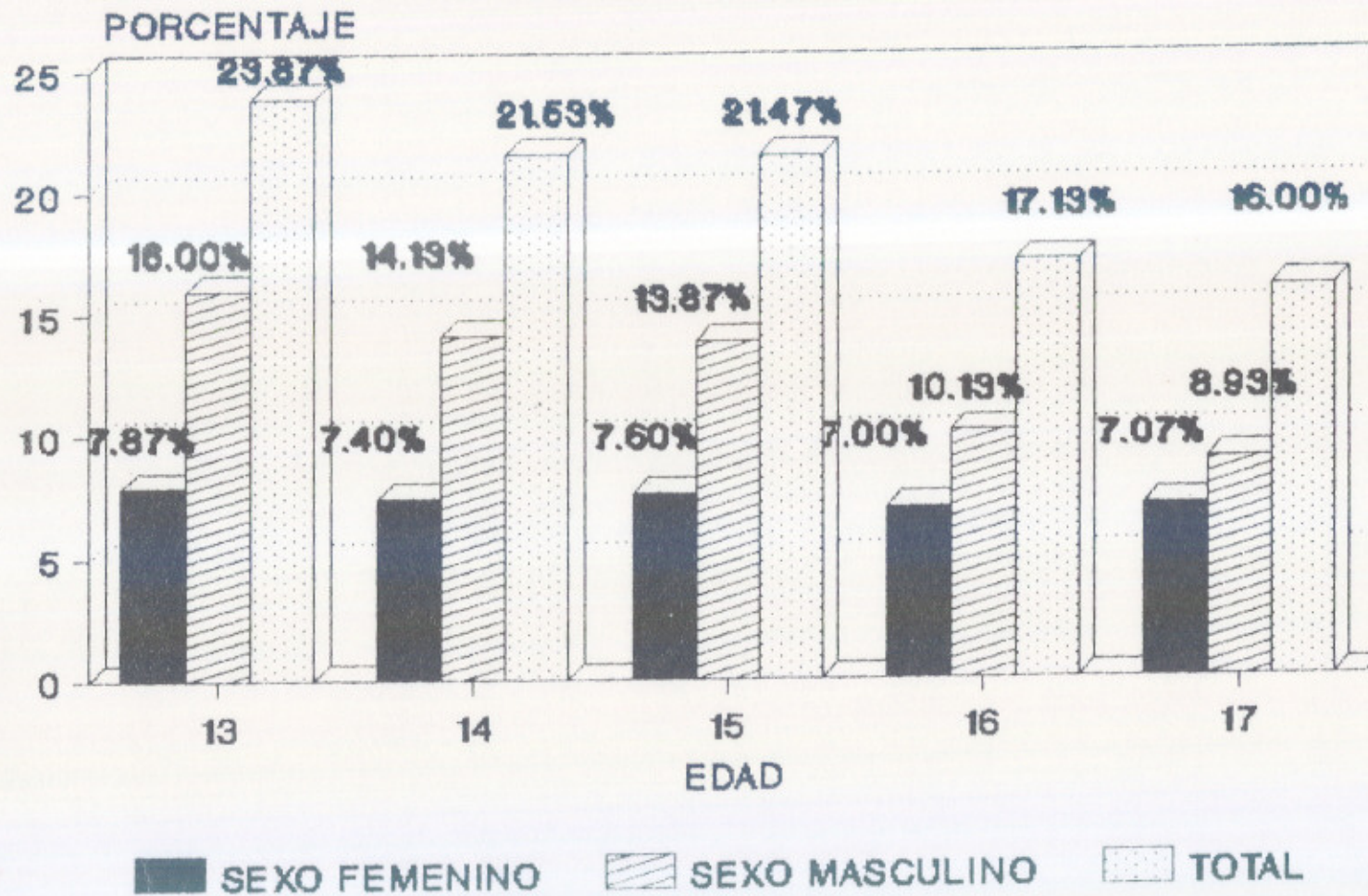
SEXO MASCULINO

TOTAL



DISTRIBUCION DE ESTUDIANTES DE EDUCACION PRIMARIA EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA, DISTRIBUIDOS POR SEXO Y EDAD

DISTRIBUCION DE LA MUESTRA DE ESTUDIANTES DE NIVEL MEDIO DE EDUCACION INSCRITOS EN 1994, EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA, DISTRIBUIDOS POR SEXO Y EDAD



GRAFICA GENERAL NO.1

CUADRO 2

MEDIA, DESVIACION ESTANDAR Y RANGO DE LA CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA DE ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO DE EDUCACION, INSCRITOS EN EL AÑO DE 1994, EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA, DISTRIBUIDOS POR DEPARTAMENTO.

DEPARTAMENTO	CONCENTRACION DE FLUORURO (PPM)			
	n	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	RANGO
Guatemala	150	0.44	0.03	0.13-0.76
Alta Verapaz	75	0.47	0.42	0.06-1.87
Baja verapaz	75	0.36	0.12	0.18-1.03
Chiquimula	75	0.47	0.20	0.19-1.04
Zacapa	75	0.38	0.12	0.15-0.61
El Progreso	75	0.68	0.35	0.24-1.44
Izabal	75	0.30	0.12	0.06-0.78
Santa Rosa	50	0.37	0.11	0.50-0.67
Jutiapa	50	0.38	0.16	0.12-0.82
Jalapa	50	0.26	0.11	0.03-0.46
Chimaltenango	50	0.34	0.11	0.09-0.64
Escuintla	50	0.36	0.13	0.01-0.78
Sacatepequez	50	0.44	0.13	0.20-0.81
San Marcos	50	0.32	0.10	0.11-0.57
Totonicapán	50	0.41	0.10	0.20-0.51
Quetzaltenango	50	0.29	0.12	0.14-0.68
Sololá	50	0.51	0.22	0.25-1.07
Suchitepequez	50	0.35	0.12	0.18-0.92
Retahuleu	50	0.31	0.10	0.15-0.59
El Quiché	75	0.43	0.12	0.16-0.66
Huehuetenango	75	0.34	0.14	0.04-0.81
Petén	150	0.52	0.25	0.08-1.20
TOTAL	1500	0.41	0.21	0.01-1.87

Fuente: datos recolectados durante el trabajo de campo.

De los 22 departamentos de la república de Guatemala, los valores más altos de la concentración de flúor en orina, se encontraron en el departamento de El Progreso con un promedio de 0.68 ppm, una desviación estandar de 0.35 ppm y

