

**CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA DE LOS ESTUDIANTES DEL  
NIVEL MEDIO DE EDUCACION, INSCRITOS EN EL AÑO DE 1994 EN LA  
REGION DE SALUD SUR-OCCIDENTE QUE COMPRENDE LOS DEPARTAMENTOS  
DE SAN MARCOS, TOTONICAPAN, QUETZALTENANGO, SOLOLA,  
SUCHITEPEQUEZ, RETALHULEU.**

*Tesis Presentada por :*

**Adelma Elizabeth de León Pérez**

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

**Cirujano Dentista**

**Guatemala, Junio de 1994**

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
**Biblioteca Central**

-----

1

2

DL  
09  
1052

**JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE ODONTOLOGIA**

*Decano:* Dr. Jorge Martínez Solares  
*Vocal Primero:* Dr. Juan Luis Pérez Bran  
*Vocal Segundo:* Dr. Angel Rodolfo Soto Galindo  
*Vocal Tercero:* Dr. Victor Manuel Càmpollo 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 Pérez Bran  
*Vocal Segundo:* Dr. Ricardo Antonio Sánchez Avila  
*Vocal Tercero:* Dr. Ronald Mariano Ponce de León  
*Secretario:* Dr. Manuel Andrade Bourdet

10

11

**ACTO QUE DEDICO**

**A:** **DIOS Y LA VIRGEN MARIA**  
*que siempre han iluminado mi camino.*

**A MIS PADRES:** **RAMON DE LEON MARTINEZ**  
**ADELMA VIOLETA DE DE LEON**  
*quienes me han brindado su amor, apoyo  
y ayuda en todo momento.*

**A MIS HERMANOS:** **ANA LUCRECIA, GERARDO RAMON Y SERGIO**  
**ALFREDO,**  
*con amor.*

**A MIS TIAS:** **ALBA AGUILAR DE HUN.**  
**MARIA LUZ DE RODRIGUEZ.**  
*con cariño.*

**A MI FAMILIA EN GENERAL.**



*TESIS QUE DEDICO*

*A: LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA*

*A: LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA*

*A: EL DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGIA DEL HOSPITAL  
ROOSEVELT*

