

**Concentración de Fluoruro en la Orina de los  
Estudiantes de Nivel Medio de Educación Inscritos  
en el año de 1994 en la Región de Salud que  
Comprende el Departamento de Petén**

TESIS PRESENTADA POR

Herbert Arturo  
Camposeco Campollo

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

# JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA

DL  
09  
†(1054)

DECANO	Dr. Jorge Martínez Solares
VOCAL PRIMERO	Dr. Juan Luis Pérez Bran
VOCAL SEGUNDO	Dr. Angel Rodolfo Soto Galindo
VOCAL TERCERO	Dr. Victor Manuel Campollo Zavala
VOCAL CUARTO	Br. Jorge Alberto Tello Motta
VOCAL QUINTO	Br. Luis Arturo Orellana Valle
SECRETARIO	Dr. Manuel Andrade Bourdet

## TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PUBLICO

DECANO	Dr. Jorge Martínez Solares
VOCAL PRIMERO	Dr. Juan Luis Perez Bran
VOCAL SEGUNDO	Dr. Ricardo Sanchez Avila
VOCAL TERCERO	Dr. Ricardo León Castillo
SECRETARIO	Dr. Manuel Andrade Bourdet



# HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Tengo el honor de someter a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

## **Concentración de Fluoruro en la Orina de los Estudiantes de Nivel Medio de Educación Inscritos en el año de 1994 en la Región de Salud que Comprende el Departamento de Petén**

conforme lo demandan los reglamentos de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a optar al título de:

## **CIRUJANO DENTISTA**

Aprovecho la oportunidad para agradecer a mis asesores de tesis, Dr. Ricardo Sánchez, Dr. Ricardo León y Dr. Ronald Ponce, por su orientación en la realización de este trabajo. Y a la Lic. Alba Marina de García por brindar su colaboración para el análisis de las muestras.

Y ustedes, distinguidos miembros de este tribunal, acepten mis muestras de consideración y respeto

He dicho.



# ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A MIS PADRES

Herbert Camposeco Velasquez y Alba Campollo de Camposeco,  
por su amor y apoyo siempre.

A MI HERMANO

Roberto Camposeco Campollo, con mucho amor.

A MIS ABUELOS

A MI NOVIA

Carla Jane De Csaky, alegría, consuelo y compañía, con amor.

A MIS TIOS Y PRIMOS

En especial a mi tío Julio.

A LAS FAMILIAS

Leal Camposeco, Scaramuzza Cañellas, Campollo Pagliara,  
Campollo Figueroa, Longo Campollo, De Csaky Marroquin,  
Ramos Mejía por su cariño y apoyo.

A LOS TECNO

Karla Fortuny, Luis Fernando Ramos, José Arturo Hernandez  
y José Molina, compañeros y amigos invaluableles.



# TESIS QUE DEDICO

A GUATEMALA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

A LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA

AL CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE

A LA CIUDAD DE QUETZALTENANGO

AL COLEGIO LA PATRIA QUETZALTENANGO

A MIS MAESTROS

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS



# Indice

Sumario	1
Introducción	2
Planteamiento del Problema	4
Justificación	5
Revisión de Literatura	7
Objetivos	55
Variables	57
Metodología	59
Presentación y Discusión de Resultados	72
Conclusiones	96
Recomendaciones	98
Limitaciones	99
Anexos	100
Referencia Bibliográfica	108



# 1. SUMARIO

La presente investigación fué realizada en la región de salud de Petén, con el objeto de determinar la concentración de fluoruro en orina de estudiantes de nivel medio de educación inscritos en el año 1994; comprendidos entre las edades de 13 a 17 años.

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

La muestra estuvo integrada por 150 alumnos de 6 institutos del departamento de Petén; siendo 88 (58.67%) del sexo masculino y 62 (41.33%) del sexo femenino.

En cada instituto se recolectaron muestras de orina al azar de 25 estudiantes, las cuales se analizaron en el laboratorio de bioquímica de la facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de 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 en los estudiantes de la región de salud de Petén estuvo comprendida entre 0.080 - 1.20 ppm. con una media de 0.516 ppm. y una desviación estandar de 0.253 ppm.

Lo que indica baja ingesta de fluoruros en esta región. Por lo que se hace necesario la implementación de programas de fluoruración sistémica como el de la sal de consumo humano.



## 2. INTRODUCCION

El fluoruro es el medio más efectivo utilizado en Salud Pública para prevención y reducción de la prevalencia de las principales enfermedades bucales: caries y enfermedad periodontal (27). Las cuales en Guatemala, como en la mayoría de países latinoamericanos presentan índices elevados, como consecuencia de la limitada disponibilidad de Servicios estomatológicos, factores socioeconómicos y culturales entre otros. (39)

Actualmente en ciertos sectores de la región metropolitana abastecida por Empagua, se recibe el beneficio de un programa de fluoruración del agua de consumo. Sería ideal que un programa preventivo como este tuviera cobertura en toda la república; sin embargo las limitaciones de infraestructura en las comunidades tanto urbanas como rurales no permiten su realización.

Como una alternativa para la administración de los beneficios de fluoruro a la población, se puede implementar el programa de fluoruración de la sal de consumo humano, por ser de bajo costo, práctico y de amplia cobertura lo cual se ha determinado en varios países (27). Para establecer un programa preventivo de fluoruración es indispensable determinar la ingesta de fluoruro de la población, como un estudio basal.

Existen varios métodos para estimar la ingesta de fluoruro, entre ellos la concentración en orina que es el que se utilizó en este estudio.

En la Facultad de Odontología en 1993 se realizó un estudio sobre concentración de Fluoruro en orina de escolares en el grupo etario comprendido entre 6-12 años, a nivel nacional, el

cual sirvió como indicador de 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 que comprende el departamento de Petén.

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 obtuvieron muestras de orina que fueron analizadas en el laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

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

### 3. 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, entretanto los relacionados con las estimaciones de los niveles de ingesta de flúor en la población, a través de la concentración de fluoruro en la orina.

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 con el propósito de dar respuesta a las siguientes interrogantes: Cual es la concentración de fluoruro en orina de los estudiantes del nivel medio, comprendidos entre las edades de 13-17 años inscritos en 1994, en la región de salud que comprende el departamento de Petén.

Cual es la concentración de fluoruro en el agua de consumo de los diferentes establecimientos donde se realizó el estudio.

Cual es la concentración de flúor en las colecciones totales de orina de los estudiantes de nivel medio de educación.

## 4. 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 fué 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 en 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 hizo necesario determinar dicha concentración en diferentes grupos etarios como son los adolescentes y adultos, con el fin de determinar la ingesta de flúor en toda la población.

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 que comprende el departamento de Petén. Los estudiantes

estuvieron 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.

Los resultados obtenidos servirán para estimar la ingesta de ión flúor, llevar control de los programas, así como para poder modificar las dosis de fluoruro que se deberán aplicar en programas de fluoruración sistémica.

## 5. REVISION 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 la concentración 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 hizo 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 caries y enfermedad periodontal es el ión flúor.(39)

El elemento flúor pertenece a la familia química 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. 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  $-218\text{ C}$ , su punto de ebullición corresponde a  $-188\text{ C}$ ; 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 ( $\text{CaF}_2$  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 fluoruración (24).

## EFFECTO REDUCTOR DE LA CARIES

En el decenio 1930-1940 se observó que los fluoruros ejercen influencia en la dentadura; inhibición pronunciada de la caries dental, y a dosis mayores perturbación de la formación del esmalte, influencia 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 haciendolo 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 aun cuando haya ingesta.

c) Efecto bacteriostático de flúor, aunque solo se manifiesta con concentraciones mejores 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, acción en relación a la concentración, habiendose 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)

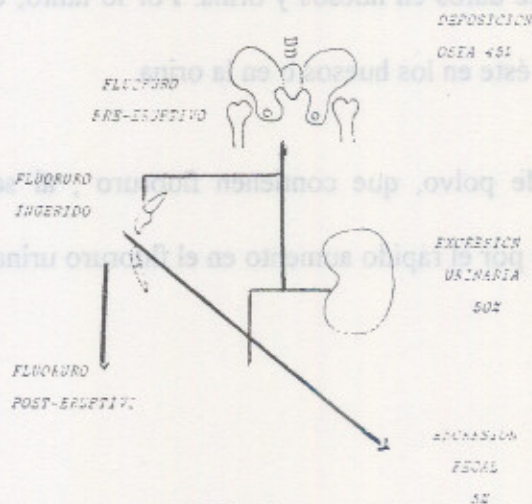


Figura No. 1

## VIAS DE INGESTA DE FLUOR.

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

## 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 ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ). Normalmente, el aire, debería contener aproximadamente 0.1 microgramos de fluoruro / m<sup>3</sup>; mientras que concentraciones tan altas como 3mg/m<sup>3</sup> 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

## 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 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

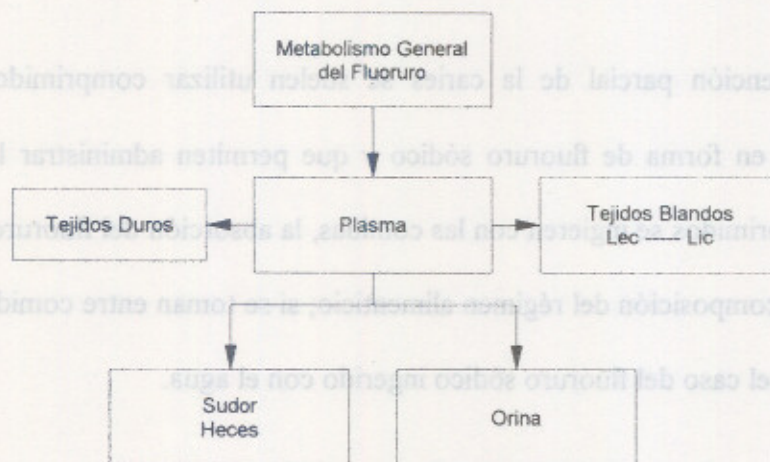


FIGURA 2. Metabolismo general del fluoruro. Los destinos finales del fluoruro absorbido en climas templados con su captura de los tejidos calcificados y excreción por la orina. La pérdida del fluoruro por el sudor puede ser una vía importante en los climas tropicales.

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

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

## ABSORCION DE 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 orgánicos, en función de su solubilidad, liberan iones flúor que posteriormente son absorbidos. En relación a los efectos el 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, fluorfosfatos, 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; 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 de ion fluoruro a través del intestino. Estas observaciones indican que los iones fluor 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 fluor 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 fluor.

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<sub>2</sub>SiFa, HF, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub> SiFa) 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. (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 ABSORCIÓN

Los trabajos con el  $^{18}\text{F}$  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 hematies 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 (10-6M) 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)

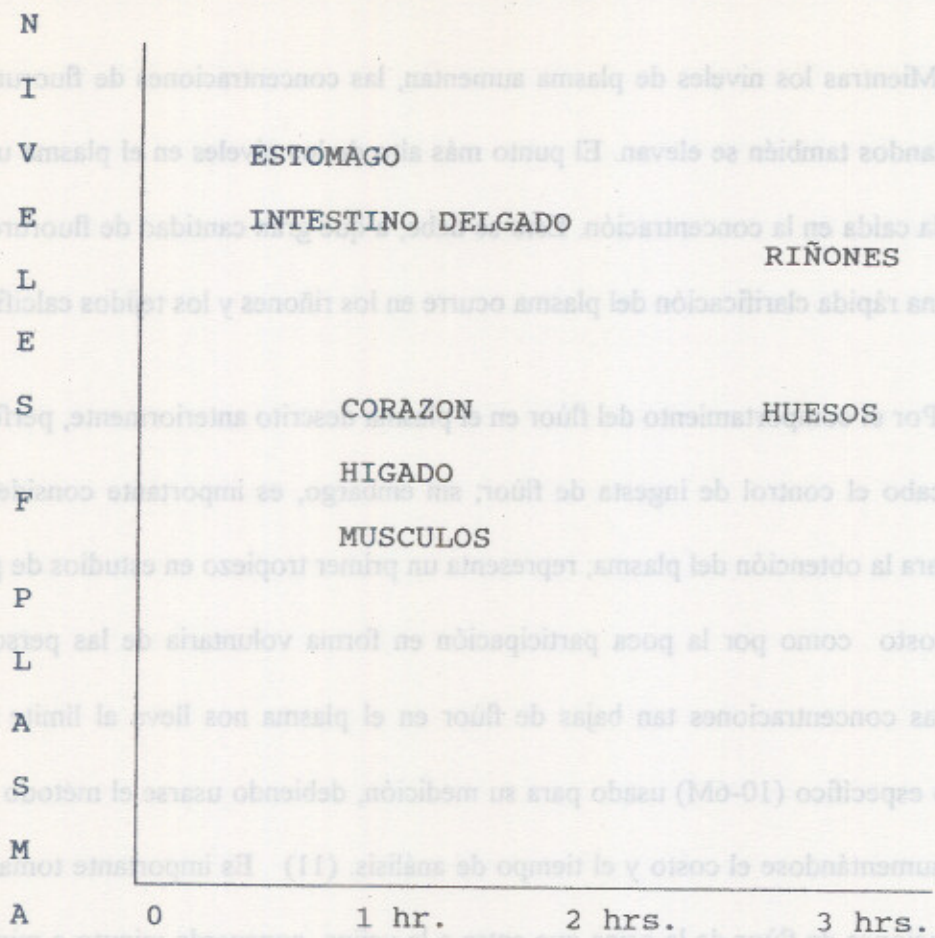


FIGURA 3. Cambios de las concentraciones de fluoruro en plasma después de la ingesta de pequeñas cantidades del ión. Se muestran los tejidos principales que determinan el curso. Las concentraciones no son indicadas; dependerán del tamaño de las dosis. El punto más alto usualmente se alcanza entre 30 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 ión de todos los tejidos, aproximadamente el 99% del ion flúor se asocia a estos tejidos. (33, 34) En ellos existe fundamentalmente en forma de flúor apatita ( $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$ ). En esta fase está grandemente unida a los minerales pero no es irreversible.