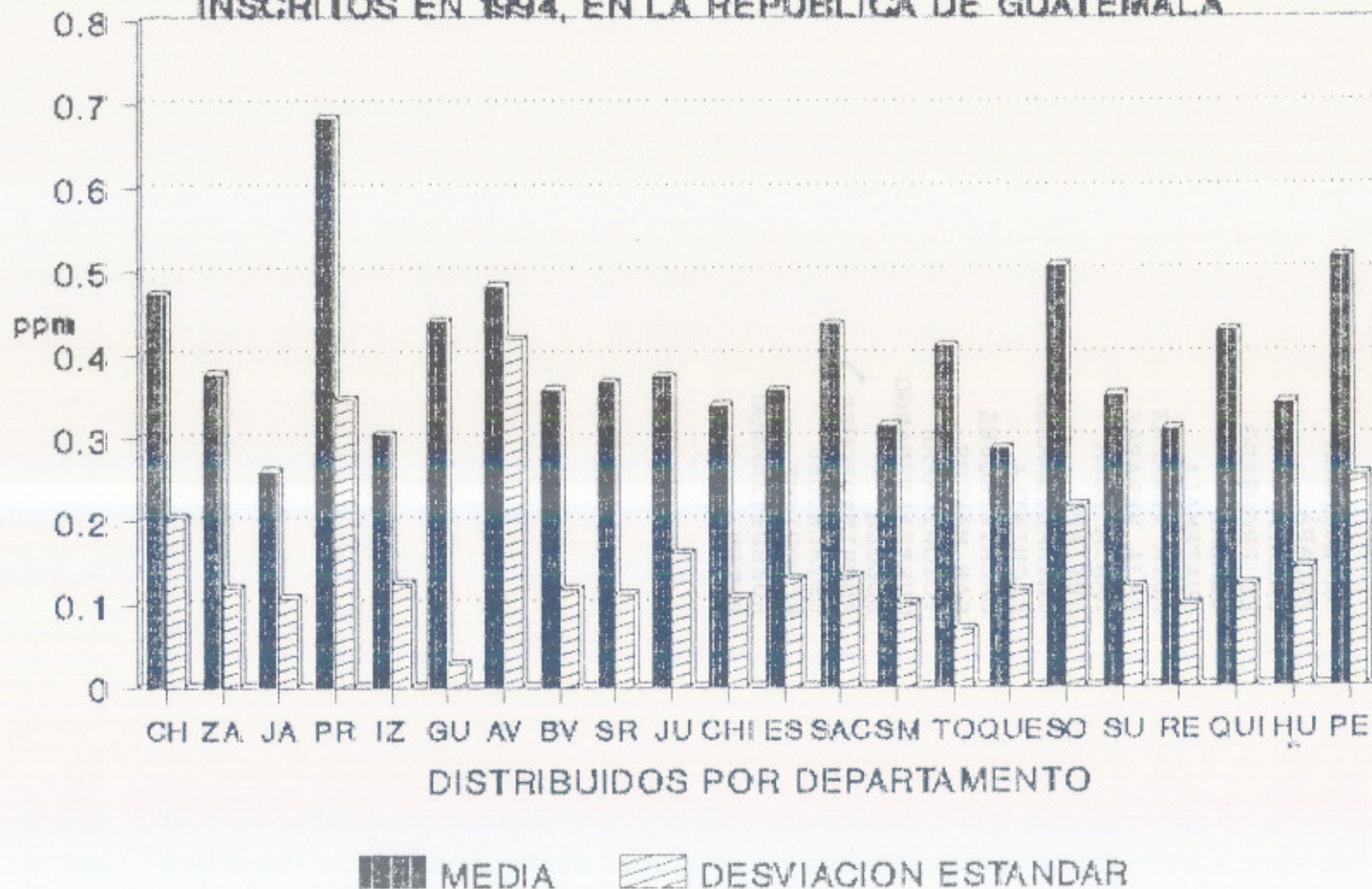
un rango de un rango de 0.24 ppm a 1.44 ppm y los valores más bajos correspondieron al departamento de Jalapa con una media de 0.26 ppm, una desviación estadar de 0.11 ppm y un rango de 0.03 ppm a 0.46 ppm.

En general las concentraciones de fluoruro en la orina fueron similares. Aunque el rango fue amplio, la variabilidad fue alta debido probablemente a altas concentraciones de fluoruro en el agua de algunas regiones, y a la hora de recolección de las muestras.

ESTANDAR	MEDIA	n	
0.13-0.76	0.44	150	Guatemala
0.08-1.87	0.47	75	Alta Verapaz
0.18-1.03	0.36	75	Baja Verapaz
0.19-1.04	0.47	75	Chimaltenango
0.13-0.61	0.38	75	Jalapa
0.24-1.44	0.68	75	El Progreso
0.08-0.78	0.30	75	Isabal
0.20-0.67	0.37	30	Santa Rosa
0.12-0.82	0.38	30	Jutiapa
0.07-0.46	0.26	30	Jalapa
0.09-0.64	0.34	30	Chimaltenango
0.01-0.78	0.36	30	Escuintla
0.20-0.81	0.44	30	Sacatepequez
0.11-0.57	0.32	30	San Marcos
0.20-0.51	0.41	30	Totonicapan
0.14-0.68	0.39	30	Guatemala
0.25-1.07	0.51	30	Solola
0.18-0.92	0.33	30	Sucumbitepequez
0.13-0.59	0.31	30	Retanlen
0.16-0.66	0.42	75	El Quiché
0.04-0.81	0.34	75	Huehuetenango
0.08-1.20	0.52	150	Peten
0.01-1.87	0.41	1500	TOTAL

Fuente: datos recolectados durante el trabajo de campo.
 De los 22 departamentos de la República de Guatemala, los valores más altos de la concentración de fluor en orina, se encontraron en el departamento de El Progreso con un promedio de 0.68 ppm, una desviación estandar de 0.25 ppm y

MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR DE LA CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA DE LOS ESTUDIANTES DE NIVEL MEDIO DE EDUCACION INSCRITOS EN 1994, EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA



GRAFICA GENERAL NO.2

GRAFICA GENERAL NO.2

ABREVIATURA

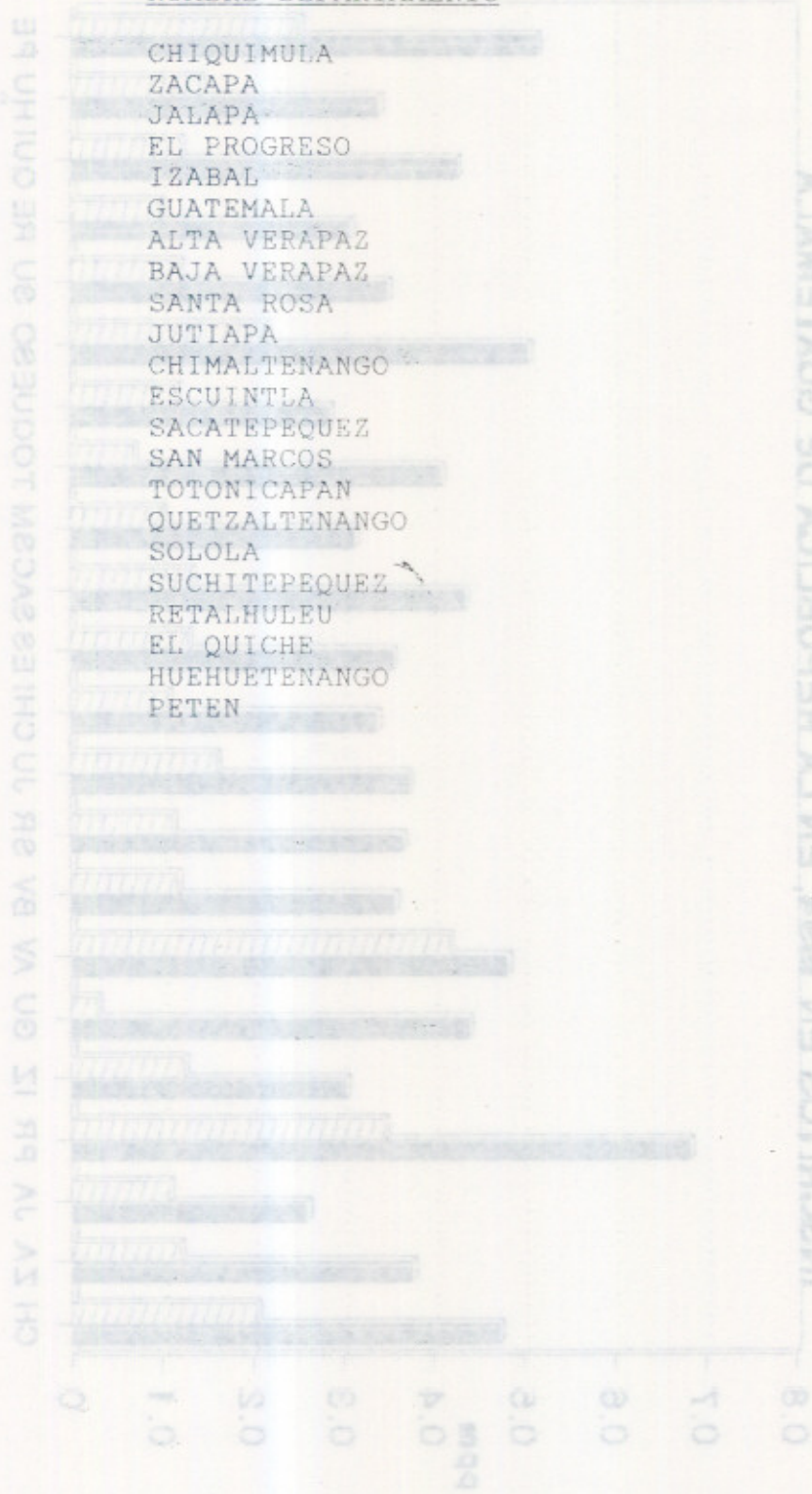
- CH
- ZA
- JA
- PR
- IZ
- GU
- AV
- BV
- SR
- JU
- CHI
- ES
- SAC
- SM
- TO
- QUE
- SO
- SU
- RE
- QUI
- HU
- PE