*A: MIS CATEDRATICOS.*

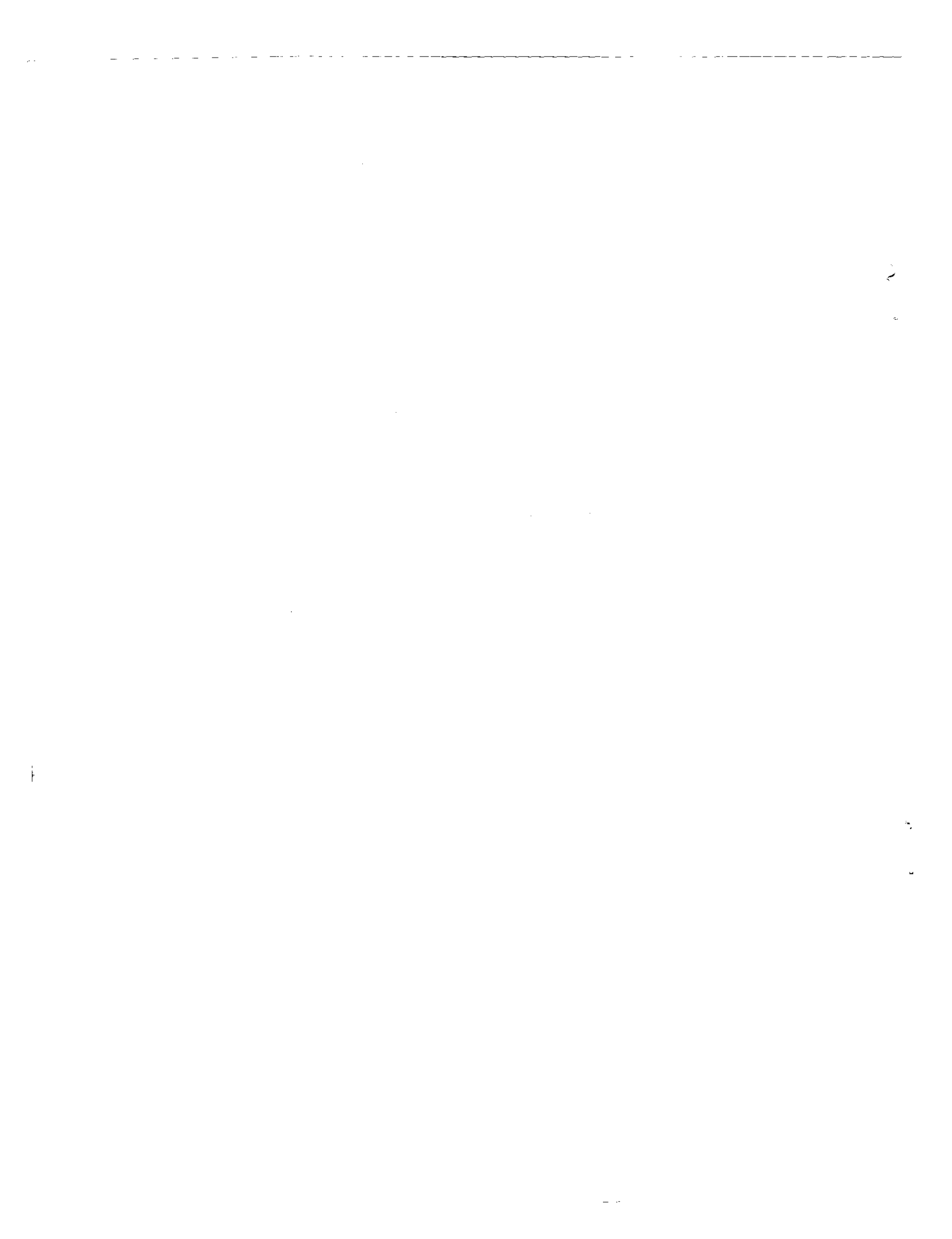
*A: MIS PADRINOS DE GRADUACION*

*Dr. Jorge Mario Santiago*

*Dr. Manuel Aníbal Miranda*

*Dr. Carlos Rodolfo Roca*

*A LOS DOCTORES: Ana Patricia Hernández,  
Benjamín Guzmán Rodríguez  
Angel Arturo Castillo*



**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA DE LOS ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO DE EDUCACION, INSCRITOS EN EL AÑO 1994 EN LA REGION DE SALUD SUR-OCCIDENTE QUE COMPRENDE LOS DEPARTAMENTOS DE SAN MARCOS, TONICAPAN, QUETZALTENANGO, SOLOLA, SUCHITEPEQUEZ Y RETALHULEU.