En los tejidos calcificados, la concentración de fluoruro va en disminución 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 influencia la toma de flúor por los tejidos calcificados es la edad de las personas, es decir el estado de desarrollo del esqueleto. (44, 48). Existen varios hallazgos relevantes en estudios hechos en humanos. Zipkin y colaboradores informaron que la concentración

de fluoruro en muestras de orina de niños fue aproximadamente la mitad de la encontrada en adultos.

(48) Gedalia, por su parte informó que las concentraciones de flúor en la orina de niños de 1 a 3 años de edad, eran tan 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 períodos 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 slo se traduce por la aparición de grandes concentraciones de flùor 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 flùor 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 en la concentración del fluoruro 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)

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, Muhller (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 EXCRECION URINARIA

La extraordinaria rapidez con que se elimina el fluoruro se manifiesta claramente en el hecho que 1 mg de fluoruro, consumido, absorbido y probablemente distribuido en la reserva halogenada normal del organismo (100 A 150 gms de cloruro), es tratado por el riñón de un modo tan rápido que aproximadamente la tercera parte aparece en la orina 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.

$$\text{Tasa de filtración} = (\text{TFG}) ((F)p)$$

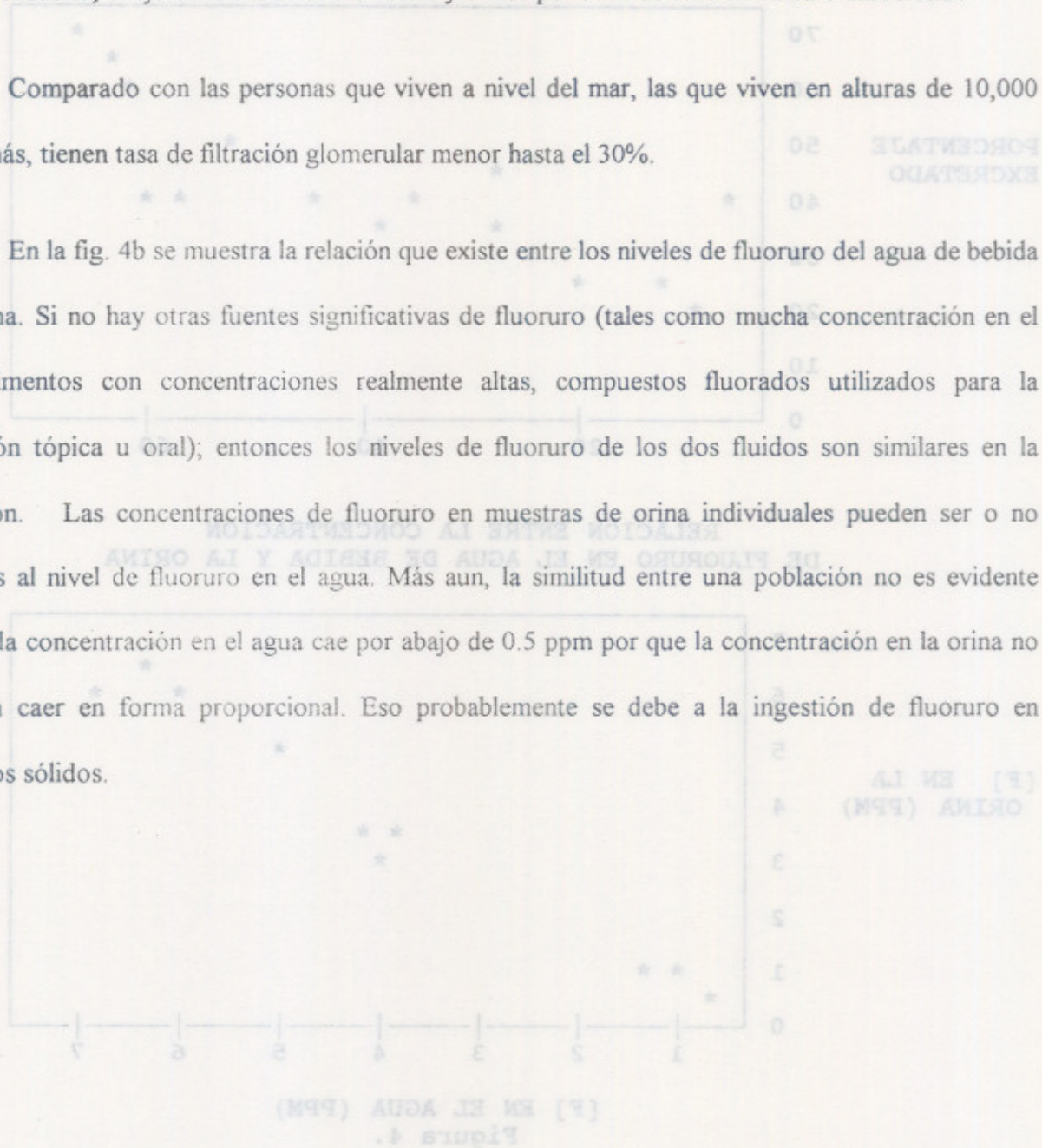
Por ejemplo, si la tasa de filtración glomerular era 125 ml/min y la concentración plasmática de fluoruro de 1.0 uM entonces la cantidad filtrada sería de 125 nanomoles por minuto.

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

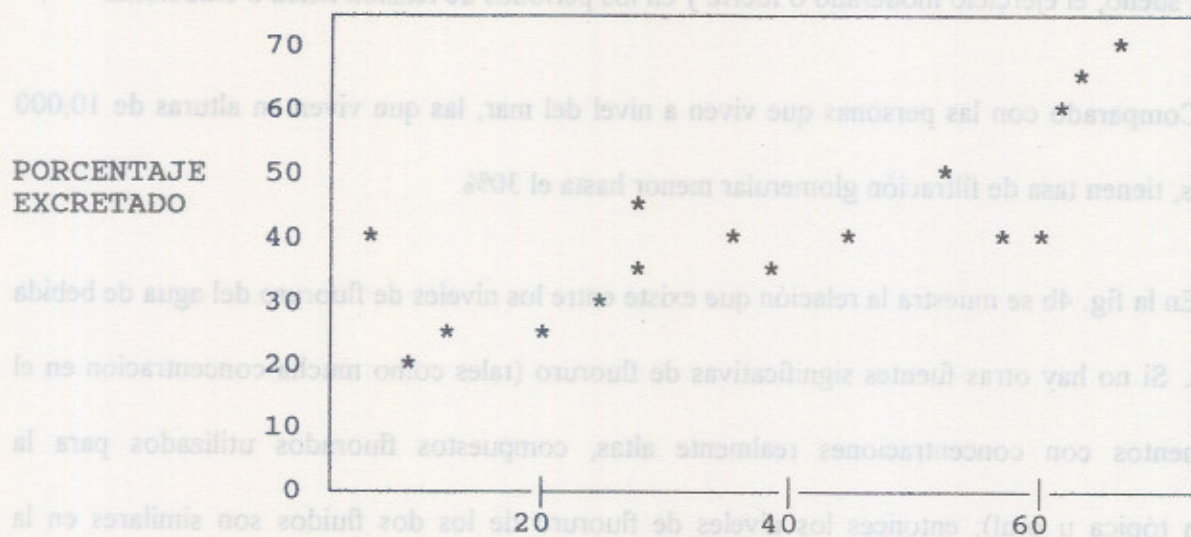
ciertos tipos de enfermedad renal, se reduce la tasa de filtración glomerular. También se reduce durante el sueño, el ejercicio moderado o fuerte y en los períodos de tensión física o emocional.

Comparado con las personas que viven a nivel del mar, las que 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.



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



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

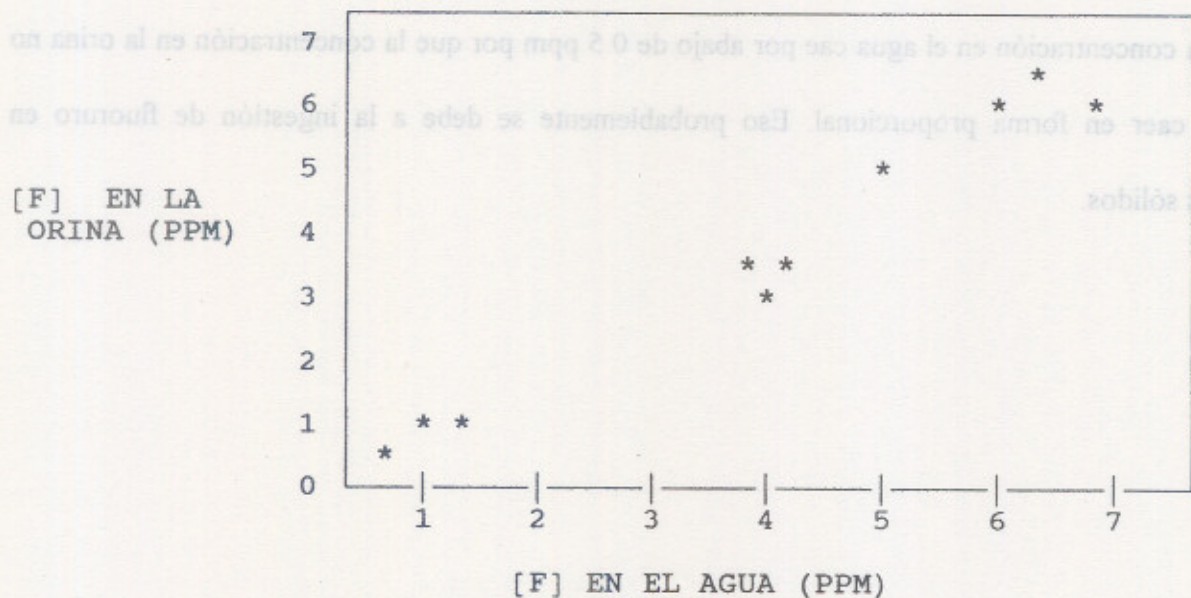


Figura 4.

## 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 millón (ppm) o micromoles por litro ( $\mu\text{M}/\text{l}$ ). La primera unidad es igual al número de miligramos de fluoruro por litro de orina. Este es el caso ya que la densidad de la orina es para propósitos prácticos, la misma que la del agua, de manera que la masa de un litro de orina es de 1.00 Kg o sea un millón 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  $\mu\text{M}$  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, presentó 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.

# DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

## MONOGRAFIA DE LA REGION

### CARACTERISTICAS FISICAS Y DEMOGRAFICAS

La región comprende el departamento de Petén, localizado al norte de Guatemala; limita al norte y oeste con México, al este con Belice y al sur con Alta Verapaz e Izabal, abarca un área de 35,854 Kms/cuadrados. La mayor parte del departamento está situada dentro de la franja tropical, con excepción de la parte más alta de sus tierras, Poptùn, la cual comprende parte de la faja subtropical.

Las altitudes en el departamento varían de 81 a 510 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura media anual de 35 grados centígrados y una precipitación pluvial de 1,000 a 2,000 milímetros cúbicos.

Los accidentes geográficos más importantes son las montañas mayas, localizadas en Poptùn y San Luis; y los ríos usumacinta, Pasión y San Pedro localizados en los municipios de Sayaxche y libertad, que desembocan en el golfo de México; Los ríos Azul y Mopán en Melchor de Mencos, que desembocan en el Mar Caribe.

Petén es el departamento mas grande de la república y está dividido administrativamente en doce municipios: Flores (la cabecera departamental), San Benito, Sayaxché, Dolores, Poptùn, San

Luis, San Andrés, San José, Melchor de Mencos, Santa Ana, La Libertad y San Francisco. En ellos, se localizan 434 comunidades (pueblos, aldeas y cacerios). Flores, San Luis y La Libertad cuentan con el mayor número de habitantes, su densidad poblacional es de 6 habitantes por kilómetro cuadrado.

La población es eminentemente rural y dispersa; en su mayoría se encuentra ubicada en comunidades de menos de dos mil habitantes. La población de El Petén habita en un área con clima tropical, subtropical y húmedo, propicio para el desarrollo de enfermedades características de estos ambientes. El área es considerada como una de las más ricas, con un índice de positividad anual de 49.91 por mil habitantes. El índice de positividad mensual es de 33.72.

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

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

El grupo de menores de cinco años representa el 20.5%, mientras que el grupo escolar de 5-14 conforma el 28.5%, el grupo de 15-44 es un 38.5%. Incrementándose en 1989 el grupo de 45-64 años en un 12.2%.

La expectativa de vida se ha incrementado de 58 años en 1980, a 63 en el sexo femenino en 1989, y de 53 años en 1980, a 58 años en 1989, para el hombre.

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

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

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

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

## ASPECTOS SOCIO ECONOMICOS

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

Petén cuenta con numerosos sitios arqueológicos, herencia de la ancestral cultura maya; uno de los más importantes y reconocido mundialmente es Tikal (lugar de las voces), el cual cuenta con una dimensión estimada de 500 kms cuadrados. Entre otros no menos importantes están Uaxactùn, Rio Azul, Dos Pilas, Mirador y Petex Batùn. Todos ellos representan área de potencial turístico en la región.

La economía está basada principalmente en la agricultura, (75%); entre los principales cultivos están: maíz, frijol y arroz. el 55.45 de las personas percibe ingresos por trabajos a cuenta propia, el ingreso familiar promedio anual es de Q2,883.00. (area urbana Q3,695.00; area rural Q2,543.00).

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

Un 53% de la población productiva está inactivo, y la población economicamente activa (PEA) tiene un ingreso mensual muy bajo en relación con la situación inflacionaria del país. La

población productiva se incrementó de 39% en 1980, a 42% en 1989, en tanto que la población reproductiva (femenina) se incrementó de 38% en 1980, a 45.3% en 1989.

Las grandes distancias entre las comunidades dificulta la accesibilidad a los servicios de salud. El 415 del total de las vías es transitable sólo en verano y del total de carreteras sólo el 4.9% está asfaltado (Flores-Tikal). Un numero importante de comunidades dispersas a lo largo del río Pasión-Usumasinta tiene comunicación con las cabeceras municipales e incluso entre ellas mismas, únicamente por vía fluvial. Lo irregular de este transporte representa otro problema de accesibilidad de estas comunidades a los servicios de educación y otros.

Con respecto al grado de escolaridad, hay un 37% de analfabetismo; del total de población en edad escolar sólo está inscrito el 46%. la razon de alumnos /Escuela en el nivel pre-primario es de 3 escuelas por cada mil alumnos; en el nivel primario es de 11.