NOMBRE DEPARTAMENTO

- CHIQUIMULA
- ZACAPA
- JALAPA
- EL PROGRESO
- IZABAL
- GUATEMALA
- ALTA VERAPAZ
- BAJA VERAPAZ
- SANTA ROSA
- JUTIAPA
- CHIMALTENANGO
- ESCUINTLA
- SACATEPEQUEZ
- SAN MARCOS
- TOTONICAPAN
- QUETZALTENANGO
- SOLOLA
- SUCHITEPEQUEZ
- RETALHULEU
- EL QUICHE
- HUEHUETENANGO
- PETEN

MEDIA DE CALIFICACION ESTUDIANTES

DISTRIBUIDOS POR DEPARTAMENTO



INSCHITOS EN 1994 EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA
 EN LA OBRINA DE LOS ESTUDIANTES DE NIVEL MEDIO DE EDUCACION
 MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR DE LA CONCENTRACION DE ESTUDIANTES

CUADRO 3

MEDIA, DESVIACION ESTANDAR Y RANGO DE LA CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA DE LA MUESTRA DE ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO DE EDUCACION, INSCRITOS EN EL AÑO DE 1994, DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA, DISTRIBUIDOS POR REGION.

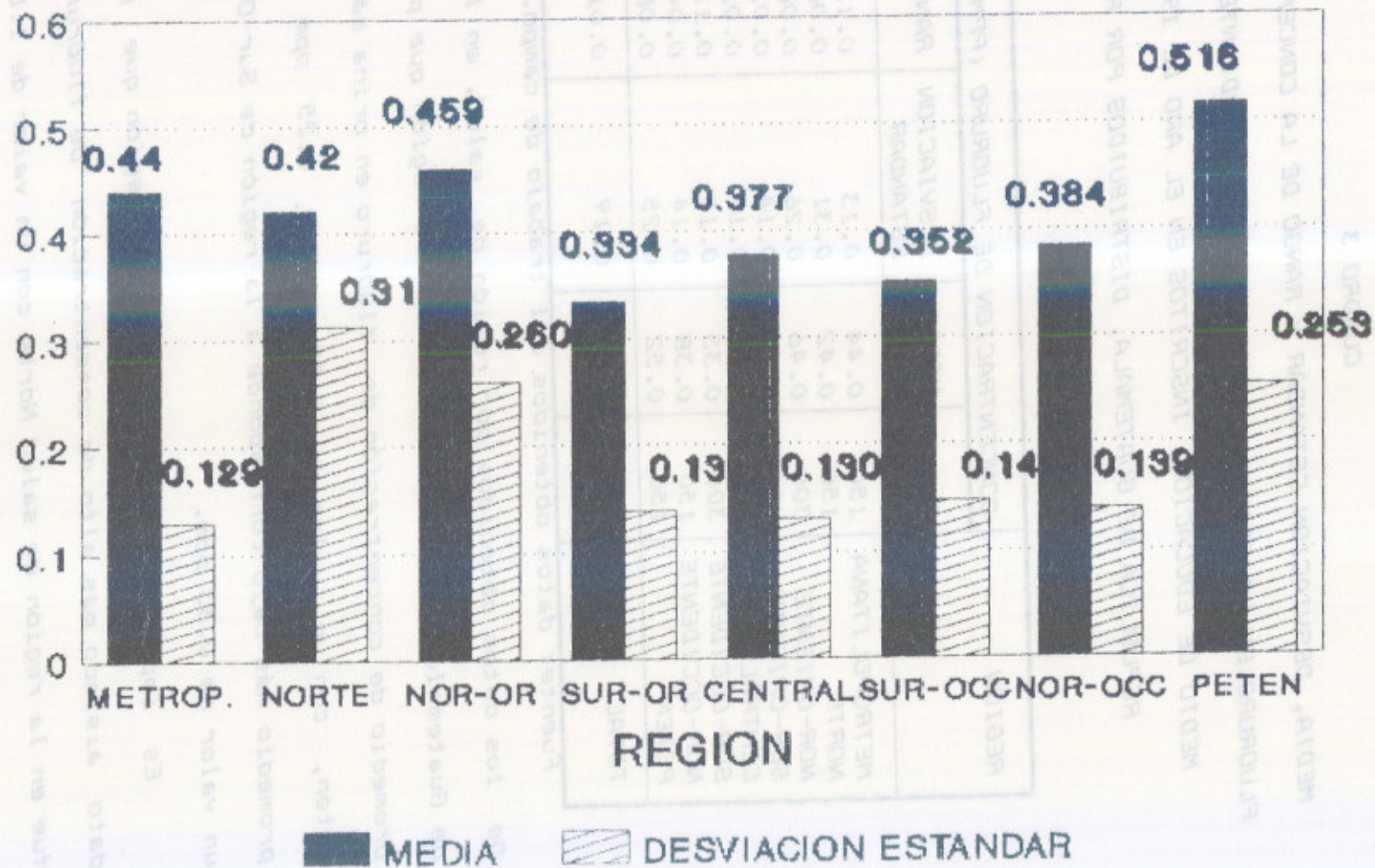
REGION	CONCENTRACION DE FLUORURO (PPM)			
	n	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	RANGO
METROPOLITANA	150	0.44	0.13	0.13-0.76
NORTE	150	0.42	0.31	0.06-0.76
NOR-ORIENTE	300	0.46	0.26	0.06-1.44
SUR-ORIENTE	150	0.33	0.14	0.03-0.82
CENTRAL	150	0.38	0.13	0.01-0.81
SUR-OCCIDENTE	300	0.35	0.15	0.11-1.07
NOR-OCCIDENTE	150	0.38	0.14	0.04-0.81
PETEN	150	0.52	0.25	0.08-1.20
TOTAL	1500	0.41	0.19	0.01-1.87

Fuente: datos obtenidos del trabajo de campo.

De los datos obtenidos por región de salud, en la república de Guatemala, los estudiantes de la región que presentó el promedio de concentración de fluoruro en orina más alto fue Petén, con un valor de 0.52 ppm. \pm 0.25 ppm y el valor promedio más bajo corresponde a la región de Sur-Oriente, con un valor de 0.33 ppm.

Es importante observar que la región que presentó el dato aislado más alto de concentración de fluoruro en orina fue en la región de salud Norte con un valor de 1.87 ppm. En general las demás regiones tienen concentraciones de fluoruro y variabilidad similares.

MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR DE LA CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA DE LOS ESTUDIANTES DE NIVEL MEDIO DE EDUCACION INSCRITOS EN 1994, EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA



GRAFICA GENERAL NO.3

CUADRO 4

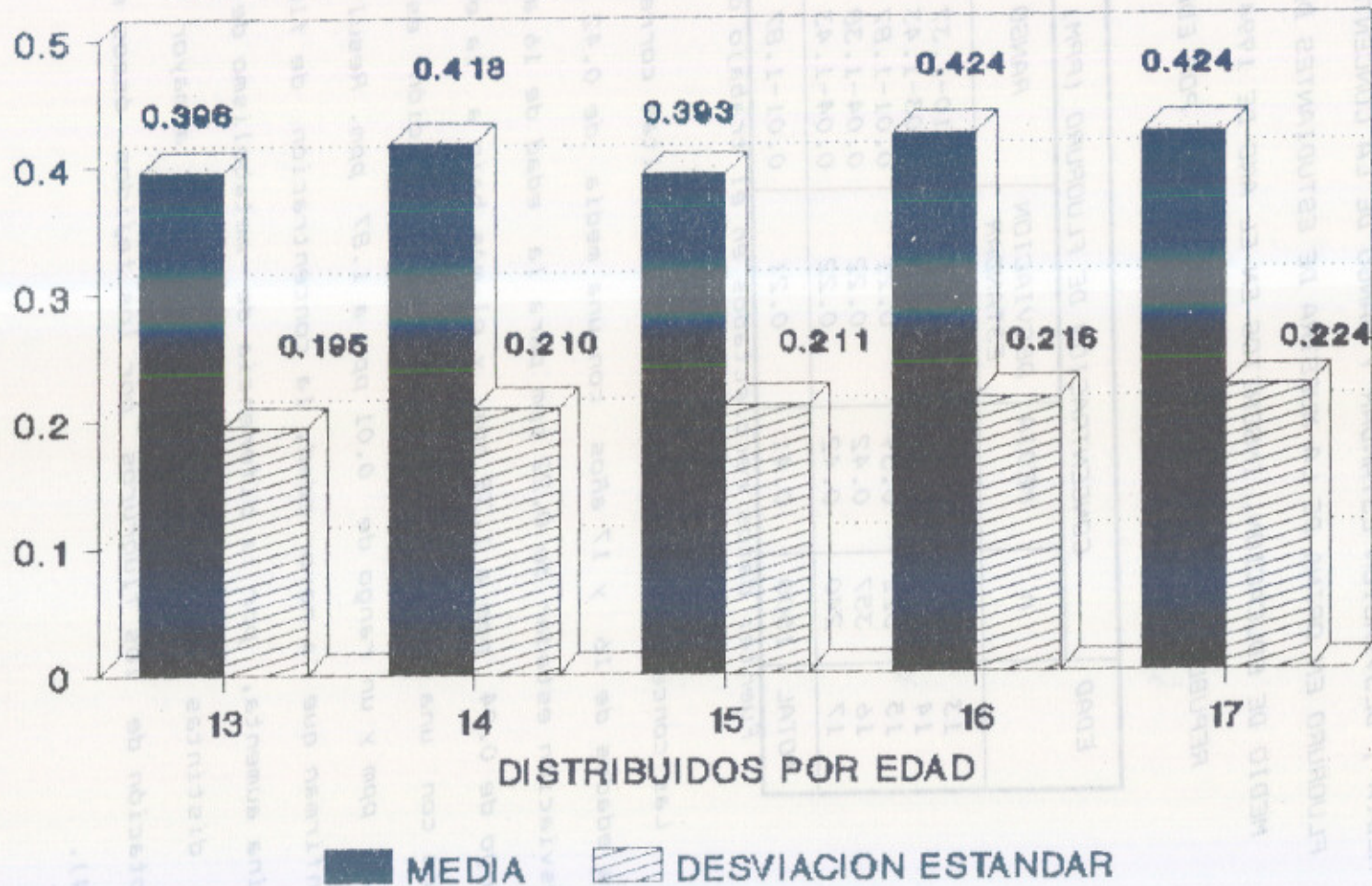
MEDIA , DESVIACION ESTANDAR Y RANGO DE LA CONCENTRACION DE FLUORURO EN ORINA DE LA MUESTRA DE ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO DE EDUCACION, INSCRITOS EN EL AÑO DE 1994, DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA, DISTRIBUIDOS POR EDAD.

EDAD	CONCENTRACION DE FLUORURO (PPM)			
	n	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	RANGO
13	358	0.40	0.20	0.10-1.37
14	323	0.42	0.21	0.03-1.43
15	322	0.39	0.21	0.01-1.87
16	357	0.42	0.22	0.04-1.38
17	240	0.42	0.22	0.04-1.43
TOTAL	1500	0.41	0.21	0.01-1.87

Fuente: datos recolectados en el trabajo de campo.

Las concentraciones de fluoruro más altas corresponden a las edades de 16 y 17 años con una media de 0.42 ppm, una desviación estandar de 0.22 ppm para la edad de 16 años y un rango de 0.04 ppm a 1.38 ppm y el más bajo a la edad de 15 años con una media de 0.39 ppm, una desviación estandar de 0.21 ppm y un rango de 0.01 ppm a 1.87 ppm. Resultados que confirman que a mayor edad, la concentración de fluoruro en orina aumenta, por la diferencia de metabolismo de fluoruro en distintas edades, pues se sabe que a mayor edad la captación de los fluoruros por los tejidos óseos es menor. (44).

MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR DE LA CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA DE LOS ESTUDIANTES DE NIVEL MEDIO DE EDUCACION INSCRITOS EN 1994, EN LA REPUBLICA DE GUAEMALA