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

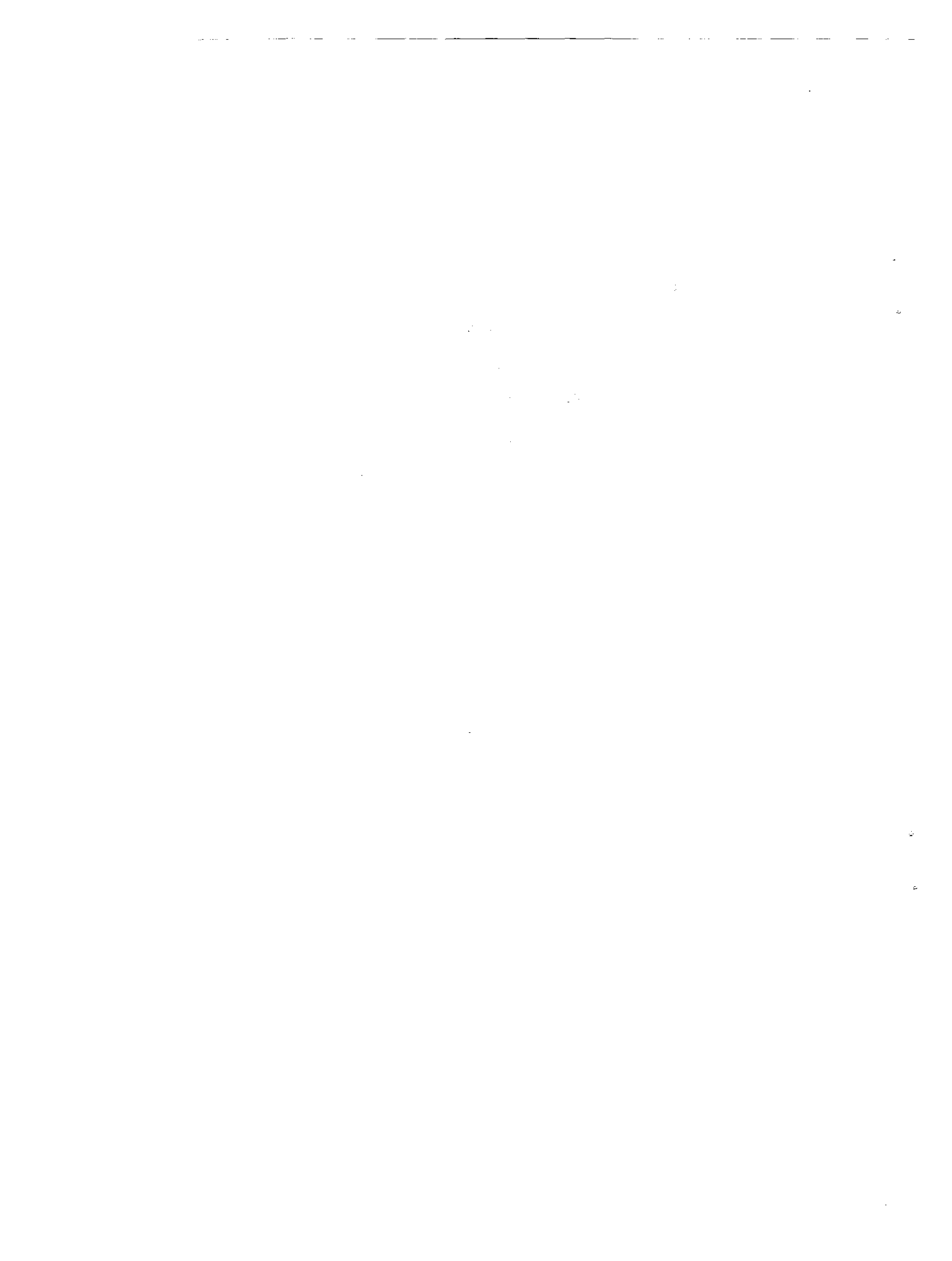
Deseo expresar mi agradecimiento especialmente a mis asesores de tesis, Drs. Ricardo Sánchez, Ricardo León, y Ronald Ponce, por su valiosa orientación en la realización de este trabajo, y a la Licda. Alba Marina de García de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala por su asesoría en el análisis de las muestras.

Y a ustedes distinguidos miembros de este Honorable Tribunal, acepten las muestras de mi más alta consideración y respeto.



## INDICE

	PAGINA
SUMARIO.....	1
INTRODUCCION .....	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	4
JUSTIFICACION .....	5
REVISION DE LITERATURA .....	7
OBJETIVOS .....	57
VARIABLES .....	58
METODOLOGIA .....	60
PRESENTACION DE RESULTADOS.....	72
CONCLUSIONES.....	95
RECOMENDACIONES.....	98
LIMITACIONES.....	99
ANEXOS .....	100
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	116



## SUMARIO

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

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

La muestra estuvo integrada por 300 alumnos de 12 escuelas de los departamentos de San Marcos, Totonicapán, Quetzaltenango, Sololá, Suchitepéquez y Retalhuleu; siendo 109 (36.33%) del sexo femenino y 191 (63.66%) del sexo masculino.

En cada escuela se recolectaron muestras de orina de 25 estudiantes, las muestras 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 de los estudiantes de la región de salud Suroccidente estuvieron comprendidos entre 0.010 a 1.87 ppm con una media de 0.409 ppm y una desviación estándar de 0.210 ppm. lo cual indica una baja ingesta de flúor en esta región; por lo que se hace necesario la implementación de programas de fluoruración sistémica.