En cuanto a migración el Instituto Nacional de Estadística INE estim una tasa de migración neta durante la década en mención de 113% por año (130 por mil).

Segùn SEGEPLAN, las tasas de migración casi se triplicaron de 1950 a 1981 al pasar de 19.5 a 49.2 por mil habitantes, respectivamente.

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

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

Las principales conclusiones de este estudio son las siguientes:

1. La mayoría de los escolares, el 91.7% afirman efectuar limpieza de su boca con una frecuencia regular de dos a tres veces al día. Casi tres tercios de los escolares refieren que tienen y usan el cepillo dental, y que han aprendido a usarlos a través de la madre principalmente; también el padre y el maestro con proveedores importantes de esta instrucción. El 100% de los escolares afirman que no usan el hilo dental en la higiene bucal, porque no lo conocen, ni les han explicado sobre su uso.

2. Aproximadamente un tercio de los escolares manifestaron participar en su escuela en programas de limpieza de los dientes y cerca de tres tercios de la muestra ha recibido escasa e ineficiente educación en salud bucal y el 35.8% afirman participar en programas de aplicación de fluor; estos datos deben observarse con cautela debido a que los escolares que respondieron afirmativamente a estas preguntas no pudieron explicar técnica de cepillado, en qué consiste la profilaxis dental y las aplicaciones de fluor.

3. Un poco menos de un tercio de los escolares refieren haber sido atendidos en el último año por razones odontológicas. La mayoría de ellos por dolor. La mayor atención es proporcionada

por el dentista, aunque este dato debe ser cuestionado debido a que debido a que posiblemente los escolares ignoran que pueden ser atendidos por una persona no profesional. La mitad de los escolares manifiestan que la principal razón por la que no han buscado atención odontológica es: por no saber; el resto de los escolares manifiestan que no la han buscado por no tener nada malo y en menor proporción porque no los han llevado sus padres y por miedo al dentista. El 53.3% de los escolares afirman que tienen problemas bucales y el 43.3% afirman que no; de los que afirman que tiene problemas bucales, la totalidad señalan que los tienen en los dientes.

4. Un alto porcentaje de los escolares manifiestan interés por conocer, prevenir y recibir tratamiento sobre problemas de salud bucal, principalmente con referencia a los dientes.

5. Los hallazgos más frecuentes de anomalía o trastorno en tejidos blandos y duros de la boca son: amígdalas hipertróficas, diente en pala, apéndice frenicular y fistulas.

6. Los escolares de la región de El Petén de Guatemala mantienen pobres condiciones de higiene bucal.

7. La totalidad de los escolares presentan higiene bucal deficiente, la cual es evidente a través del indicador empleado de depósitos blandos sobre los dientes.

8. El 68.3% de los escolares presentan cálculos dentarios

9. La totalidad de los escolares presentan signos de gingivitis.

10. El 73.3% de los escolares examinados presenta alguna forma de periodontitis.

11. La mayoría de los escolares presenta un patrón de mal oclusión Clase I, seguido por maloclusión Clase II y por último maloclusión Clase III, según la clasificación de Angle.

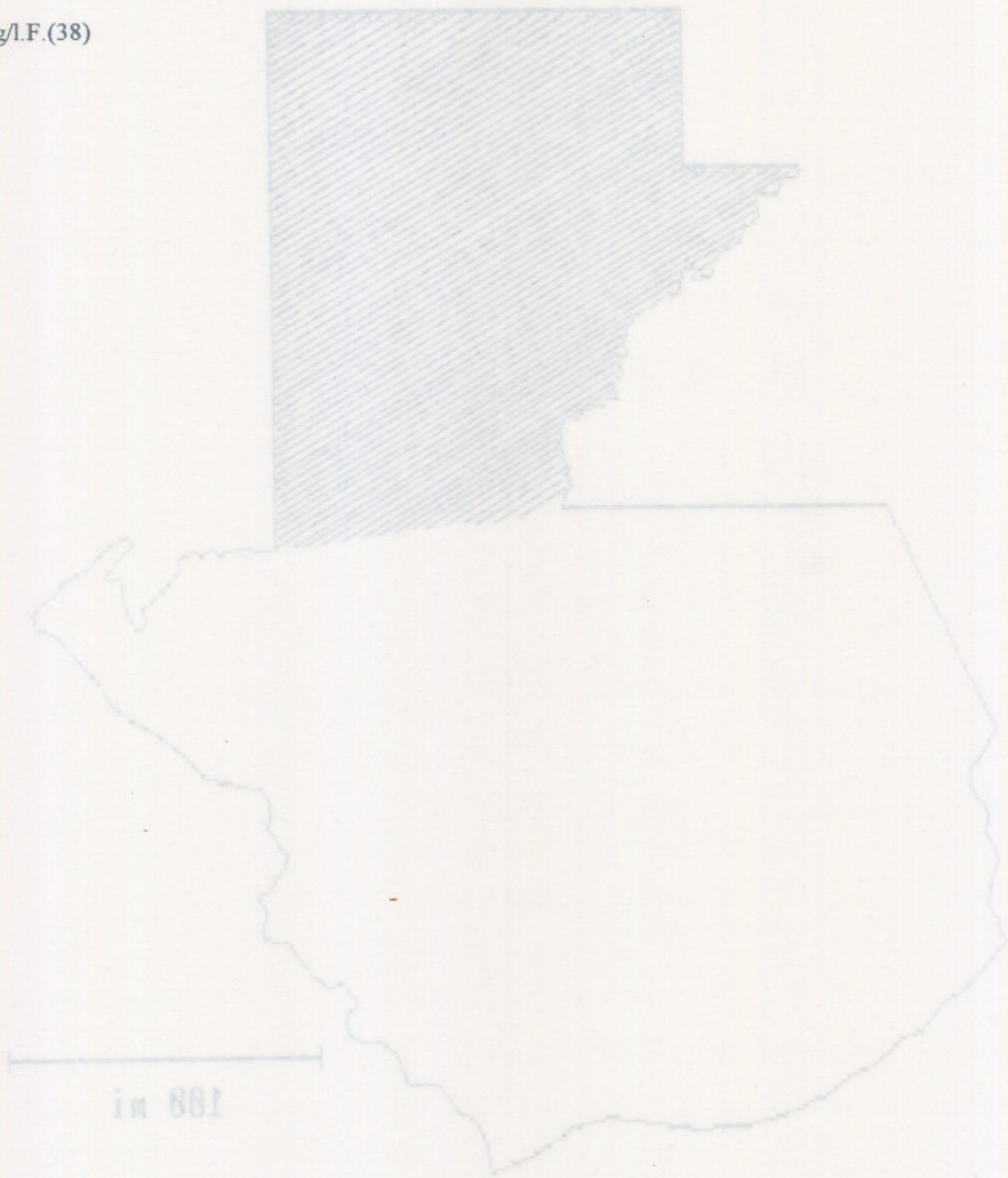
12. Se detectó que un 80.8% no necesita de servicio estomatológico de emergencia; sin embargo, presentan lesiones de caries dental. El 1.7% tiene la necesidad de atención inmediata actualmente, debido a que en su mayoría presentan piezas dentarias con lesiones profundas de caries dental que producen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

13. La prevalencia y experiencia de caries dental en la región de El Petén de Guatemala es alta, como la observada en otros estudios Nacionales. Se observó un aumento gradual de los valores promedio de los índices de caries dental, conforme aumenta la edad de los escolares.

14. Se observan condiciones similares en cuanto a la experiencia de caries dental entre ambos sexos y edades. La gravedad del problema de la caries dental puede deberse a: analfabetismo, excesivo consumo de azúcar, desconocimiento de medidas educativas y preventivas en salud bucal, deficiencia de cobertura de los servicios de salud, condición económica baja.

15. En el presente estudio, solo en una de las seis escuelas seleccionadas aleatoriamente, se encontró evidencia clínica de fluorosis dental, correspondiendo ésta a la Aldea El Progreso del Municipio de San Miguel Chicaj, Departamento de Baja Verapaz, en donde 10 de 20 alumnos examinados, presentaron signos de fluorosis. Se observó que en general el agua de bebida de las

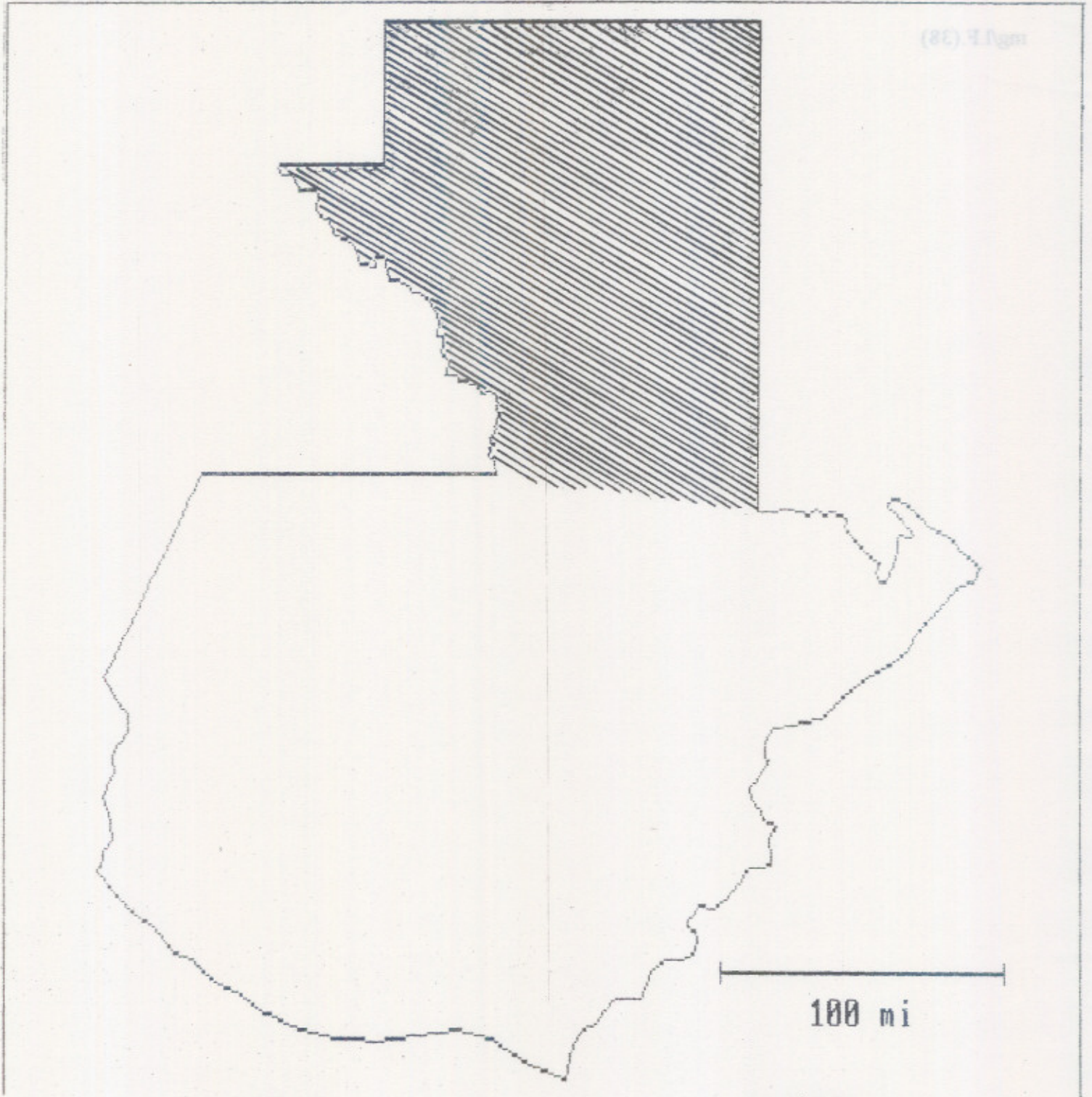
principales fuentes de abastecimiento de la población que componen la muestra de la región Norte de Guatemala es deficiente en cuanto a la concentración de fluoruro, la cual varió entre 0.01 y 0.23 mg/l.F.(38)



MAPA DE GUATEMALA SEÑALANDO LA REGION

Guatemala es deficiente en cuanto a la concentración de fluoruro, la cual varía entre 0.01 y 0.23

mg/l (38)



## 6. OBJETIVOS

### 6.1 GENERAL:

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

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 que comprende el departamento de Petén.

### 6.2 ESPECIFICOS:

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

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

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

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

### 6.3 COLATERALES:

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

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

## 7. VARIABLES

### 7.1. CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA.

Es la cantidad del ión fluor medido en partes por millón (ppm), en la orina de los estudiantes de nivel medio, de educación, inscritos en 1994 de la región de salud que comprende el departamento de Petén.

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

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

### 7.2. EXCRECION DE FLUORURO EN ORINA.

Es igual al producto de la tasa de flujo urinario (volumen) y la concentración urinaria de fluoruro. (7)

#### 7.2.1. Indicador de la variable de excreción de fluoruro en orina. Tasa de excreción =

Concentración (PPM) X Vol.(ml) X Tiempo

## 7.3. CONCENTRACION DE FLUORURO EN LAS COLECCIONES TOTALES DE ORINA

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

### 7.3.1. Indicador de la variable concentración de fluoruro en las colecciones totales de orina.

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

## 8. METODOLOGIA

### 8.1 Población:

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

### 8.2 Procedimiento de muestreo.

8.2.1 Diseño de la muestra: para cada una de las regiones el método de muestreo utilizado fué por 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.

8.2.2 Tamaño de la muestra: Considerando el tamaño de la población total de estudiantes de educación media, inscritos en 1994, y como variables determinantes la concentración y excreción de fluoruro en la orina, se calculó el tamaño de la muestra y se asignó de manera uniforme, a la región de salud que comprende el departamento de Petén.

El procedimiento fué el siguiente:

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

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/lit, 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.

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 norte.

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

#### 8.2.3.1 Primera etapa de selección:

Se solicitó a la oficina de Control Estadístico de 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-norte del año de 1993, con sus respectivas matrículas.