GRAFICA GENERAL NO.4

CUADRO 5

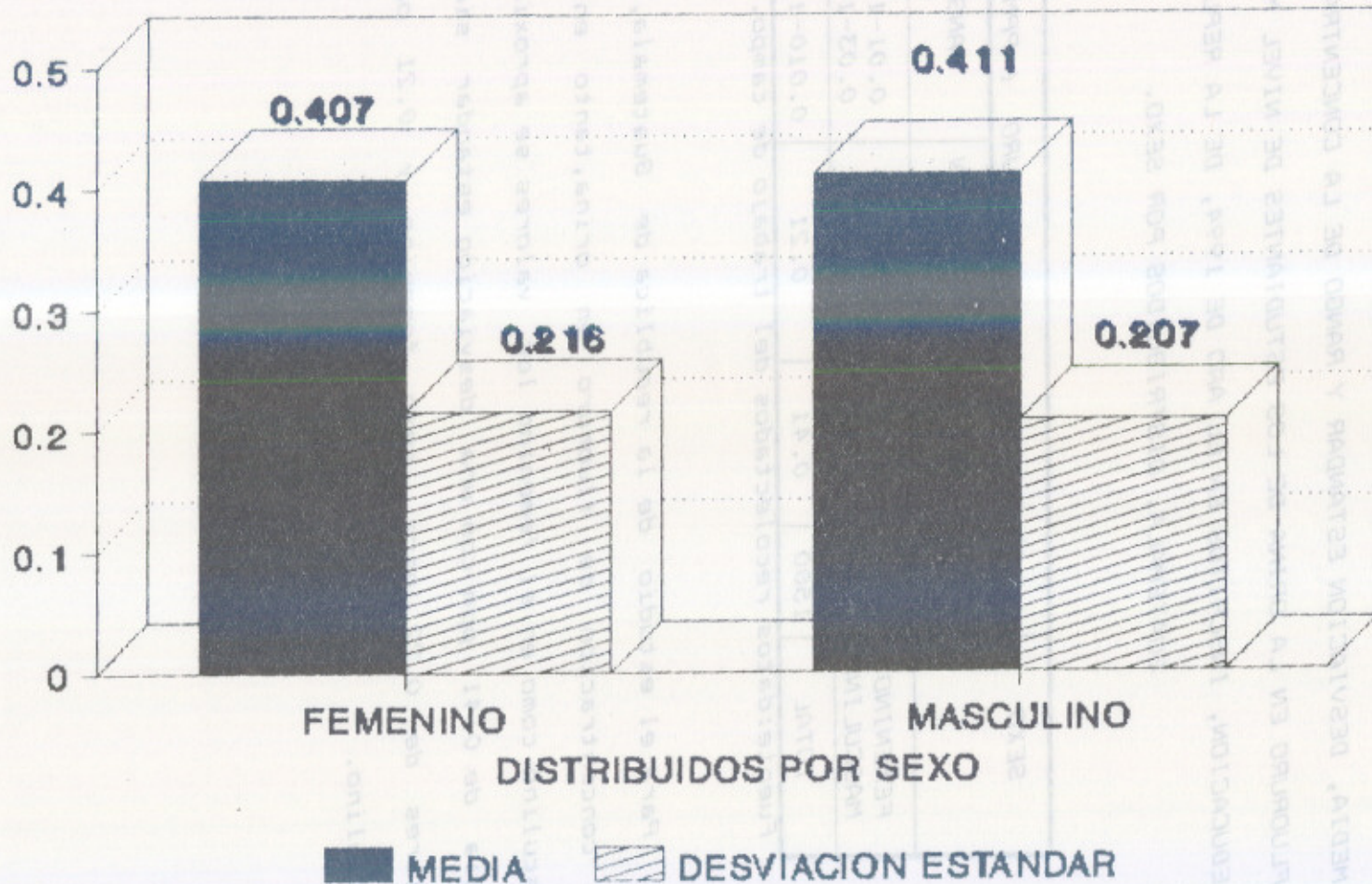
MEDIA, DESVIACION ESTANDAR Y RANGO DE LA CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA DE LOS ESTUDIANTES DE NIVEL MEDIO DE EDUCACION, INSCRITOS EN EL AÑO DE 1994, DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA, DISTRIBUIDOS POR SEXO.

SEXO	CONCENTRACION DE FLUORURO (- PPM)			
	n	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	RANGO
FEMENINO	554	0.41	0.22	0.01-1.87
MASCULINO	946	0.41	0.21	0.03-1.44
TOTAL	1500	0.41	0.21	0.010-1.87

Fuente: datos recolectados del trabajo de campo.

Para el estudio de la república de Guatemala, la media de concentración de fluoruro en orina, tanto en el sexo masculino como en el femenino los valores se aproximan a una media de 0.41 ppm con una desviación estandar similar con valores de 0.22 para sexo femenino y 0.21 para sexo masculino.

MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR DE LA CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA DE LOS ESTUDIANTES DE NIVEL MEDIO DE EDUCACION INSCRITOS EN 1994, EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA



GRAFICA GENERAL NO.5

CUADRO 6

RELACION ENTRE LAS VARIABLES SEGUN EL COEFICIENTE DE MEDIA, DESVIACION ESTANDAR Y RANGO DE LA CONCENTRACION DE FLUORURO EN ORINA DE LA MUESTRA DE ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO DE EDUCACION, INSCRITOS EN EL AÑO DE 1994, DE LA REPUBLICA.

REGION	CONCENTRACION DE FLUORURO (PPM)			
	n	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	RANGO
GUATEMALA	1500	0.410	0.210	0.010-1.870

Fuente: datos recolectados durante el trabajo de campo.

Para la república de Guatemala, el valor promedio de la concentración de fluoruro en la orina fue de 0.410 ppm, con una desviación estandar de 0.210 ppm. El valor mínimo encontrado en toda la república fue de 0.010, en Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla y el máximo fue de 1.87 encontrado en el municipio de Tukurú, Alta Verapaz. En relación con un estudio realizado en Costa Rica, en edades de 16 a 22 años, en febrero de 1992, cuyo promedio fue de 0.39 ppm., los valores en el presente estudio fueron más altos en las edades de 13 a 17 años, con un valor promedio de 0.410 ppm. Estos valores son bajos en relación a una concentración ideal ; por lo que se justifica un programa de fluoruración sistémica como el de la sal de consumo, a nivel de la República.

RELACION ENTRE LAS VARIABLES SEGUN EL COEFICIENTE DE CORRELACION DE PEARSON

Asociación entre las siguientes variables según el coeficiente de correlación de Pearson:

[F] Agua de Consumo	-----	Colección total =	r -
0.25			
[F] Agua de consumo	-----	Media de [F] en orina =	r -
0.39			
[F] Colecciones totales	-----	Media de [F] en orina =	r -
0.77			

En base a lo anterior se determinó a nivel nacional una relación directa positiva entre las tres variables, existiendo una asociación de baja magnitud entre las variables de :

- Concentración de fluoruro en el agua de consumo y el promedio de concentración de fluoruro en orina. Debido esto probablemente a que el agua de consumo de los institutos no es la fuente principal de abastecimiento de los estudiantes de la muestra.
- Existe entre las variables de concentración de fluoruro de las colecciones totales de orina y la media de concentración de fluoruro en orina una alta asociación. Esto debido a que la concentración de fluoruro en colecciones totales de orina y en promedio de

concentración de fluoruro en orina son indicadores del metabolismo del fluoruro en el organismo, por lo que se puede asumir que ambos dan una estimación adecuada de la ingesta de fluoruro.

LIMITACIONES

- 1- Falta de colaboración de la administración de algunos establecimientos educativos privados.
- 2- Falta de colaboración de algunos estudiantes para la recolección de muestras de orina.
- 3- Dificultad para la obtención de equipo de polipropileno para el análisis de laboratorio.

concentración de fluoruro en orina son indicadores del
metabolismo del fluoruro en el organismo, por lo que se
LIMITACIONES
puede asumir que estos son una estimación adecuada de la
ingesta de fluoruro.

- 1- Falta de colaboración de la administración de algunos establecimientos educativos privados.
- 2- Falta de colaboración de algunos estudiantes para la recolección de muestras de orina.
- 3- Dificultad para la obtención de equipo de polipropileno para el análisis de laboratorio.

CONCLUSIONES

- 1- Los estudiantes que presentaron los valores de concentración de fluoruro en orina más altos fueron los del Instituto Nuestra Señora de la Medalla Milagrosa con un promedio de 0.571 ppm. y los valores más bajos se encontraron en los estudiantes del Instituto Fe y Alegría de la zona 17 de la Ciudad de Guatemala, con un valor de 0.354 ppm.
- 2- Los estudiantes de 16 años presentaron la más alta concentración de fluoruro en la orina con un valor de 0.495 ppm y los de 13 años las concentraciones más bajas con un promedio de 0.402 ppm.
- 3- El sexo femenino presentó la concentración de fluoruro en orina más alta con un valor promedio de 0.447 ppm y el sexo masculino un valor promedio de 0.43 ppm.
- 4- Los valores obtenidos de la concentración de fluoruro en la orina de muestra de estudiantes de nivel medio de educación, inscritos en el año de 1994, en la región de salud Metropolitana fueron: una media de 0.440 ppm, desviación estandar 0.129 ppm y un rango de 0.130-0.760 ppm.

5- A nivel nacional los estudiantes de la región de salud de Petén presentaron la mayor concentración de fluoruro en orina con una media de 0.516 ppm (\pm 0.253 ppm) y la más baja se encontró en la región de salud Suroccidente con un valor promedio de 0.334 ppm (\pm 0.139 ppm).