## 1. 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 los fluoruros a la población, se puede implementar el programa de fluoruración de la sal de consumo humano el cual se ha determinado en varias investigaciones que es efectivo, de bajo costo, práctico y de amplia cobertura (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 el año 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 un 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 Suroccidente que comprende los departamentos de San Marcos, Totonicapán, Quetzaltenango, Sololá, Suchitepéquez, Retalhuleu.

Se seleccionaron aleatoriamente los institutos (conglomerados) y en cada uno de ellos 25 estudiantes, haciendo una muestra total de 300 para esta región, de los cuales se obtuvo muestras de orina que posteriormente fueron analizadas en un 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.

En la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala se ha venido trabajando en el planteamiento, desarrollo, legislación e implementación de programas de fluoruración sistémica tales como el de la sal de consumo humano como alternativa de programas preventivos de las principales enfermedades bucales (caries dental y enfermedad periodontal). Para el desarrollo de estos programas es necesario realizar investigaciones de carácter epidemiológico, entre ellos los relacionados con las estimaciones de los niveles de la ingesta de flúor en la población, a través de la concentración de flúor en la orina. Por tal motivo en el año 1993 se realizó un estudio para determinar la concentración de flúor en orina de escolares comprendidos de 6-12 años a nivel Nacional. Debido a que el metabolismo de los flúoros difiere las distintas edades, en el presente estudio se realizó con el propósito de dar respuesta a las siguientes interrogantes: ¿Cuál es la concentración de flúor en orina de los estudiantes del nivel medio de educación, comprendidos entre las edades de 13-17 años inscritos en 1994, en la región de salud Suroccidente que comprende los departamentos de San Marcos, Totonicapán, Quetzaltenango, Sololá, Suchitepéquez y Retalhuleu? ¿Cuál es la concentración de flúor en el agua de consumo de los diferentes establecimientos donde se realizará el estudio? ¿Cuál es la concentración de flúor en orina de los estudiantes de educación por instituto?



### 3. JUSTIFICACION

En Guatemala, específicamente en la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos, se ha venido trabajando en el planteamiento, desarrollo, legislación e implementación de programas de fluoruración sistémica tales como, el de la sal de consumo humano como alternativa de programas preventivos de alta cobertura.

Para la realización de estos programas es necesario hacer estudios base, para determinar la ingesta de fluoruro en la población, los cuales se pueden hacer analizando fluidos corporales como la orina, que es la más comúnmente utilizada por su fiabilidad y su fácil recolección. Se recomienda realizar los estudios basales en diferentes grupos de edad, porque la edad es el factor que más fuertemente influye en la captación de flúor 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 hace 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 de educación inscritos en el año

escolar de 1994 en el área de salud de Suroccidente que comprende los departamentos de San Marcos, Totonicapán, Quetzaltenango, Sololá, Suchitepéquez y Retalhuleu. Los estudiantes están comprendidos entre los 13-17 años porque constituyen un grupo homogéneo, constante en el tiempo, ubicados en todas las áreas del país, distribuidos por niveles o grados, distribuidos por sexo.

En el estudio se determinó la concentración de flúor en la orina de los estudiantes y al mismo tiempo se recolectaron muestras del agua de consumo en los distintos institutos lo que se utilizó como puntos de comparación.

Los resultados obtenidos servirán para estimar, controlar, así como modificar la dosis de fluoruro que se deberá aplicar en el programa de fluoración sistémica.

#### 4. REVISIÓN DE LITERATURA

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

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

Las enfermedades bucales, especialmente la caries dental y enfermedad periodontal, 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 se refleja en las magnitudes de los índices conocidos y su tendencia es a mantenerse o a incrementarse. Debido a las perspectivas anteriores, se hace evidente que la implementación de programas preventivos sería el único medio que permitiría la reducción de la prevalencia de estas enfermedades.(38)

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

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

El flúor es el elemento más reactivo de todos los elementos químicos, (41) su aspecto a temperatura ambiente es de un gas verde amarillento; su punto de fusión es de  $-218$  C, su punto de ebullición corresponde a  $-188$  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)

#### **EFEECTO REDUCTOR DE LA CARIES**

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

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

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

c) Al producirse la reprecipitación de los fosfatos de reducirá también la solubilidad.

b) El esmalte tendrá menos cantidad de carbonatos, lo cual unidad de volumen susceptible a ser disuelto.

estabilizando las uniones y presentando menos superficie, por cristales más grandes y con menos imperfecciones, más insoluble frente a los ácidos, mediante la formación de

a) La incorporación del ion fluor, hace que el esmalte sea de la reducción de la caries, así:

Basándose en ella se pueden resumir los complejos mecanismos La primera es la más aceptada y mejor fundamentada.

bacterianas productoras de los ácidos que atacan el esmalte.