Se definió  $K=25$ . Este número se eligió por considerarse un número adecuado de estudiantes para que colaboraran con 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:

## REGION DE SALUD

### PETEN

06 SAN BENITO: Instituto Privado para Señoritas de Educación Diversificado para Maestras de Párvulos. Barrio 3 de abril.

05 SANTA ELENA:: Instituto para Educación Diversificada "Diego Américo Cetina Pacheco. Barrio Santa Elena.

03 SAYAXCHE Instituto Medio de Educación Básica por Cooperativa de Enseñanza.

01 POPTUN: Instituto Oficial Medio de Educación Básica con Orientación Ocupacional Agropecuaria.

02 SAN ANDRES: Instituto de Educación Básica por Cooperativa San Jose Petén.

04 SAN BENITO: Instituto Oficial de Educación Básica con orientación Ocupacional.

### RESERVA

21 SANTA ELENA Instituto Privado Mixto de Educación Básica. Barrio Santa Elena.

38 DOLORES Instituto Medio de Educación Básica por Cooperativa de Enseñanza. Aldea El Chal.

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

### 8.3 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 encargada de analizar las muestras de orina en el Laboratorio de QUIMICA BIOLOGICA realizó prácticas con los asesores para conocer y manejar la metodología y unificar criterios al momento de analizar las mismas. Además se realizó una práctica de trabajo de campo en un instituto de educación media de Santa Lucía Cotz. Escuintla.

### 8.4 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.

## 8.5 Procedimiento de campo:

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

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

En estos 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 fué 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 correspondía.

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. Por lo general el inicio de este estudio fué en la mañana.
5. Se colectaron todas las micciones posteriores que la persona emitió en el mismo frasco, hasta completar el tiempo establecido, obteniéndose así una muestra, normalmente se requieren cuatro horas. Debiendo recolectarse el total de cada micción.
6. Se anotó la hora en que se recogió la última muestra, lo que representa el tiempo II.
7. Se 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 colectaron las muestras de agua de las principales fuentes de abastecimiento de los institutos.
12. Se transportaron en una hielera todas las muestras para su análisis posterior en el Laboratorio de Química Biológica.

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

#### 8.5.2.1 Equipo requerido:

- a) Analizador selectivo de iones (potenciómetro). Explica la lectura de la muestra.
- b) Electrodo de combinación de fluoruro. Determina 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. Para pipetear soluciones.
- h) Pipetas de plástico. Para medir volumen.
- i) Micropipeta de 1 ml. Para medir volumen.
- j) Goteros de plásticos. Para dispensar preservantes.
- k) Probetas de polietileno de 500 ml. Para medir soluciones.
- l) Un balón aforado de polietileno de 250 ml. Para hacer soluciones.
- m) Servilletas de papel. Para varios usos.

#### 8.5.2.2 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 preparo una solución base a 0.1 molar a partir de la cual se prepararon cinco soluciones de fluoruro de sodio de 0.05, 0.2, 0.5, y 1, ppm respectivamente.

c) EDTA al 8%: se utilizó para destruir los complejos que forma el flúor naturalmente con el hierro (Fe).  $\text{Fe} \cdot 3 + 6\text{F} \text{-----} \text{FeF}_6\text{-3}$ , este complejo no puede ser medido por el electrodo específico para el ión flúor, por lo que si no se le agregara EDTA se subvaloraría 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 Titrplex 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 de bajo nivel: es el ajustador del esfuerzo iónico total. El TISAB de bajo nivel aporta una gran cantidad de iones (distintos al F), para que las variaciones de éstos no sean significativos, haciendo que el electrodo sea sensible únicamente a las variaciones de fluoruro.

Preparación del TISAB de bajo nivel: 57ml. de ácido acético glacial, se agregan 58 ml. de NaCl y 500 ml de agua destilada, luego para titular la solución y alcanzar un PH de 5 a 5.5 se añade lentamente una solución de NaOH al 5 molar. hasta llevar la solución a un litro.

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 selectiva para fluoruro con un potenciómetro Fisher Accumet, medidor de PH modelo 620.

1. 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.

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

a. CALIBRACION DE LA PENDIENTE DEL ELECTRODO

Se colocó en un Beacker plástico 50ml de agua destilada y 50ml. de Tisab de bajo nivel. Se introdujo un agitador magnetico, luego el electrodo; se espero que estabilizara la lectura en Milivoltios en la pantalla del potenciómetro y se le agrego 1 ml. de la solución estandar de fluoruro 0.1 molar, hasta que la lectura de la pantalla llegó a 0.0.

En este momento se le agregó 10 ml. del mismo estandar y se esperó hasta que apareció en la pantalla un valor de +/- 56 Milivoltios. (Con lo que se comprobo el buen funcionamiento del electrodo.)

b. CURVA DE CALIBRACION:

Se preparó una solución estandar de fluoruro de 10 ppm. mas Tisab de bajo nivel en igual volúmen.

b.1 Se colocó en un Beacker plástico 50ml de Tisab de bajo nivel y 50 ml. de agua destilada, se colocó en un agitador magnético, se introdujo el electrodo y se esperó hasta que la pantalla del potenciómetro se estabilizó en la lectura. a la cual se le agrego por incrementos la solución mencionada en el inciso b, de la siguiente manera:

MILILITROS	PPM	M. V.
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	1.00	
2.0	1.20	
3.0	1.50	

b.2 Se prepararon 5 estándares de fluoruro a partir de una solución de fluoruro de 100 ppm., las cuales dependieron de la concentración esperada de las muestras de orina.

b.3 Establecida la cantidad de milivoltios que correspondía a cada concentración de fluoruro expresada en ppm. se procedió a chequear con una solución de fluoruro de sodio ya indicada en el inciso b y se verificó si coincidía al milivoltaje de la curva.

b.4 Entre cada medición se lavó y secó adecuadamente el instrumental, antes de proceder a otra medición.

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

### c. ANALISIS DE LA CONCENTRACIÓN DE FLUORURO EN LAS MUESTRAS DE ORINA Y AGUA

c.1 A cada muestra se le agregó 10 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 (milivoltios). En la ficha correspondiente, se anotaron los dos valores que se mantenían más constantes y luego se obtuvo un promedio.

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 utilizó un estándar de concentración conocido (patrón de fluoruro) cada veinte 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 se midieron 5 ml. y se colectaron en un recipiente plástico las 25 muestras de cada instituto, se homogenizaron por medio de un agitador magnetico y luego de esta colección total se tomaron 10 ml. para mezclarlos con TISAB de bajo nivel en igual volumen, para ser analizadas.

c.9 Las concentraciones en ppm. se obtuvieron en base a las curvas de calibración diarias a través del programa de regresión lineal.

## 8.6 Procesamiento de la información.

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

Para establecer la relación entre las variables concentración de fluoruro en orina promedio por instituto. Concentración de fluoruro en orina de las colecciones totales por instituto. Concentración de fluoruro en orina. De este estudio se utilizó el coeficiente de correlación producto-momento de Pearson a un nivel de significancia alfa de 0.05 .-

## 9. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos durante el trabajo de campo de esta investigación por medio de cuadros estadísticos tabulados por el sistema Systat. Para ello los mismos fueron ordenados por instituto, departamento, edad, sexo y región. Y presentados por medio de estadísticos descriptivos como: media, desviación estandar y rango.

Las concentraciones de fluoruro en orina se presentan en unidades de mg/l o partes por millón (ppm).

# Cuadro No. 1

Cuadro No. 2

Frecuencia y porcentaje de la muestra de estudiantes de nivel medio de educación inscritos en el año de 1994 en la región de salud de Petén; por departamento.

DEPARTAMENTO	FEMENINO		MASCULINO		TOTAL
	No.	%	No.	%	
PETEN	150	100	0	0	150
TOTAL	150	100	0	0	150

Fuente: datos recolectados durante el trabajo de campo.

Fuente: datos recolectados durante el trabajo de campo.

En la región de salud de Petén se obtuvo muestras de orina de 150 estudiantes, de los cuales

el 100% pertenece al departamento de Petén.

con 42% y 37% respectivamente.

## Cuadro No.2

Frecuencia y porcentaje de la muestra de los estudiantes de nivel medio de educación inscritos en el año de 1994, en la región de salud de Petén; distribuidos por sexo y edad.

EDAD	MASCULINO		FEMENINO		TOTAL	
	No.	%	No.	%	No.	%
13	22	14.67	6	4.00	28	18.67
14	25	16.67	12	8.00	37	24.67
15	15	10.00	11	7.33	26	17.33
16	17	11.33	25	16.67	42	28.00
17	9	6.00	8	5.33	17	11.33
<b>TOTAL</b>	<b>88</b>	<b>58.67</b>	<b>62</b>	<b>41.33</b>	<b>150</b>	<b>100.00</b>

Fuente: datos recolectados durante el trabajo de campo.

Del total de 150 estudiantes que comprendieron la muestra de la región de salud de Petén, 88 (58.67%) comprende el sexo masculino y 62 (41.33%) al sexo femenino.

los grupos etarios que mayor cantidad de estudiantes presentaron fueron los de 16 y 14 años con 42% y 37% respectivamente.

### Cuadro No.3

Media, desviación estandar y rango de la concentración de fluoruro en la orina en partes por millón (ppm) de los estudiantes de nivel medio de educación inscritos en el año de 1994 en la región de salud de Petén; distribuidos según instituto.

INST.	CONCENTRACION DE FLUORURO PPM.			
	No.	MEDIA	DESV. EST.	RANGO
01	25	0.32	0.13	0.08 - 0.69
02	25	0.53	0.17	0.33 - 1.06
03	25	0.89	0.23	0.33 - 1.16
04	25	0.57	0.21	0.26 - 1.20
05	25	0.41	0.11	0.25 - 0.70
06	25	0.36	0.09	0.23 - 0.75
TOTAL	150	0.51	0.25	0.08 - 1.20

01 INSTITUTO DE EDUCACION OCUPACIONAL AGROPECUARIA POPTUN  
 02 INSTITUTO DE EDUCACION BASICA POR COOPERATIVA SAN ANDRES  
 03 INSTITUTO DE EDUCACION BASICA POR COOPERATIVA SAYAXCHE  
 04 INSTITUTO PARTICULAR MIXTO NOCTURNO DIEGO SETINA STA. ELENA  
 05 INSTITUTO VOCACIONAL PARA MAESTRAS DE PARVULOS SAN BENITO  
 06 INSTITUTO NACIONAL BASICO OCUPACIONAL SAN BENITO

Fuente: datos recolectados durante el trabajo de campo.

De los 6 institutos que abarco esta investigación, los valores más altos de concentración de fluoruro en la orina se encontraron en los estudiantes del Instituto de Educación Básica por Cooperativa Sayaxche con una media de 0.89 ppm y una desviación estandar de 0.23 ppm. Y los mas

bajos en los estudiantes del instituto Nacional Mixto con Orientación Agropecuaria Poptún con un media de 0.32 ppm. y una desviación estandar de 0.13

Los resultados obtenidos en el Instituto de Educación Básica por Cooperativa de Sayaxche puede deberse a la alta ingesta en la dieta o a las concentraciones altas de flúor en el agua de consumo.

Los valores obtenidos en los demás institutos que comprendieron la muestra varian poco entre si.

INST.	CONCENTRACION DE FLUORURO PPM.		
	No.	MEDIA	DESV. EST.
01	25	0.32	0.13
02	25	0.23	0.17
03	25	0.89	0.23
04	25	0.27	0.21
05	25	0.41	0.11
06	25	0.36	0.09
TOTAL	150	0.21	0.25

01 INSTITUTO DE EDUCACION OCUPACIONAL AGROPECUARIA POPTUN  
 02 INSTITUTO DE EDUCACION BASICA POR COOPERATIVA SAN ANDRES  
 03 INSTITUTO DE EDUCACION BASICA POR COOPERATIVA SAYAXCHE  
 04 INSTITUTO PARTICULAR MIXTO NOCTURNO DIEGO SETINA STA. ELENA  
 05 INSTITUTO VOCACIONAL PARA MAESTRAS DE PARVULOS SAN BENITO  
 06 INSTITUTO NACIONAL BASICO OCUPACIONAL SAN BENITO

Fuente: datos recolectados durante el trabajo de campo

De los 6 institutos que abarca esta investigación, los valores más altos de concentración de flúor en la orina se encontraron en los estudiantes del Instituto de Educación Básica por Cooperativa Sayaxche con una media de 0.89 ppm y una desviación estandar de 0.23 ppm. Y los más

## Cuadro No. 4

Media, desviación estandar y rango de la concentración de fluoruro en la orina de los estudiantes de nivel medio de educación inscritos en el año de 1994 en la región de salud de Petén distribuidos por región.

REGION	CONCENTRACION DE FLUORURO PPM.			
	No.	MEDIA	DESV. EST.	RANGO
PETEN	150	0.51	0.25	0.08 - 1.20
TOTAL	150	0.51	0.25	0.08 - 1.20

Fuente: datos recolectados durante el trabajo de campo.

Este estudio se realizo en la región de salud de Petén en donde la concentración de fluoruro en orina estuvo comprendida entre 0.08 y 1.20 ppm.; presentando una media de 0.51 ppm. y una desviación estandar de 0.25 ppm.

Comparando las concentraciones de fluoruro en la orina de los estudiantes de nivel medio de la región de salud de Petén, estas son mas bajas respecto a las concentraciones de fluoruro en la orina

de los estudiantes de nivel medio de educación del departamento del Progreso, que son las mas altas a nivel nacional con una media de 0.68 ppm. y una desviación estandar de 0.34 ppm.

Son mas altas con respecto a las concentraciones de fluoruro en la orina de los estudiantes de nivel medio de educación del departamento de Jalapa que presentó los indices mas bajos con una media de 0.26 ppm. y una desviación estandar de 0.11 ppm.

En la región de salud de Petén, la concentración de fluoruro en orina de los estudiantes de nivel medio de educación es mas alta que la encontrada en Costa Rica (0.39 ppm.); estudio realizado en adolescentes comprendidos en las edades de 16 a 22 años. Antes de implementar el programa de fluoruración de la sal. (18).

				REGION
0.68	0.34	0.51	150	PETEN
0.26	0.11	0.51	150	TOTAL

Fuente: datos recolectados durante el trabajo de campo.