6- La concentración de fluoruro en orina encontrada en los estudiantes de nivel medio de educación de la República de Guatemala fue de 0.41 ppm (\pm 0.21 ppm).

7- La técnica utilizada fue la adecuada para este tipo de investigación por su confiabilidad y reproductividad.

8- Existe una relación positiva entre los promedios de la concentración de fluoruro en la orina y las colecciones totales de orina.

RECOMENDACIONES

1- Considerar los resultados obtenidos en esta investigación previo a la implementación de cualquier programa de fluoruración de la sal de consumo humano a nivel nacional.

2- Efectuar estudios similares a este a nivel nacional en adultos, utilizando la misma metodología para poder relacionar los resultados con los obtenidos en los grupos de niños y adolescentes.

3- Se recomienda la fluoruración de sal de consumo humano como estrategia eficaz para la prevención de la caries dental y enfermedad periodontal, por ser una medida de amplia cobertura y demostrada factibilidad en otros países.

4- Utilizar el indicador concentración de fluoruro en la orina como medida de control y seguimiento de la fluoruración de la sal de consumo humano.

DIRECTOR (A)

ANEXO 1

CONSENTIMIENTO DE REALIZACION DEL ESTUDIO

FECHA: _____

Por este medio autorizo al estudiante de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala; _____ a que obtenga muestras de orina de los estudiantes del Instituto _____, el cual se encuentra asignado, como parte del trabajo de campo del estudio de su tesis "Concentración de Fluoruro en la Orina de los Estudiantes de Nivel Medio Inscritos en el Ciclo 1994, En la Región de Salud _____ que comprende el departamento de _____.

(f)

DIRECTOR (A)

ANEXO 3

DISTRIBUCION DE DATOS OBTENIDOS EN EL TRABAJO DE CAMPO DE CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA DE LOS ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO, INSCRITOS EN EL AÑO DE 1994 EN LA REGION METROPOLITANA.

INSTITUTO BASICO, "LOMAS DEL NORTE" ZONA 17.

No.de muestra	Edad	Sexo	Grado	Vol ml	[F] ppm	Hora 1a. Micción	Hora 2da. Micción
1	15	F	3o.	180	0.47	9:30	4:11
2	14	M	3o.	115	0.42	10:30	4:30
3	16	F	3o.	97	0.42	9:00	4:15
4	17	F	3o.	145	0.45	10:00	4:15
5	17	F	3o.	50	0.44	9:00	4:15
6	15	F	3o.	49	0.31	10:30	4:05
7	16	M	3o.	8	0.35	7:30	2:15
8	15	M	3o.	87	0.38	7:30	2:15
9	14	F	2do.	50	0.43	12:30	2:15
10	17	M	2do.	41	0.30	9:15	2:15
11	15	M	2do.	244	0.30	12:00	2:15
12	13	M	2do.	159	0.31	10:00	2:35
13	14	F	2do.	185	0.23	9:15	2:30
14	15	F	2do.	125	0.25	12:00	2:15
15	13	F	2do.	89	0.27	11:00	2:45
16	15	F	2do.	220	0.41	8:00	2:00
17	13	M	2do.	258	0.46	6:00	2:35
18	15	M	2do.	190	0.36	9:00	2:35
19	13	M	1ero.	135	0.48	9:00	2:15
20	13	F	1ero.	218	0.43	11:00	4:15
21	17	F	1ero.	109	0.32	8:00	4:10
22	15	F	1ero.	190	0.36	8:00	3:10
23	17	F	3ro.	110	0.44	8:00	3:05
24	16	F	3ro.	150	0.44	8:00	2:30
25	15	M	3ro.	250	0.40	14:30	3:30

ANEXO 4

INSTITUTO BASICO "FE Y ALEGRIA" ZONA 18.

No. de muestra	Edad	Sexo	Grado	vol	[F] ppm	Hora 1a. micción	Hora 2da. micción
1	13	F	2o.	100	0.22	7:00	9:50
2	13	F	2o.	325	0.22	7:05	9:45
3	16	F	2o.	90	0.20	7:00	9:55
4	14	M	2o.	70	0.34	6:30	9:40
5	13	M	2o.	40	0.41	6:30	9:45
6	14	M	1o.	37	0.33	6:30	9:50
7	14	M	1o.	102	0.42	6:30	9:55
8	13	M	1o.	143	0.40	6:30	9:45
9	13	M	1o.	152	0.42	5:45	9:40
10	14	M	1o.	88	0.42	5:00	9:50
11	15	F	2o.	87	0.40	6:40	9:55
12	15	F	3o.	76	0.53	6:30	9:45
13	14	F	2o.	130	0.57	6:30	9:50
14	15	F	3o.	105	0.32	6:30	9:45
15	15	F	3o.	235	0.44	6:30	9:50
16	16	F	3o.	75	0.40	6:00	9:45
17	14	F	3o.	90	0.18	6:20	9:40
18	15	M	3o.	80	0.42	7:30	9:35
19	15	M	2o.	110	0.40	6:30	9:40
20	14	M	3o.	312	0.21	6:15	9:45
21	16	F	3o.	74	0.13	6:20	9:50
22	15	M	1o.	43	0.32	6:30	9:45
23	15	F	1o.	57	0.30	6:00	9:50
24	14	M	1o.	87	0.57	6:00	9:45
25	14	M	1o.	34	0.29	6:00	11:30

ANEXO 5

INSTITUTO NUESTRA SEÑORA DE LA MEDALLA MILAGROSA.

No. de muestra	Edad	Sexo	Grado	Vol Ml.	[F] ppm	Hora 1a. micción	Hora 2a. micción
1	15	F	2o.	20	0.74	11:00	13:56
2	14	F	2o.	19	0.51	12:00	13:56
3	13	F	1o.	136	0.57	12:00	13:57
4	13	F	1o.	104	0.52	12:00	13:57
5	13	M	1o.	68	0.74	11:00	13:50
6	13	M	1o.	150	0.50	10:30	13:55
7	14	M	1o.	161	0.70	9:00	13:55
8	14	M	1o.	173	0.69	12:00	13:45
9	13	F	1o.	50	0.36	10:00	14:00
10	14	M	1o.	199	0.57	10:00	14:05
11	14	M	2o.	172	0.49	9:00	14:10
12	14	M	2o.	190	0.45	8:00	14:13
13	14	M	2o.	236	0.65	12:45	14:05
14	15	F	2o.	42	0.52	10:00	14:10
15	13	F	2o.	57	0.43	12:15	14:00
16	16	F	2o.	42	0.66	12:15	13:58
17	16	F	3o.	54	0.59	10:15	13:45
18	17	F	3o.	74	0.59	12:30	14:00
19	16	F	3o.	14	0.56	9:30	14:00
20	14	M	1o.	72	0.49	6:30	14:00
21	14	M	1o.	76	0.64	10:30	13:45
22	13	F	3o.	40	0.63	12:00	13:45
23	15	M	3o.	18	0.63	12:00	13:30
24	15	M	3o.	42	0.74	9:00	14:00
25	15	M	3o.	50	0.50	11:00	14:00