2. La acción antibacterial; el fluor inhibe las enzimas

ácidos.

fortalecimiento haciendolo más resistente a los ataques

1. La acción físico-química consiste en el

suscitado gran interés:

en la prevención de la caries dental, pero existen dos que han

Existen varias teorías sobre el modo de acción de fluor

tiempo de exposición. (35)

la concentración de fluoruro en la solución, el pH y del esmalte cantidades significativas de fluoruro, dependiendo de

Durante una aplicación tópica de fluor se difunde en el

barrera de difusión y anular el efecto protector de la saliva.

disolución del esmalte. La placa dental tiende a actuar como

directriz esta en favor del depósito más que la

respecto a la fluorapatita y a la hidroxiapatita, y la fuerza

la saliva. La saliva está normalmente sobre saturada con

calcio disueltos, el flúor favorecerá su cristalización como flúorapatita.

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

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

b) La inhibición del acúmulo de polisacáridos intracelulares. En esta forma se previene la acumulación de carbohidratos dentro de las células, impidiendo así la formación de ácidos aún cuando haya ingesta.

c) Efecto bacteriostático de flúor, solo se manifiesta con concentraciones mayores que las ideales. El flúor tiene efecto bactericida y bacteriostático sobre los estreptococos y, como es sabido el mutans es el principal formador de la placa. Esta acción está en relación a la concentración, habiéndose comprobado que 1 ppm afecta la producción de ácidos y altera la actividad metabólica, 250 ppm inhiben el crecimiento y 100 ppm tienen efecto bactericida.