Este estudio se realizó en la región de salud de Petén en donde la concentración de fluoruro en orina estuvo comprendida entre 0.08 y 1.20 ppm.; presentando una media de 0.51 ppm. y una desviación estandar de 0.25 ppm.

Comparando las concentraciones de fluoruro en la orina de los estudiantes de nivel medio de la región de salud de Petén, estas son mas bajas respecto a las concentraciones de fluoruro en la orina

## Cuadro No.5

Media, desviación estandar y rango de la concentración de fluoruro en partes por millón en la orina de los estudiantes de nivel medio de educación inscritos en el año de 1994 en la región de salud de Petén; Distribuidos por edad.

EDAD	CONCENTRACION DE FLUORURO PPM.			
	No.	MEDIA	DESV. EST.	RANGO
13	28	0.55	0.27	0.22 - 1.16
14	37	0.62	0.29	0.21 - 1.15
15	26	0.41	0.18	0.13 - 1.06
16	42	0.46	0.20	0.08 - 1.08
17	17	0.50	0.25	0.23 - 1.20
TOTAL	150	0.51	0.25	0.08 - 1.20

Fuente: datos recolectados durante el trabajo de campo.

Las concentraciones de orina mas altas se encontraron en estudiantes de 14 años, con una media de 0.62 ppm y los mas bajos en estudiantes de 15 años, con una media de 0.41 ppm.

La variabilidad en los resultados es poca.; Conforme a lo comunicado en la literatura sobre la disminución de la captación de fluoruro, al aumentar la edad aumenta la concentración de fluoruro en orina, debidò a esto a los procesos de maduración osea. (44, 48).

Existiendo una variabilidad en este caso en el caso de 14 años por presentarse un dato individual elevado de concentración de fluoruro en orina de 1.15 ppm.; también pudo deberse a factores como flúor en el agua de consumo y la hora en que fué tomada la muestra.

## Cuadro No.6

Media, desviación estandar y rango de la concentración de fluoruro en la orina en partes por millón de los estudiantes de nivel medio de educación inscritos en el año de 1994 en la región de salud de Petén; Distribuidos por sexo.

SEXO	CONCENTRACION DE FLUORURO PPM.			
	No.	MEDIA	DESV. EST.	RANGO
FEM.	62	0.43	0.20	0.13 - 1.15
MASC.	88	0.57	0.27	0.08 - 1.20
TOTAL	150	0.51	0.25	0.08 - 1.20

Fuente: datos recolectados durante el trabajo de campo.

El sexo masculino fué el grupo que presentó los valores mas altos de concentración de fluoruro en orina con una media de 0.57 ppm y una desviación estandar de 0.27 ppm. y el sexo femenino con una media 0.43 ppm. y una desviación estandar de 0.20 ppm. presentó los valores mas bajos. La variabilidad de concentración de fluoruro en orina se distribuyó en forma similar en ambos sexos. Existiendo una desviación ligeramente alta en el sexo masculino debido probablemente a que existe un dato individual muy bajo de 0.08 ppm.

# Cuadro No. 7

Cuadro No. 8

Concentración de fluoruro en el agua de consumo en partes por millón de los institutos de la región de salud de Petén.

INSTITUTO	FLUORURO EN EL AGUA DE CONSUMO EN PPM
01. INSTITUTO NACIONAL MIXTO-BASICO CON ORIENTACION AGROPECUARIA POPTUN	0.07
02. INSTITUTO DE EDUCACION BASICA POR COOPERATIVA SAN ANDRES	0.22
03. INSTITUTO DE EDUCACION BASICA POR COOPERATIVA SAYAXCHE.	0.05
04. INSTITUTO PARTICULAR MIXTO NOCTURNO DIEGO CETINA PACHECO SANTA ELENA	0.16
05. INSTITUTO VOCACIONAL DE MAESTRAS PARA PARVULOS SAN BENITO.	0.12
06. INSTITUTO NACIONAL DE EDUCACION BASICA OCUPACIONAL. SAN BENITO	0.16

De los 6 institutos las concentraciones de fluoruro en las colecciones totales de orina de los estudiantes, las mas altas se encuentran en los estudiantes del Instituto Básico por Cooperativa de Sayaxché, con 1.08 ppm, y el Instituto Particular Mixto Nocturno Diego Cetina Pacheco de Santa Elena con 1.05 ppm. El resto de los institutos obtuvo una relación similar con tendencia a la baja.

De los 6 institutos las concentraciones de fluoruro en el agua de consumo de las principales fuentes de abastecimiento, son bajas.

## Cuadro No. 8

Concentración de fluoruro en las colecciones totales de orina en partes por millón de los estudiantes de nivel medio de educación inscritos en el año de 1994 en la región de salud de Petén; distribuidos por instituto

	INSTITUTO	FLUORURO EN LAS COLECCIONES TOTALES DE ORINA EN PPM.
01.	INSTITUTO NACIONAL MIXTO BASICO CON ORIENTACION AGROPECUARIA POPTUN	0.31
02.	INSTITUTO DE EDUCACION BASICA POR COOPERATIVA SAN ANDRES	0.39
03.	INSTITUTO DE EDUCACION BASICA POR COOPERATIVA SAYAXCHE.	1.08
04.	INSTITUTO PARTICULAR MIXTO NOCTURNO DIEGO CETINA PACHECO SANTA ELENA	1.05
05.	INSTITUTO VOCACIONAL DE MAESTRAS PARA PARVULOS SAN BENITO.	0.41
06.	INSTITUTO NACIONAL DE EDUCACION BASICA OCUPACIONAL. SAN BENITO	0.38

De los 6 institutos las concentraciones de fluoruro en las colecciones totales de orina de los estudiantes, las mas altas se encontraron en los estudiantes del Instituto Básico por Cooperativa de Sayaxche, con 1.08 ppm. +/- y el Instituto Particular Mixto Nocturno Diego Setina Pacheco de Santa Elena con 1.05 ppm. +/- . El resto de los institutos obtuvo una relación similar con tendencia a la baja.

Los resultados anteriores pueden variar principalmente según la dieta y las distintas fuentes de agua de consumo.

# Cuadros Generales

A continuación se presentan cuadros y gráficas generales de la distribución de las muestras; media, desviación estandar y rango de la concentración de fluoruro en la orina de los estudiantes de nivel medio de educación inscritos en el año de 1994 en la República de Guatemala. Analizados por medio del programa estadístico systat y ordenados por departamento, regiones de salud, edad y sexo;

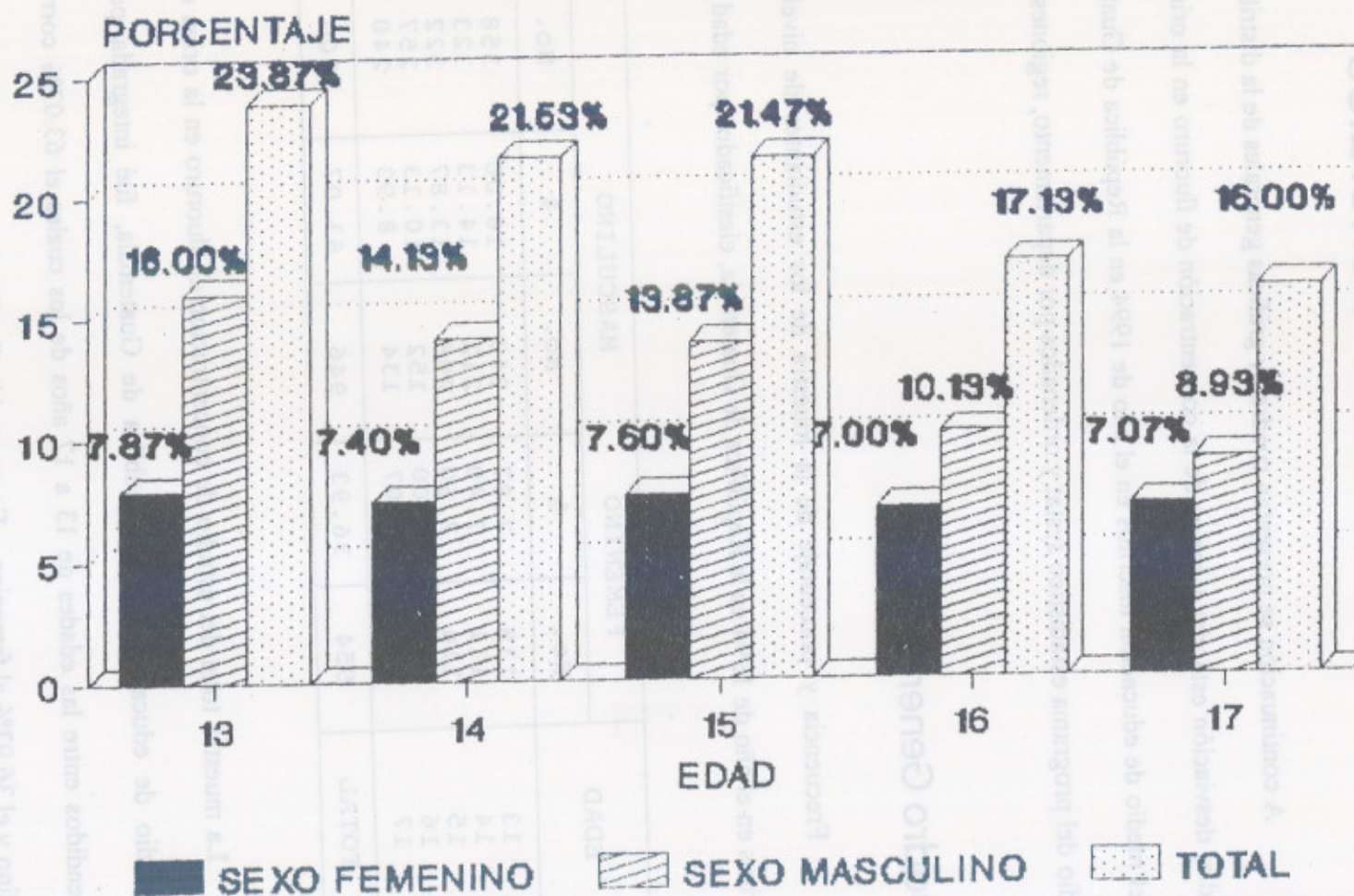
## Cuadro General No.1

Frecuencia y porcentaje de la muestra de los estudiantes de nivel medio de educación inscritos en el año de 1994 en la República de Guatemala, clasificados por edad y sexo.

EDAD	FEMENINO		MASCULINO		TOTAL	
	No.	%	No.	%	No.	%
13	118	7.87	240	16.00	358	23.87
14	111	7.40	212	14.13	323	21.53
15	114	7.60	208	13.87	322	21.47
16	105	7.00	152	10.13	257	17.13
17	106	7.07	134	8.93	240	16.00
TOTAL	554	36.93	946	63.07	1500	100.00

La muestra total del estudio de concentración de fluoruro en la orina de los estudiantes de nivel medio de educación en la República de Guatemala, fué integrada por 1500 estudiantes comprendidos entre las edades de 13 a 17 años de los cuales el 63.07% correspondieron al sexo masculino y el 36.93% al femenino. En general la distribución fué uniforme.

**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 General No. 2

Media, desviación estandar y rango en partes por millón de fluoruro en la orina de los estudiantes de nivel medio de educación inscritos en el año de 1994 en la República de Guatemala distribuidos por departamento.

DEPARTAMENTO	No.	MEDIA	DES. EST.	RANGO
GUATEMALA	150	0.44	0.02	0.13 - 0.76
ALTA VERAPAZ	75	0.48	0.41	0.06 - 1.87
BAJA VERAPAZ	75	0.35	0.11	0.18 - 1.03
CHIQUIMULA	75	0.47	0.20	0.19 - 1.04
ZACAPA	75	0.37	0.11	0.15 - 0.61
EL PROGRESO	75	0.68	0.34	0.24 - 1.44
IZABAL	75	0.30	0.12	0.06 - 0.78
SANTA ROSA	50	0.36	0.11	0.05 - 0.67
JUTIAPA	50	0.37	0.16	0.12 - 0.82
JALAPA	50	0.26	0.10	0.03 - 0.46
CHIMALTENANGO	50	0.33	0.10	0.09 - 0.64
ESCUINTLA	50	0.35	0.13	0.01 - 0.78
SACATEPEQUEZ	50	0.43	0.13	0.20 - 0.81
SAN MARCOS	50	0.31	0.10	0.11 - 0.57
TOTONICAPAN	50	0.41	0.07	0.20 - 0.51
QUETZALTENANGO	50	0.28	0.11	0.14 - 0.68
SOLOLA	50	0.50	0.21	0.25 - 1.07
SUCHITEPEQUEZ	50	0.35	0.11	0.18 - 0.92
RETALHULEU	50	0.31	0.09	0.15 - 0.59
EL QUICHE	75	0.42	0.12	0.16 - 0.66
HUEHUETENANGO	75	0.34	0.14	0.04 - 0.81
PETEN	150	0.51	0.25	0.08 - 1.20
TOTALES	1500	0.40	0.21	0.01 - 1.87

De los 22 departamentos de la República de Guatemala, los valores mas altos de concentración de fluoruro en orina se encontraron en los estudiantes de nivel medio del departamento de El Progreso, con una media de 0.68 ppm. y una desviación estandar de 0.34 ppm y los valores mas bajos correspondieron a los estudiantes de nivel medio del departamento de Jalapa con una media de 0.26 ppm. y una desviación estandar de 0.10.

En general, las concentraciones de fluoruro en orina de los estudiantes de nivel medio es similar.