ANEXO 6

COLEGIO SAN FRANCISCO, Z. 19

No.de muestra	Edad	Sexo	Grado	Vol Ml.	[F] ppm	Hora 1a. micción	Hora 2a. micción
1	13	F	1o.	48	0.36	5:00	11:10
2	14	F	1o.	63	0.27	6:30	9:15
3	14	M	2o.	60	0.37	7:30	10:00
4	13	M	2o.	130	0.40	6:00	11:00
5	15	M	1o.	17	0.41	6:30	10:20
6	14	M	2o.	18	0.41	6:30	8:20
7	14	M	3o.	100	0.35	5:30	8:30
8	13	F	3o.	37	0.36	6:00	11:00
9	13	F	2o.	45	0.24	7:00	11:00
10	14	M	3o.	71	0.33	7:00	9:16
11	13	M	2o.	80	0.37	7:00	8:30
12	15	F	3o.	43	0.33	6:30	8:30
13	17	M	1o.	56	0.35	6:30	8:30
14	17	M	1o.	62	0.41	7:00	9:05
15	14	F	3o.	81	0.41	6:30	10:20
16	13	M	3o.	80	0.38	6:30	8:30
17	15	M	1o.	72	0.40	6:15	9:17
18	14	M	2o.	70	0.40	7:00	10:00
19	14	M	2o.	120	0.34	6:30	9:15
20	15	M	1o.	240	0.34	6:00	9:30
21	15	M	1o.	71	0.35	7:00	11:10
22	14	F	3o.	10	0.29	6:30	11:30
23	14	M	2o.	46	0.41	6:30	12:00
24	15	F	3o.	67	0.40	6:45	9:15
25	15	M	3o.	53	0.42	6:00	8:20

ANEXO 7

COLEGIO PRADO VERDE

No.de muestra	Edad	Sexo	Grado	Vol Ml.	[F] ppm	Hora 1a. micción	Hora 2a. micción
1	15	F	2o.	280	0.27	6:00	11:00
2	16	F	3o.	250	0.36	6:30	10:30
3	13	F	2o.	30	0.36	7:05	11:15
4	14	F	2o.	250	0.30	7:10	11:45
5	14	F	2o.	220	0.42	6:40	12:00
6	14	F	1o.	150	0.55	7:05	12:20
7	13	F	1o.	120	0.27	6:30	12:10
8	13	F	1o.	130	0.57	8:00	11:30
9	13	F	3o.	200	0.36	8:10	11:00
10	15	F	3o.	140	0.57	6:45	11:30
11	14	F	1o.	60	0.55	7:10	11:40
12	14	F	1o.	80	0.41	8:10	10:40
13	13	F	2o.	120	0.40	9:30	10:30
14	14	F	3o.	80	0.45	6:40	9:35
15	13	F	2o.	130	0.44	6:00	9:45
16	14	F	1o.	150	0.42	6:30	11:50
17	14	F	3o.	120	0.43	6:35	12:00
18	13	M	3o.	150	0.43	7:05	11:30
19	15	M	1o.	170	0.58	8:05	11:15
20	13	M	1o.	180	0.35	7:45	10:45
21	13	M	2o.	200	0.73	7:30	10:30
22	13	M	1o.	150	0.34	6:50	12:30
23	12	M	2o.	120	0.40	7:08	10:45
24	13	M	2o.	83	0.41	7:10	10:30
25	12	M	1o.	67	0.37	8:00	12:30

ANEXO B

CENTRO DE ESTUDIOS SECRETARIALES WINBRIDGE.

No. de muestra	Edad	Sexo	Grado	Vol Ml.	[F] ppm	Hora 1a. micción	Hora 2a. micción
1	17	F	4o.	73	0.56	5:30	9:00
2	17	F	4o.	199	0.72	5:30	9:05
3	17	F	4o.	80	0.53	7:00	9:05
4	15	F	4o.	42	0.56	6:20	9:00
5	17	F	4o.	67	0.54	6:40	9:05
6	15	F	4o.	80	0.58	6:30	9:00
7	15	F	4o.	28	0.49	5:30	9:15
8	16	F	4o.	80	0.56	6:50	9:10
9	16	F	4o.	105	0.51	5:50	9:05
10	16	F	4o.	101	0.68	6:45	9:00
11	15	F	4o.	87	0.76	5:30	9:00
12	16	F	4o.	40	0.55	6:25	9:05
13	16	F	4o.	40	0.72	6:15	9:05
14	15	F	4o.	59	0.54	6:00	9:05
15	15	F	4o.	93	0.57	6:00	9:10
16	16	F	4o.	80	0.55	6:00	10:10
17	17	F	4o.	117	0.58	6:00	9:30
18	15	F	4o.	132	0.55	6:30	9:40
19	15	F	4o.	175	0.38	5:30	9:45
20	17	F	4o.	112	0.52	5:30	10:00
21	17	F	4o.	121	0.71	5:45	10:30
22	17	F	4o.	62	0.41	7:00	10:15
23	17	F	4o.	127	0.47	7:00	10:30
24	16	F	4o.	175	0.42	6:55	9:30
25	17	F	4o.	150	0.28	6:30	11:00

INSTRUCTIVO PARA LLENAR LA FICHA DE RECOLECCION 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 comprende la comunidad, con su respectivo código.

Fecha: Se anotó con números arábigos el día y el año y con números romanos el mes.

Departamento:	Se anotó el departamento de la República de Guatemala al que pertenece la comunidad, con su respectivo código.
Instituto:	Se anotó el nombre del instituto seleccionado para este estudio, con su respectivo código.
Localización:	Se anotó la localización más exacta posible del instituto donde se recolectarán 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 estudiante.

Nombre: El nombre y el apellido del estudiante seleccionado para la muestra.

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

Sexo: Se colocó una "X" en M si es del sexo masculino y en 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 minuto en que se tomó la muestra de orina.

Volumen de orina:

Se anotó con números arábigos cantidad en milímetros de orina recolectada.

Preservante: (hidróxido de calcio y EDTA).

Se anotó con una "X" si ya se le agregó preservante a la muestra de orina.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

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, Nov. 17-21, 1986. Guatemala, 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. 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) Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Odontología. Guatemala, 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: Adler, P. Fluoruros y salud. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1972. pp. 85-106. (OMS, 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 morred enamel." Przegl Lek, 46(12):793-797. 1989. (English abstract.)
7. Collado, P.J. "Fluoruria en adultos costarricenses de 20 a 30 años en los estadios de fútbol." Fluoración al día (Costa Rica), 1(1):15-17. 1991.
8. Cremer, H. y W. Buttner. "Absorción de los fluoruros". En: Adler, P. Fluoruros y salud. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1972. pp 75-90. OMS, Monografía No. 59)
9. Day, R.A. Cómo escribir y publicar trabajos científicos. Traducido [del inglés] por Miguel Sáenz. Washington, Organización Panamericana de la Salud, 1990. pp 15-48. (OPS, Publicación científica No. 526.)