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

#### **VÍAS DE INGESTA DE FLUOR.**

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

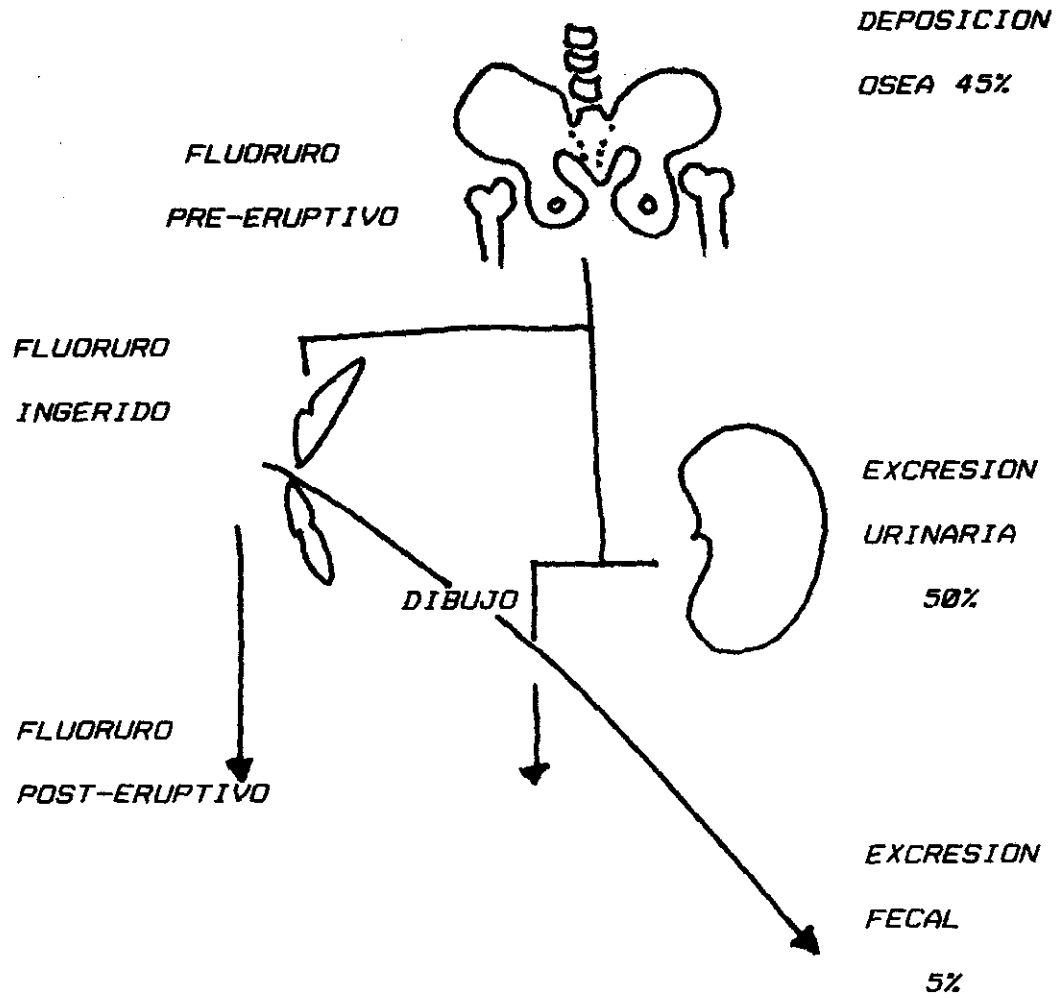


Figura No. 1

**DISTRIBUCION DE LOS FLUORUROS**

**AIRE**

Pueden encontrarse concentraciones inusuales de fluoruro

en el aire, en localidades cercanas a fábricas que producen acero o aluminio, donde el fluoruro es utilizado en dichos procesos, o bien donde exploten y procesen minerales como criolita ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ). Normalmente, el aire, debería contener aproximadamente 0.1 microgramos de fluoruro / m. ; mientras que concentraciones tan altas como 3mg/m pueden ser inspiradas por trabajadores en fábricas de aluminio. La absorción del fluoruro puede ser estimada de datos en huesos y orina. Por lo tanto, cuando aumenta la ingesta de fluoruro se encontrará más de éste en los huesos o en la orina.

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

#### AGUA POTABLE

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

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

El nivel óptimo para la reducción de caries dental sin producción indeseable de dientes moteados es de 1 ppm para climas templados, lo que provee una ingesta diaria total de

0.5 a 1 mg. de flúor por día a niños durante el período de formación dental y 1.5 a 2 mg. a los adultos. (33)

#### **EL FLUOR EN LA DIETA DIARIA DEL HOMBRE**

El total del flúor en la dieta está afectado no solamente por la cantidad en alimento sino también por una serie de factores, que incluyen: la naturaleza del alimento, lo cual está determinado por el valor cuantitativo de los alimentos en la dieta, la técnica de preparación, la cantidad de flúor en el agua usada para preparar el alimento, el contenido de flúor en condimentos, preservantes y la posible transferencia del flúor del recipiente utilizado en la cocción de alimentos. El Flúor no se precipita durante la cocción y no es perdido grandemente por el consumidor; como consecuencia de la evaporación durante la preparación, aumenta la concentración de flúor de 1.5 a 3 veces. (15)

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

#### **POSIBLE CANTIDAD DE FLUOR EN DIETA DIARIA**

Considerando que los alimentos en la dieta diaria pesan 2 Kg. y el contenido promedio del flúor en los alimentos es de 0.3 a 0.5 mg/kg. una persona podría estar recibiendo 0.6 a 1

mg. de flúor por día en los alimentos. (15)

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

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

Una dieta balanceada en el adulto debería consistir en:

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

#### **INGESTION A PARTIR DE LOS ALIMENTOS**

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

#### **INGESTION A PARTIR DE PREPARADOS FLUORADOS**

Para la prevención parcial de la caries se suelen utilizar comprimidos y pastillas que contienen 1 mg de F en forma de fluoruro sódico y que permiten administrar la dosis

óptima de fluoruro sódico y que permiten administrar la dosis óptima necesaria. Si los comprimidos se ingieren con las comidas, la absorción del fluoruro es casi completa. Si bien depende de la composición del régimen alimenticio; si se toman entre comidas, la absorción es tan completa como en el caso del fluoruro sódico ingerido con el agua.