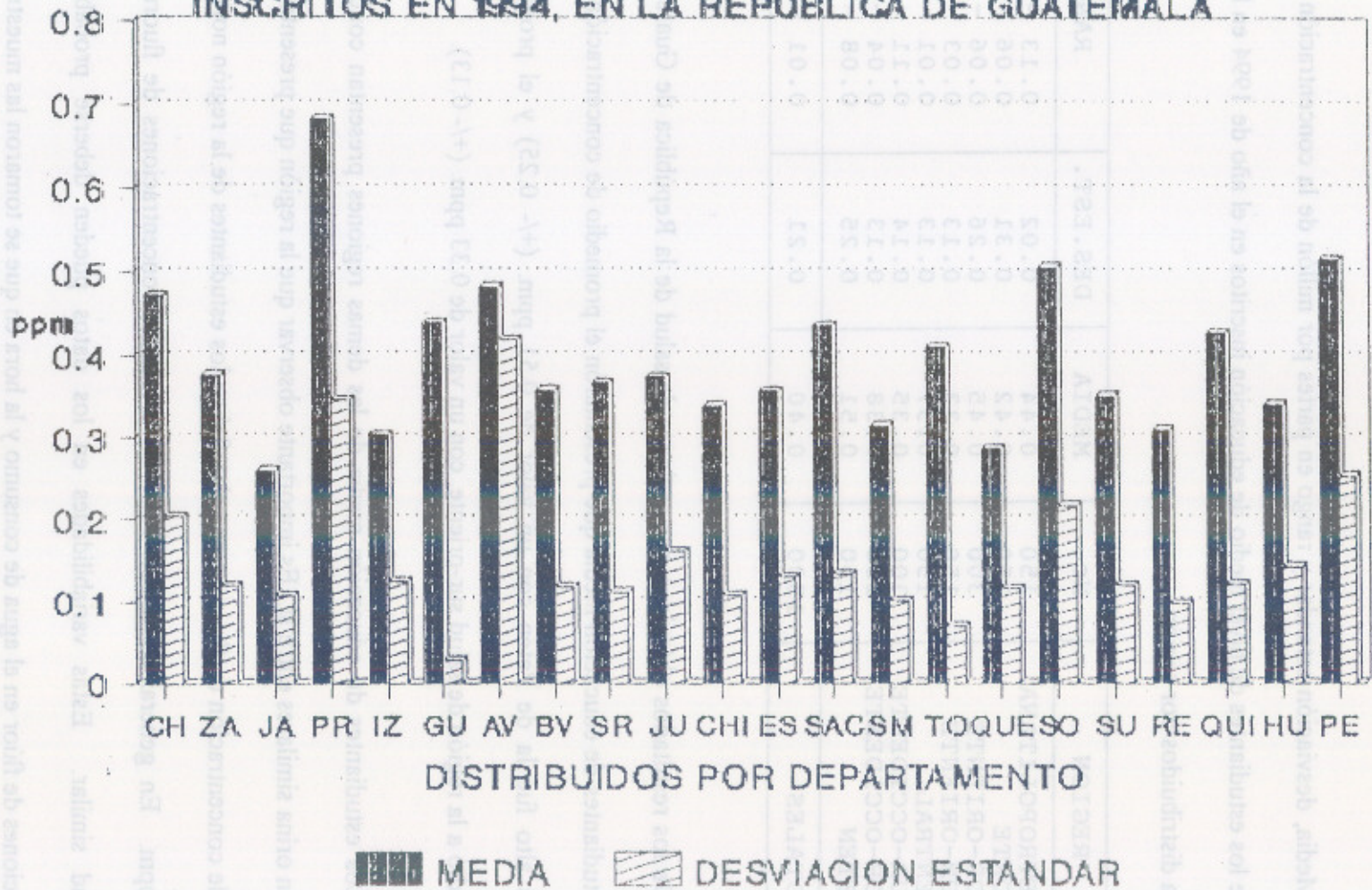
Aunque el rango fue amplio debido probablemente a el aumento de la concentración de fluoruro en el agua de consumo de algunas regiones y a la hora en que se recolectaron las muestras.

RANGO	DES. EST.	MEDIA	No.	DEPARTAMENTO
0.13 - 0.78	0.03	0.44	150	GUATEMALA
0.06 - 1.87	0.41	0.48	75	ALTA VERAPAZ
0.18 - 1.03	0.11	0.35	75	BAJA VERAPAZ
0.19 - 1.04	0.20	0.47	75	CHICUMULA
0.15 - 0.61	0.11	0.37	75	ZACAPA
0.24 - 1.44	0.34	0.68	75	EL PROGRESO
0.06 - 0.78	0.15	0.30	75	IZABAL
0.05 - 0.67	0.11	0.38	50	SANTA ROSA
0.15 - 0.82	0.16	0.37	50	JUTIAPA
0.03 - 0.46	0.10	0.26	50	JALAPA
0.09 - 0.64	0.10	0.33	50	CHIMALTENANGO
0.01 - 0.78	0.13	0.35	50	ESCUINTLA
0.20 - 0.81	0.13	0.43	50	SACATEPEQUEZ
0.11 - 0.57	0.10	0.31	50	SAN MARCOS
0.20 - 0.51	0.07	0.41	50	TOTONICAPAN
0.14 - 0.68	0.11	0.28	50	QUEZALTENANGO
0.25 - 1.07	0.21	0.50	50	SOLLA
0.18 - 0.93	0.11	0.35	50	SUCHITEPEQUEZ
0.15 - 0.53	0.09	0.31	50	RETALHULEU
0.16 - 0.66	0.12	0.42	75	EL QUICHE
0.04 - 0.81	0.14	0.34	75	HUEHUETENANGO
0.08 - 1.20	0.25	0.51	150	PETEN
0.01 - 1.87	0.21	0.40	1500	TOTALES

De los 22 departamentos de la República de Guatemala, los valores más altos de concentración de fluoruro en orina se encontraron en los estudiantes de nivel medio del departamento de El Progreso, con una media de 0.68 ppm y una desviación estándar de 0.34 ppm y los valores más bajos correspondieron a los estudiantes de nivel medio del departamento de Jalapa con una media de

0.26 ppm y una desviación estándar de 0.10.

### 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

### Cuadro General No. 3

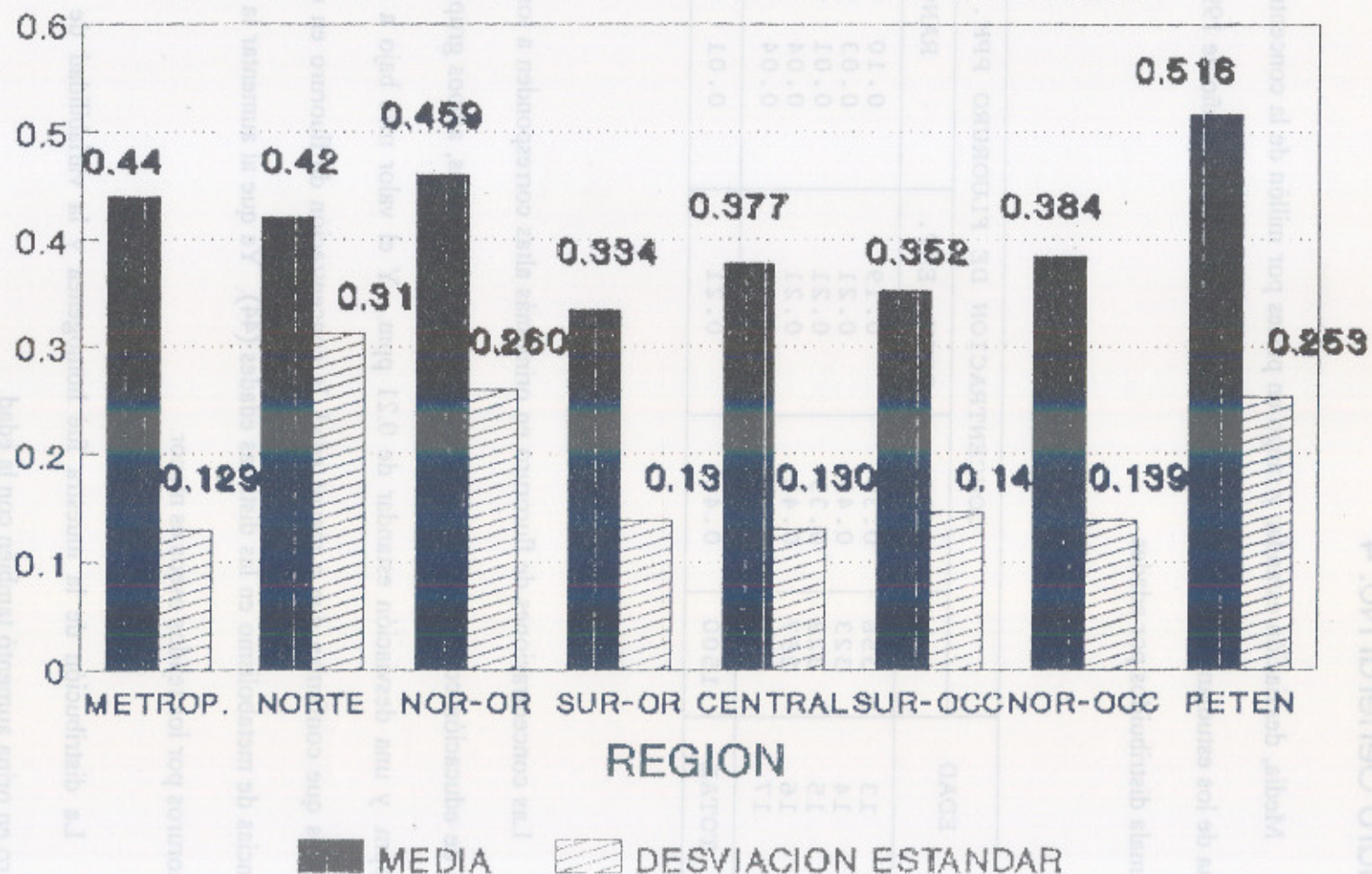
Media, desviación estandar y rango en partes por millón de la concentración de fluoruro en la orina de los estudiantes de nivel medio de educación inscritos en el año de 1994 en la República de Guatemala distribuidos por región.

REGION	No.	MEDIA	DES. EST.	RANGO
METROPOLITANA	150	0.44	0.02	0.13 - 0.76
NORTE	150	0.42	0.31	0.06 - 1.87
NOR-ORIENTE	300	0.45	0.26	0.06 - 1.44
SUR-ORIENTE	150	0.33	0.13	0.03 - 0.82
CENTRAL	150	0.37	0.13	0.01 - 0.81
SUR-OCCIDENTE	300	0.35	0.14	0.11 - 1.07
NOR-OCCIDENTE	150	0.38	0.13	0.04 - 0.81
PETEN	150	0.51	0.25	0.08 - 1.20
TOTALES	1500	0.40	0.21	0.01 - 1.87

De los resultados obtenidos por regiones de salud de la República de Guatemala; la región con los estudiantes de educación media que presentaron el promedio de concentración de fluoruro en orina mas alto fué la de Petén con un valor de 0.51 ppm. (+/- 0.25) y el promedio mas bajo correspondió a la región de salud sur-oriente, con un valor de 0.33 ppm. (+/- 0.13).

Los estudiantes de educación media de las demas regiones presentan concentraciones de fluoruro en orina similares entre sí. Es importante observar que la región que presento el dato aislado más alto de concentración de fluoruro en orina fué en los estudiantes de la región norte, con un valor de 1.87 ppm. En general las demas regiones presentan concentraciones de fluoruro en orina y variabilidad similar. Estas variabilidades en los datos pueden deberse probablemente a las concentraciones de flúor en el agua de consumo y la hora en que se tomaron las muestras.

**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 General No. 4

Media, desviación estándar y rango en partes por millón de la concentración de fluoruro en la orina de los estudiantes de nivel medio de educación inscritos en el año de 1994 en la República de Guatemala distribuidos por edades.

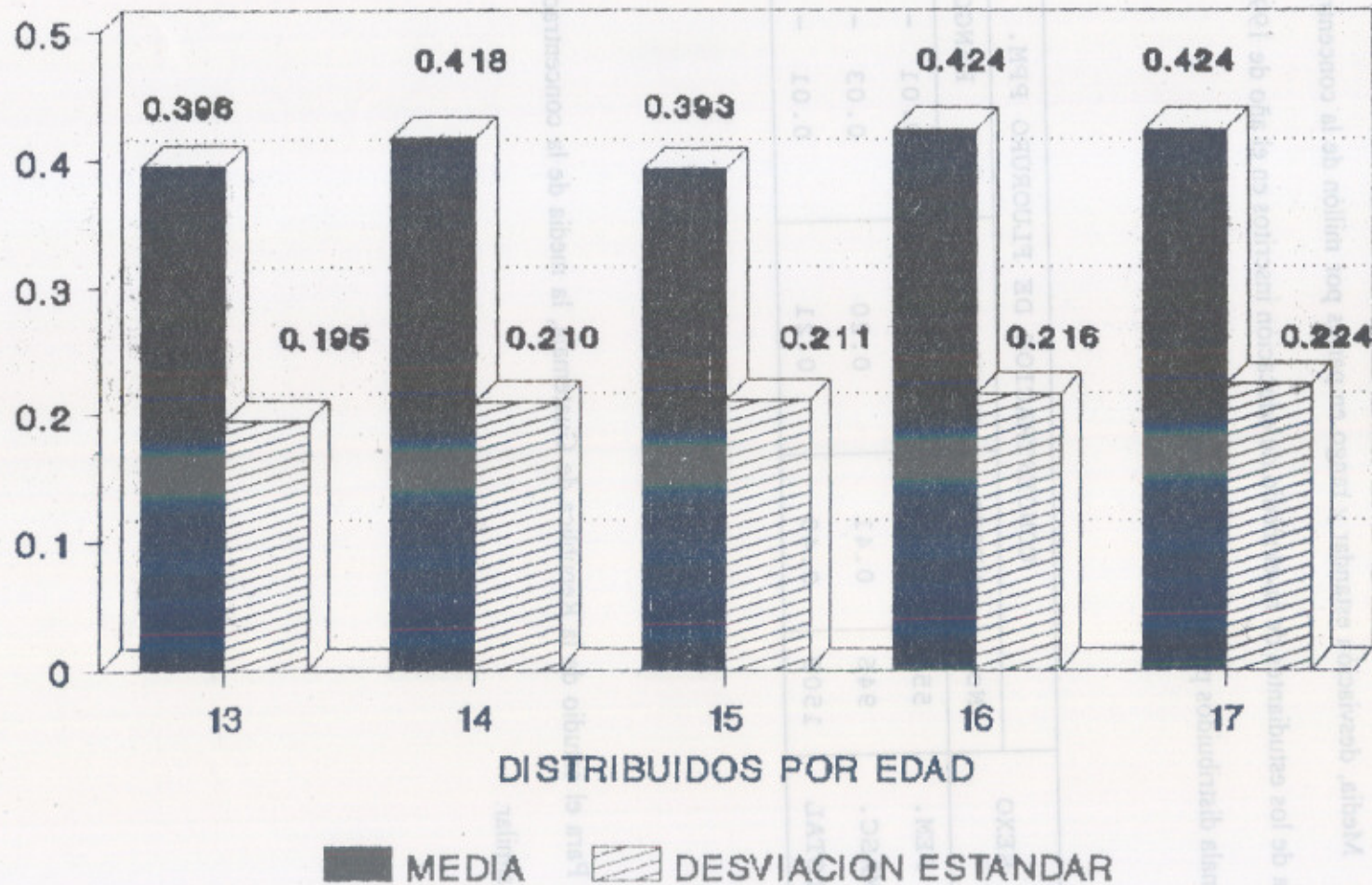
EDAD	CONCENTRACION DE FLUORURO PPM.			
	No.	MEDIA	DESV. EST.	RANGO
13	358	0.39	0.19	0.10 - 1.37
14	323	0.41	0.21	0.03 - 1.43
15	322	0.39	0.21	0.01 - 1.87
16	257	0.42	0.21	0.04 - 1.38
17	240	0.42	0.22	0.04 - 1.43
TOTAL	1500	0.40	0.21	0.01 - 1.87

Las concentraciones de fluoruro en orina más altas corresponden a los estudiantes de nivel medio de educación comprendidos en las edades de 16 y 17 años, ambos grupos con una media de 0.42 ppm. y una desviación estándar de 0.21 ppm. Y el valor más bajo a la edad de 15 años, resultados que confirman que a mayor edad, la concentración de fluoruro en orina aumenta por la diferencias de metabolismo en las distintas edades (44). Ya que al aumentar la edad la captación de los fluoruros por los tejidos óseos es menor.