10. Diaz, G. "Monitoreo biológico para la evaluación de ingesta y excreción de flúor." En: I Curso de Formación de Líderes en Programas de Fluoración de la Sal; Memoria [realizado] del 16 al 21 de septiembre 1991 [por] Programa de Fluoración de la sal. San José, Costa Rica, 1991.
11. _____. Monitoreo biológico de ingesta y excreción de flúor. San José, Costa Rica, Programa de Fluoración de la Sal, 1992. pp. 5-6. (Manual Técnico No.2).
12. _____. "Monitoreo biológico para la evaluación de ingestas y excreciones de flúor." En: II Curso de Formación de Líderes en Programas de Fluoruración de la Sal; Memoria [realizado] del 4 al 10 de octubre de 1992 [por] Programa de Fluoruración de la Sal. San José, Costa Rica, R.G.M. Createc, S.A., 1992. pp. 83-91.
13. Ericsson, Y. "Urinary estimation optimal fluoride dosis in domestic salt." Acta Odontol Scand, 29 (1):43-51. 1971.
14. Flores, R., A. Noguera 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/OMS/INCAP-UNICEF-JNSPHCC/IDD sobre control de los desórdenes por deficiencia de yodo en América Latina. Guatemala, INCAP, 1989. pp. 13-17.
15. Flores Trujillo, J. Aspectos epidemiológicos de la fluoración. Medellín, Colombia, Universidad de Antioquia, Escuela Nacional de Salud Pública, 1978. pp. 1-46.
16. Gall, F. Diccionario geográfico de Guatemala, compilación crítica. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional, 1983. V.1. pp. 98-91.
17. Gedalia, I. "Urinary fluoride levels of children and adults." J Dent Res, 37(4):601-604. 1958.
18. González Avila, M., C.E. Poméz, y R. Sánchez. Fluorosis dental en Guatemala; epimediología y caracterización. Guatemala, Universidad de San Carlos, Dirección General de Investigación, 1989. pp. 54-70. (Cuaderno de Investigación No. 5).
19. Guatemala, Ministerio de Educación. Unidad Sectorial de Investigación y Planificación Educativa (USIPE). Estadísticas Educativas, 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, 1986. pp. 29-34.
21. Hellon, D.K., G.K. Stookey y 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 y J.C. Muhler. "Fluoride excretion with sodium-vitamin tablets." J Dent Res 47:710. 1968. 23. Hodge, H.C., F.A. Smith e I. Gedalia. "Excreción de flúor." En: Adler, P. Fluoruros y salud. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1972. pp. 143-219. (OMS, Monografía No. 59)
24. Katz, S., J. McDonald y G. Stookey. Odontología preventiva, fluoruros por vía general y prevención de caries. Buenos Aires, Médica Panamericana, 1975. pp. 215.
25. Largent, E.J. "Excreción urinaria de fluoruro en los individuos poco expuestos." En: Adler, P. Fluoruros y Salud. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1972. pp. 151-156. (OMS, Monografía No. 59)
26. López B., M.A. "Concentración de fluoruro en la orina de los escolares del nivel primario, inscritos en el año de 1993, en la región de salud nor-oriente, que comprende los departamentos de Zacapa, Chiquimula, Izabal y El Progreso." Tesis (Cirujano Dentista) Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Odontología, Guatemala 1993. pp. 1-115.
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. Guatemala, 1986. pp. 225-229.
28. "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. 17-21, 1986. Guatemala, 1986. pp. 415-434.



29. Matute, J., R. Flores y A. Noguera. Encuesta para Conocer la prevalencia de bocio en salud bucal, así como los niveles de yoduria y fluoruria en Panamá. Panamá, Ministerio de Salud/INCAP, Universidad de Panamá. 1990. 9 p.
30. _____. "Representatividad y confiabilidad de una muestra." Nutrición al día. (Guatemala), 4(1):42-50, 1990.
31. McClure, F.J. Water fluoridation; the search and the victory. Maryland, 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), Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Odontología. Guatemala, 1988. pp. 104-111.
33. Messer, H.H. y L. Singer. Flúor. Traducido [del inglés] por Manuel González. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Odontología. Departamento de Educación Odontológica. Guatemala, 1988. pp. 1-8.
34. Newburn, E. Fluorides and dental caries. 2nd ed. Illinois, Charles C. Thomas, 1975. pp. 31-78.
35. Ordoñez M., O.O. Concentración de fluoruro en la orina de los escolares del nivel primario, inscritos en el año de 1993, en la región de salud Metropolitana que comprende el departamento de Guatemala. Tesis (Cirujano Dentista) Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Odontología. Guatemala, 1993. pp. 57.
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) Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Odontología. Guatemala, 1992. pp. 8-56.
38. _____. Epidemiología de las enfermedades y clínicos del aparato estomatológico de los escolares del nivel primario de Guatemala, estudio por regiones. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Odontología, 1992.



39. _____ . Las enfermedades bucales y el flúor. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Odontología, 1992. pp. 1-5.
40. Smith, F.A., D.E. Gardner y 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. 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. 1968.43. Suchinni P., Claudia. 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) Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Odontología. Guatemala, 1992. pp. 8-56.
44. Whiltford, G. "Control biológico de la sal fluorada. (Resumen) Trabajo presentado durante la I Reunión de expertos sobre fluoración y yodación de la sal de consumo humano. Realizada en Antigua Guatemala, Guatemala, Nov 17-21, 1986. Guatemala, 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 [del inglés] por Juan Pacheco y José Doria. 2a. ed. Tennessee, Prensa Técnica, 1976. pp. 334-339.
47. Zipkin, I., R.C. Likins, F.J. McClure, y A.C. Streere. "Urinary fluoride levels associated with use of fluoridated waters." Pub Health Rev, 71:767. 1956.
48. -----, W.A. Lee y N.C. Leone. "Rate of urinary fluoride output in normal adults." Amer J Publ Health, 47:848-851. 1957.

Va. Bo.

Alle Est...



39. Las enfermedades bucales y el fluor. Guatemala.
 Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de
 Odontología, 1972. pp. 1-2.

40. Smith, F.A., D.E. Gardner y H.C. Hodges. "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, 29:295-300, 1950.

41. Good, R.C. y J. Price. Química: un curso moderno, México.
 Continental, 1972. pp. 203-204.

42. Stone, F. "Effect of fluoride on bone reconstruction." Dent
Abstracts, ADA, 11(4):1-2, 1968:43. Continental P.
 Claudia. Relación entre la concentración de fluoruro en
el agua de consumo y la excreción y concentración de las
fluoruro en orina en una muestra de escuelas de las
Finca Banerías del Municipio de Los Angeles, Izabal.
 Tesis (Licenciatura Dental) Universidad de San Carlos de
 Guatemala, Facultad de Odontología, Guatemala, 1972. pp. 8-
 26.

44. Whitford, G. "Control biológico de la sal fluorada. (Resumen)
 trabajo presentado durante la I Reunión de expertos sobre
 fluoración y yodación de la sal de consumo humano.
 Realizada en Antigua Guatemala, Guatemala, Nov 17-21,
 1986. Guatemala, 1986. pp. 113-122.

45. World Health Organization. Fluorine and fluorides. Geneva,
 WHO, 1984. pp. 27-42.

46. Wood, J.W., Ch.W. Keenan y W.B. Bull. Química general.
 Traducido del inglés por Juan Pacheco y José Doris.
 2a. ed. Tennessee, Prensa Técnica, 1976. pp. 214-229.

47. Eskin, I., R.C. Lukner, F.J. McClure, y A.C. Streeter. "Urinary
 fluoride levels associated with use of fluoridated
 waters." Pub Health Rev, 2:175, 1952.

48. Lee, W.A. y M.C. Leone. "Rate of urinary fluoride
 output in normal adults." Am J Publ Health, 47:848-
 851, 1957.



No. 120
 José María

[Handwritten signature]

YANIRA DEL SOCORRO MEDINA MARTINEZ
SUSTENTANTE

[Handwritten signature]

Dr. RICARDO SANCHEZ
ASESOR

RLÉ

Dr. RICARDO LEON
ASESOR

[Handwritten signature]

Dr. RONALD PONCE
ASESOR

[Handwritten signature]

Dr. ERNESTO VILLAGRAN
COMISION DE TESIS



[Handwritten signature]

Dr. ALFONSO DE LEON
COMISION DE INVESTIGACION

IMPRIMASE:

[Handwritten signature]

Dr. MANUEL ANGRADE BOURDET
SECRETARIO GENERAL
FACULTAD DE ODONTOLOGIA



PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

YANIRA DEL SOCORRO MEDINA MARTINEZ
SECRETARIA

Dr. RICARDO SANJES
ASesor

Dr. RONALD TORRES
ASesor

Dr. RICARDO FEON
ASesor

COMISION DE INVESTIGACION



COMISION DE TRABAJO



Dr. MANUEL ANIBAL BOURDET
SECRETARIO GENERAL
FACULTAD DE GEOMORFOLOGIA

IMPRESA:

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central