La distribución de la muestra fué homogénea y la variabilidad de la concentración de fluoruro en orina aumentó también con la edad.

**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**

16



GRAFICA GENERAL NO.4

Cuadro General No. 2

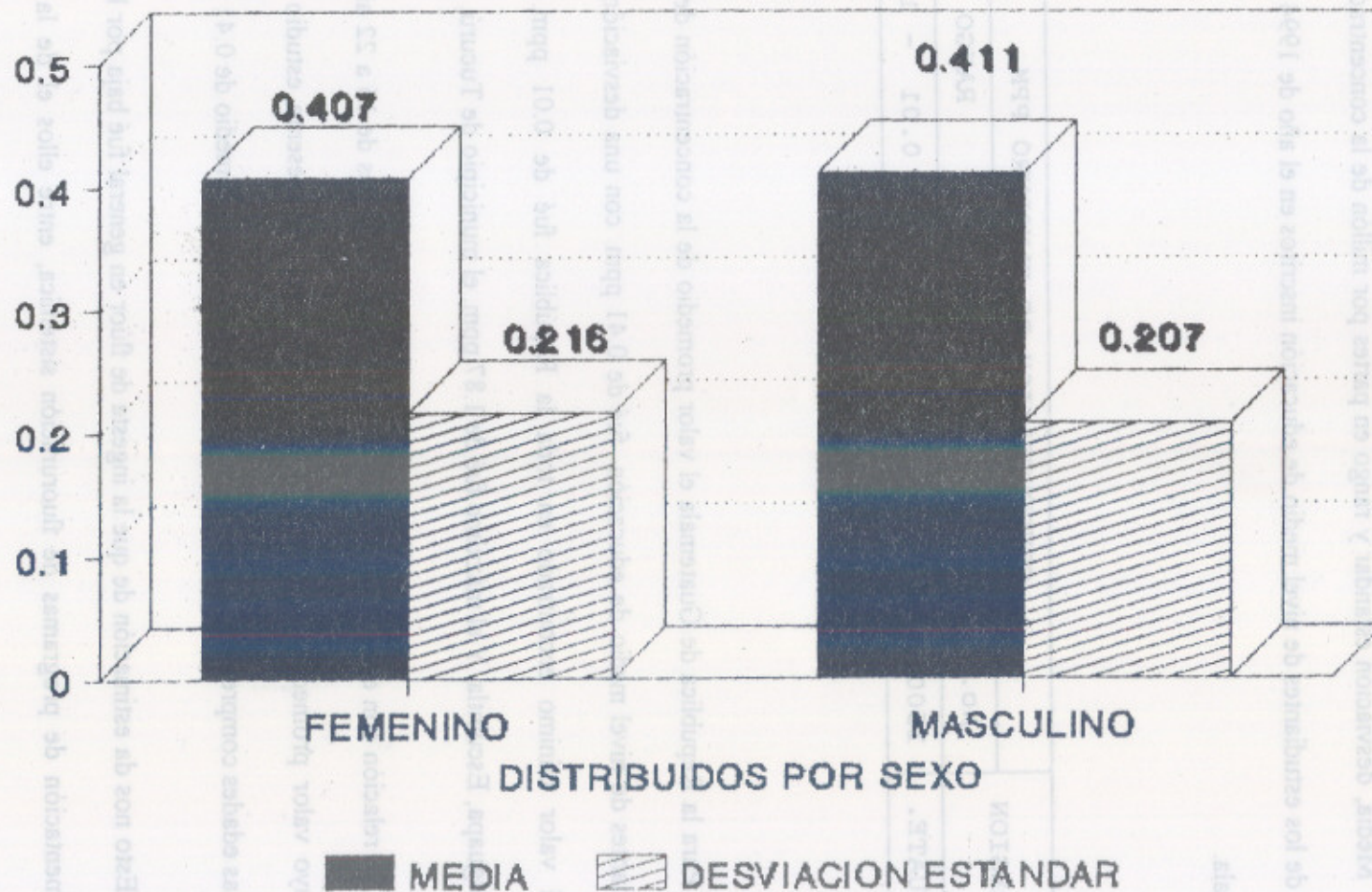
## Cuadro General No. 5

Media, desviación estandar y rango en partes por millón de la concentración de fluoruro en la orina de los estudiantes de nivel medio de educación inscritos en el año de 1994 en la República de Guatemala distribuidos por Sexo.

SEXO	CONCENTRACION DE FLUORURO PPM.			
	No.	MEDIA	DESV. EST.	RANGO
FEM.	554	0.40	0.21	0.01 - 1.87
MASC.	946	0.41	0.20	0.03 - 1.44
TOTAL	1500	0.40	0.21	0.01 - 1.87

Para el estudio de la República de Guatemala, la media de la concentración de fluoruro en orina es similar.

**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 General No. 6

Media, desviación estandar y rango en partes por millón de la concentración de fluoruro en la orina de los estudiantes de nivel medio de educación inscritos en el año de 1994 en la República de Guatemala.

REGION	CONCENTRACION DE FLUORURO PPM.			
	No.	MEDIA	DESV. EST.	RANGO
GUATE.	1500	0.40	0.21	0.01 - 1.87

Para la República de Guatemala el valor promedio de la concentración de fluoruro en orina en estudiantes de nivel medio de educación fué de 0.41 ppm. con una desviación estandar de 0.21 ppm. El valor minimo encontrado en toda la República fué de 0.01 ppm. en Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla. Y el máxximo fué de 1.87 ppm. el municipio de Tukurú, Alta Verapaz.

En relación con el estudio realizado en Costa Rica en edades de 16 a 22 años, en febrero de 1992; cuyo valor promedio fué de 0.39 ppm., los valores del presente estudio fueron similares; estando las edades comprendidas entre 13 y 17 años con un valor promedio de 0.41 ppm.

Esto nos da estimación de que la ingesta de flúor en general fué baja por lo cual se justifica la implementación de programas de fluoruración sistémica, entre ellos el de la sal de consumo humano.

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

[F] Agua [F] Colección Total  $rO = 0.25$

[F] Agua [F] Media Orina  $rO = 0.39$

[F] Colección Total [F] Media Orina  $rO = 0.77$

Se determinó a nivel nacional una relación positiva entre las 3 variables, existiendo una asociación de baja magnitud tanto entre la concentración de fluoruro en agua y la concentración de fluoruro en las colecciones totales de orina así como entre la concentración de fluoruro en el agua de consumo y el promedio de concentración de fluoruro en orina, esto debido probablemente a que el agua de consumo de los institutos no es la principal fuente de abastecimiento de los estudiantes de la muestra.

Entre las variables concentración de fluoruro en las colecciones totales de orina y promedio de concentración de fluoruro en orina existe una alta asociación.

Ambas variables son indicadoras del metabolismo del fluoruro en el organismo, por lo que se puede asumir que ambas dan una estimación adecuada de la ingesta de fluoruro.

## 10. Conclusiones

1. Los estudiantes que presentaron los valores mas altos de fluoruro en orina fueron del Instituto de Educación Básica Mixto por Cooperativa de Sayaxché, con un promedio de concentración de orina de 0.89 ppm. y la mas baja fué en el Instituto Oficial Mixto de Educación Básica con Orientación Ocupacional. con un promedio de 0.32 ppm.
2. Los estudiantes de nivel medio de educación de 14 años de la región de salud de Petén presentan la concentración mas alta de fluoruro en orina (0.62 ppm.) y los de 15 años la mas baja, con una concentración de 0.41 ppm.
3. En cuanto al sexo, el que presento mayor concentración de flúor en orina fué el masculino con 0.57 ppm. y el menor el femenino con una concentración en orina de 0.43 ppm.
4. La concentración de orina encontrada en los estudiantes de nivel medio de educación de la región de salud de Petén fué de 0.51 ppm.; la cual es superior a la encontrada en las demas regiones de la República y en las del estudio realizado en adolescentes comprendidos entre las edades de 16 a 22 años en Costa Rica.
5. A nivel nacional los estudiantes del departamento de El Progreso presentaron la mayor concentración (0.68 ppm.) y la mas baja los estudiantes del departamento de Jalapa (0.26). siendo estas concentraciones mas bajas que el estudio realizado en Costa Rica. (18).
6. La ingesta de flúor en los estudiantes de nivel medio de educación en la región de salud de Petén es baja, lo que se puede deducir a traves de los resultados de concentración de flúor en orina en partes por millón la cual fue de 0.51 ppm.

7. La ingesta de flúor en los estudiantes de nivel medio de educación a nivel de la República de Guatemala es baja, lo que se puede deducir a través de los resultados de concentración de flúor en orina en partes por millón la cual fue de 0.40 ppm.
8. La técnica utilizada fué la adecuada para este tipo de investigación por su confiabilidad y reproductividad.
9. Existe una relación positiva entre los promedios de la concentración de flúor en orina y las concentraciones de flúor en las colecciones totales de orina.

## 11. Recomendaciones

1. Tomar en cuenta los datos obtenidos en esta investigación antes de implementar cualquier programa de fluoruración en la sal de consumo humano a nivel nacional.
2. Realizar estudios de este tipo en preescolares y adultos a nivel nacional con la misma metodología que se ha utilizado en las investigaciones realizadas en escolares y estudiantes de nivel medio de educación. Esto con el objeto de obtener un marco de referencia en lo relativo a las concentraciones de fluoruro en orina.
3. En base a la revisión bibliográfica se recomienda la fluoruración de la sal como alternativa para la prevención de caries dental y enfermedad periodontal, por ser una medida efectiva, de bajo costo, de amplia cobertura y accesible a la población.
4. Utilizar el indicador concentración de fluoruro en orina como medida de control y seguimiento de la fluoruración sistémica de la sal de consumo humano.

## 12. Limitaciones:

Por este medio autorizo al estudiante de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, \_\_\_\_\_ a que obtenga muestras de

\_\_\_\_\_ de los estudiantes del Instituto \_\_\_\_\_, el cual se encuentra asignado,

como parte del trabajo de curso del estudio de tesis "Comparación de Fluoruro en la Orale de

los Estudiantes de Nivel Medio Superior en el Círculo 1804 En la Región de Salud \_\_\_\_\_ que

1. Falta de colaboración de algunos estudiantes para la toma de la muestra.
2. Dificultad en la adquisición de equipo de laboratorio para el análisis de las muestras

\_\_\_\_\_ comprende los departamentos de \_\_\_\_\_

(i)

\_\_\_\_\_  
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 los departamentos de \_\_\_\_\_."

(f)

\_\_\_\_\_

DIRECTOR (A)



# Anexo 3

ANEXO 3

Distribución de datos obtenidos en el trabajo de campo de concentración de fluoruro en la orina de los estudiantes de nivel medio de educación inscritos en el año de 1994 en la región de salud de Petén.

INSTITUTO: OFICIAL MIXTO BASICO OCUPACIONAL POPTUN							
No. Mues.	Edad	Sexo	Grado	Volumen Ml.	Concent de F.	1ra. hora.	Ult. hora.
1	15	M	3ro.	131	0.30	6:30	9:20
2	15	M	3ro.	176	0.23	6:30	9:30
3	15	M	3ro.	146	0.31	6:00	9:10
4	16	M	3ro.	122	0.35	5:30	9:40
5	16	F	3ro.	134	0.29	6:30	9:45
6	16	F	3ro.	138	0.24	6:00	9:45
7	14	F	3ro.	94	0.37	6:45	9:45
8	13	M	1ro.	146	0.32	5:30	9:45
9	14	M	1ro.	132	0.21	7:00	10:30
10	13	M	1ro.	244	0.22	5:00	9:15
11	13	F	1ro.	142	0.69	6:00	9:45
12	13	M	1ro.	50	0.55	6:30	9:55
13	16	M	3ro.	218	0.56	6:15	9:50
14	16	M	3ro.	112	0.08	6:30	9:15
15	16	F	2do.	238	0.30	6:00	9:45
16	13	F	2do.	298	0.28	6:20	9:45
17	15	F	2do.	88	0.13	6:30	9:45
18	16	F	1ro.	230	0.43	6:20	9:45
19	16	F	1ro.	92	0.31	6:00	9:45
20	17	F	1ro.	154	0.23	5:30	9:45
21	15	M	3ro.	240	0.37	6:00	9:30
22	15	F	3ro.	70	0.44	6:30	9:55
23	14	F	3ro.	110	0.29	6:30	9:30
24	15	F	3ro.	134	0.31	6:00	9:55
25	14	F	3ro.	136	0.30	6:30	9:55

FLUORURO EN EL AGUA DE CONSUMO EN PPM. 0.07

FLUORURO EN LAS COLECCIONES TOTALES DE ORINA EN PPM. 0.31

INSTITUTO: NACIONAL BASICO OCUPACIONAL SAN BENITO							
No. Mues.	Edad	Sexo	Grado	Volumen Ml.	Concent de F.	1ra. hora.	Ult. hora.
1	15	M	1ro.	134	0.27	6:30	10:04
2	14	M	1ro.	50	0.39	6:00	10:00
3	13	M	1ro.	78	0.34	6:30	10:00
4	13	M	1ro.	250	0.37	4:00	10:00
5	13	M	1ro.	332	0.40	7:00	10:45
6	13	M	1ro.	138	0.32	6:00	9:55
7	14	M	1ro.	84	0.34	7:35	10:05
8	15	M	1ro.	58	0.41	6:30	10:05
9	13	M	1ro.	74	0.75	6:00	10:03
10	16	M	1ro.	94	0.42	8:00	9:50
11	13	M	1ro.	90	0.40	6:00	9:55
12	13	M	1ro.	90	0.38	6:00	9:50
13	15	M	3ro.	170	0.32	6:00	10:00
14	14	M	3ro.	102	0.37	6:00	10:05
15	16	M	3ro.	56	0.31	6:00	10:00
16	16	M	3ro.	60	0.30	6:00	10:00
17	16	M	3ro.	92	0.28	6:00	10:00
18	15	F	3ro.	240	0.23	6:00	10:00
19	17	F	3ro.	70	0.37	5:45	10:00
20	14	F	3ro.	166	0.33	6:20	10:02
21	14	F	3ro.	98	0.32	6:00	10:04
22	14	F	3ro.	64	0.40	6:15	10:03
23	16	F	3ro.	250	0.39	6:30	10:03
24	14	M	3ro.	66	0.38	6:10	9:56
25	15	M	3ro.	220	0.26	5:00	10:05

FLUORURO EN EL AGUA DE CONSUMO EN PPM. 0.16

FLUORURO EN LAS COLECCIONES TOTALES DE ORINA EN PPM 0.38

INSTITUTO: PRIVADO MAESTRAS DE PARVULOS SAN BENITO

No. Mues.	Edad	Sexo	Grado	Volumen Ml.	Concent de F.	1ra. hora.	Ult. hora.
1	16	F	4to.	160	0.31	9:00	16:00
2	17	F	4to.	70	0.44	7:00	16:00
3	16	F	4to.	94	0.37	9:00	17:05
4	16	F	4to.	58	0.28	9:15	16:20
5	16	F	4to.	50	0.34	7:30	16:50
6	17	F	4to.	66	0.33	8:00	17:00
7	16	F	4to.	170	0.38	7:30	15:45
8	15	F	4to.	70	0.34	9:00	15:30
9	16	F	4to.	96	0.55	9:30	15:30
10	14	F	4to.	50	0.36	9:00	16:15
11	16	F	4to.	50	0.39	7:00	17:00
12	16	F	4to.	78	0.45	9:00	16:55
13	17	F	5to.	52	0.36	7:00	15:50
14	15	F	4to.	64	0.45	10:30	15:45
15	16	F	4to.	72	0.39	9:00	15:00
16	16	F	4to.	54	0.35	10:20	16:00
17	17	F	4to.	82	0.43	6:30	17:00
18	16	F	4to.	66	0.70	7:00	16:45
19	16	F	4to.	50	0.36	8:00	15:05
20	16	F	4to.	52	0.69	8:00	16:45
21	16	F	4to.	146	0.34	6:00	16:30
22	17	F	5to.	114	0.26	8:30	16:55
23	17	F	5to.	76	0.25	9:30	17:30
24	16	F	5to.	56	0.57	8:00	15:55
25	16	F	5to.	68	0.55	8:00	16:50

FLUORURO EN EL AGUA DE CONSUMO EN PPM. 0.12

FLUORURO EN LAS COLECCIONES TOTALES DE ORINA EN PPM 0.41

INSTITUTO: PARTICULAR MIXTO NOCTURNO DIEGO CETINA SANTA E.							
No. Mues.	Edad	Sexo	Grado	Volumen Ml.	Concent de F.	1ra. hora.	Ult. hora.
1	17	M	1ro.	54	0.43	15:30	20:00
2	15	M	1ro.	58	0.42	18:30	20:00
3	14	M	1ro.	248	0.58	17:00	19:55
4	15	M	1ro.	152	0.62	12:30	19:50
5	14	F	1ro.	52	0.43	18:30	19:45
6	14	M	2do.	164	0.40	14:00	19:55
7	15	M	2do.	110	0.56	15:00	20:40
8	15	M	2do.	48	0.39	17:30	19:55
9	13	M	2do.	68	0.56	17:00	19:50
10	16	M	2do.	74	0.55	20:00	19:50
11	17	M	2do.	182	0.36	13:00	20:00
12	13	M	2do.	96	0.43	12:00	20:00
13	17	M	2do.	62	1.20	17:00	20:40
14	18	M	2do.	142	0.74	15:00	20:15
15	16	M	2do.	54	0.90	18:00	20:45
16	16	M	2do.	62	0.70	16:00	19:00
17	17	M	2do.	54	0.44	17:10	20:00
18	15	M	2do.	66	0.73	12:10	20:00
19	17	M	2do.	38	0.98	18:00	20:00
20	16	F	4to.	106	0.70	17:30	20:00
21	16	M	4to.	100	0.59	18:00	20:00
22	16	M	4to.	364	0.26	12:10	20:00
23	17	M	4to.	64	0.39	16:20	20:00
24	15	M	2do.	58	0.39	17:00	20:20
25	17	M	3ro.	30	0.54	16:30	20:25

FLUORURO EN EL AGUA DE CONSUMO EN PPM. 0.16

FLUORURO EN LAS COLECCIONES TOTALES DE ORINA EN PPM 1.05

INSTITUTO: EDUCACION BASICA MIXTO POR COOPERATIVA SAYAXCHE

No. Mues.	Edad	Sexo	Grado	Volumen Ml.	Concent de F.	1ra. hora.	Ult. hora.
1	14	M	2do.	50	0.87	7:00	15:00
2	16	M	3ro.	30	0.97	6:00	15:20
3	13	M	1ro.	32	0.90	6:30	15:20
4	13	M	1ro.	42	0.56	12:00	15:25
5	16	M	3ro.	72	0.58	9:30	15:25
6	14	M	1ro.	54	0.87	12:00	15:27
7	14	M	1ro.	26	0.97	7:00	15:30
8	14	M	1ro.	40	0.86	11:30	15:25
9	14	M	1ro.	52	0.70	7:00	15:30
10	13	M	1ro.	54	0.70	11:00	15:30
11	14	M	1ro.	66	0.90	8:00	15:25
12	12	M	1ro.	62	0.97	9:00	15:25
13	14	M	1ro.	90	1.05	12:00	15:30
14	13	M	1ro.	30	1.10	10:30	15:30
15	14	M	1ro.	70	0.90	9:00	15:35
16	16	M	3ro.	70	1.07	12:00	15:45
17	13	M	1ro.	84	1.15	8:00	15:40
18	13	M	2do.	48	1.14	6:00	15:30
19	16	M	3ro.	72	1.08	12:00	15:25
20	13	M	1ro.	46	1.16	7:00	15:30
21	14	M	1ro.	30	1.08	9:00	15:35
22	13	F	1ro.	84	0.35	8:00	15:40
23	14	F	1ro.	68	1.10	8:30	15:45
24	13	F	1ro.	74	0.33	8:00	15:50
25	14	F	1ro.	60	0.91	12:00	16:05

FLUORURO EN EL AGUA DE CONSUMO EN PPM. 0.05

FLUORURO EN LAS COLECCIONES TOTALES DE ORINA EN PPM 1.08

INSTITUTO: EDUCACION BASICA POR COOPERATIVA SAN ANDRES							
No. Mues.	Edad	Sexo	Grado	Volumen Ml.	Concent de F.	1ra. hora.	Ult. hora.
1	14	M	1ro.	40	0.43	7:00	14:20
2	13	M	1ro.	226	0.60	6:30	14:10
3	13	M	1ro.	70	0.43	9:30	14:50
4	14	M	1ro.	54	0.61	8:30	14:53
5	13	M	1ro.	65	0.54	12:00	14:55
6	13	M	1ro.	60	0.43	7:30	15:30
7	13	F	1ro.	54	0.55	12:00	15:40
8	16	F	1ro.	160	0.41	7:30	15:15
9	14	F	1ro.	166	0.33	11:30	15:15
10	14	M	2do.	70	0.57	12:30	15:15
11	14	M	2do.	88	0.73	9:00	15:15
12	14	M	2do.	42	0.54	12:30	15:40
13	14	M	2do.	62	0.96	11:00	15:15
14	14	M	2do.	92	0.43	12:30	15:10
15	16	M	2do.	68	0.58	12:00	15:10
16	16	M	2do.	100	0.58	12:20	14:05
17	15	F	2do.	60	1.06	12:30	14:10
18	14	F	2do.	140	0.43	12:20	16:00
19	13	F	2do.	214	0.41	11:30	14:57
20	15	M	3ro.	122	0.55	12:00	14:00
21	17	M	3ro.	66	0.57	11:30	14:10
22	15	F	3ro.	120	0.54	11:30	16:00
23	15	F	3ro.	124	0.40	7:30	16:57
24	15	M	3ro.	30	0.41	12:00	16:00
25	15	F	3ro.	70	0.39	7:00	14:50

FLUORURO EN EL AGUA DE CONSUMO EN PPM. 0.22

FLUORURO EN LAS COLECCIONES TOTALES DE ORINA EN PPM 0.39



## 13. 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. 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), Guatemala Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología 1991. pp. 2-14.
4. Armstrong, W.D., I. Gedalia, L. Singer, J.A. Weatherell y S.M. Weidmann. Distribución de los fluoruros en el organismo. En: 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. Przahl Lek, 46(12):793-797 1989.
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. Díaz, 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 Fluoración de la Sal; Memoria [realizado] del 4 al 10 de octubre de 1992 [por] Programa de Fluoración 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 OPS/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. 88-91.
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. 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. Machuca M., S.E. Análisis de la situación de salud por regiones. Guatemala, Oficina Panamericana de la Salud, 1992. pp. 29-97. (Publicaciones Científicas y Técnicas).



27. Marthaler, T. Aspectos cuantitativos del flúor en el cuerpo humano; ocurrencia e ingesta. (Resumen). trabajo presentado durante la Primera Reunión de expertos sobre la fluoración y yodación de la Sal de consumo humano. Antigua Guatemala, Guatemala, Nov. 17-21, 1986. 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. 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), Guatemala Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología 1988 pp. 104-111.
33. Messer, H.H. y L. Singer. Flúor. Traducido [del inglés] por Manuel González. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología Departamento de Educación Odontológica 1988 pp. 1-8.
34. Newburn, E. Fluorides and dental caries. 2nd ed. Illinois, Charles C. Thomas, 1975 pp. 31-78.
35. Quiñonez A., E.A. Concentración de flúor en el agua de consumo humano del departamento de Izabal. Tesis (Cirujano Dentista), Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología 1985 pp. 32-67.



36. Sognaes, J. The physiology of fluoride. Int Dent J 12:2, 1962.
37. Sánchez, R.J. Relación entre la concentración de fluoruro en el agua de consumo y la excreción y concentración de fluoruro en orina en una muestra de escolares de las Fincas Bananeras del Municipio de Los Amates, Izabal. Tesis (Cirujano Dentista), Guatemala Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología 1992 pp. 8-56.
38. Sánchez, R. Epidemiología de las enfermedades y clínicas del aparato estomatológico de los escolares del nivel primario de Guatemala, estudio por regiones. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1992.
39. \_\_\_\_\_. Las enfermedades bucales y el flúor. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1992. pp. 1-5.
40. Smith, F.A., D.E. Gardner 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., C. Relación entre la concentración de fluoruro en el agua de consumo y la excreción y concentración de fluoruro en orina en una muestra de escolares de las Fincas Bananeras del Municipio de Los Amates, Izabal. Tesis (Cirujano Dentista), Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1992. pp. 8-56.
44. Whiltford, G. Control biológico de la sal fluorada. (Resumen), Trabajo presentado durante la I Reunión de expertos sobre fluoración y yodación de la sal de consumo humano. Realizada en Antigua Guatemala, Guatemala, Nov 17-21, 1986. pp. 133-155.



45. World Health Organization. Fluorine and fluorides. Geneva, WHO, 1984. pp. 37-45.
46. Wood, J.H., Ch.W. Keenan y W.B. Bull. Química general. Traducido [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.

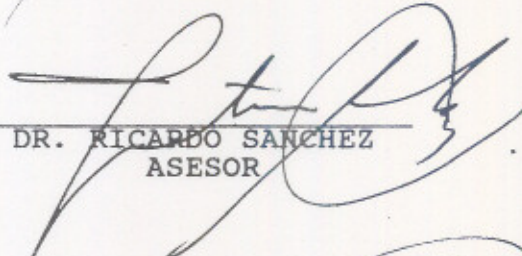
Vo. B.

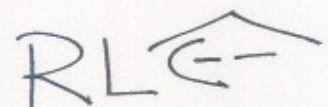
*L. de E. L.*





  
~~HERBERT ARTURO CAMPOLO~~ CAMPOLLO  
SUSTENTANTE

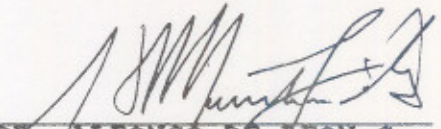
  
DR. RICARDO SANCHEZ  
ASESOR

  
DR. RICARDO LEON  
ASESOR

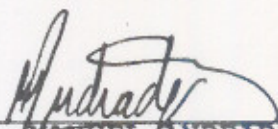
  
DR. RONALD PONCE  
ASESOR

  
DR. ERNESTO VILLAGRAN  
COMISION DE TESIS



  
DR. ALFONSO DE LEON G.  
COMISION DE INVESTIGACION

IMPRIMASE:

  
DR. MANUEL ANDRADE  
SECRETARIO GENERAL



FACULTAD DE ODONTOLOGIA.  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