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

#### **METABOLISMO DE LOS FLUORUROS**

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

## METABOLISMO GENERAL DEL FLUORURO

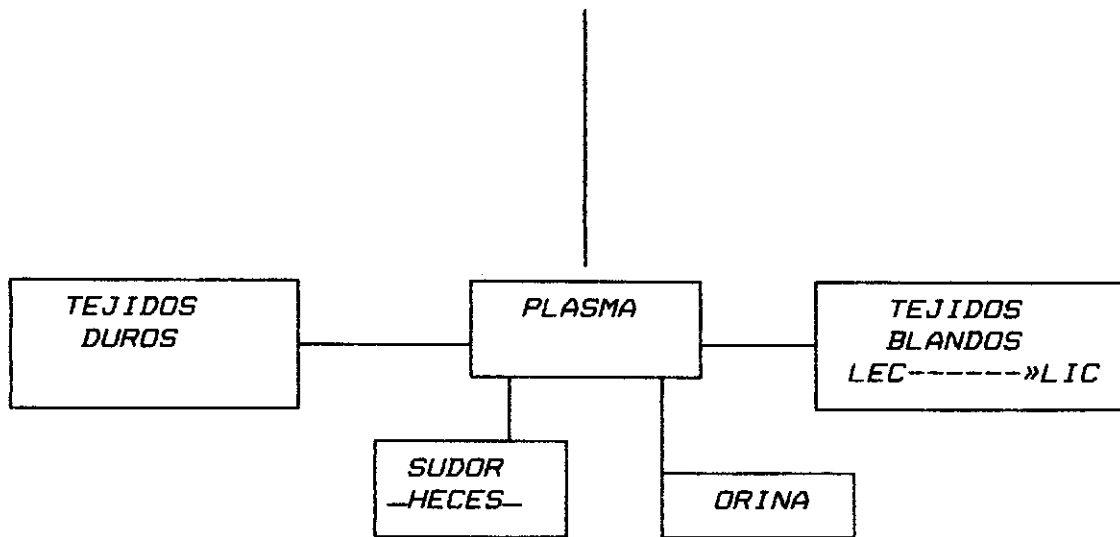


FIGURA 2. Metabolismo general del fluoruro. Los destinos finales del fluoruro absorbido en climas templados con su captura de los tejidos calcificados y excreción por la orina. La pérdida del fluoruro por el sudor puede ser una vía importante en los climas tropicales.

La relación entre la ingesta y retención de fluoruros no puede 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 inorgánicos, en función de su solubilidad, liberan iones flúor que posteriormente son absorbidos. En relación con los efectos el flúor es importante indicar que solamente el ión fluoruro desempeña un papel importante. (8)

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

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

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

Los compuestos fluorados orgánicos ( fluoracetatos,

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

### **MECANISMO Y LUGAR DE LA ABSORCION**

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

Después de su absorción el flúor es distribuido por los líquidos extracelulares, siendo metabolizado en el organismo en dos formas:

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

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

En segundo lugar, también influye la ingesta previa, ya que cuando menor sea la demanda existente, mayor será la eliminación, que si bien se cumple casi totalmente por el riñón, existe también una pequeña excreción fecal de flúor no absorbido, habiendo además, pequeñas cantidades en la leche, la saliva y la transpiración, pudiendo llegar esta última a

cantidades apreciables en épocas y zonas calurosas.

Otro factor que hace variar la absorción del flúor, es la presencia de calcio (el cual precipita en forma de fluoruro de calcio), cuya solubilidad, disminuye sensiblemente la presencia de iones flúor libres. Esta acción bloqueadora de calcio, fue demostrada experimentalmente por 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 del ion fluoruro a través del intestino.

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

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

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

Se han señalado que en las aguas potables que contienen 1 ppm de flúor, el 0.03 a 2.8% de éste se encuentra unido al calcio y el 0.3 al 2.8 al magnesio según la dureza del agua. No obstante, en cualquier agua potable con un contenido de flúor hasta 16 ppm y un pH de 5 o más, la totalidad del flúor se encuentra en la forma de iones flúor que puedan absorberse casi completamente.

Tanto los compuestos del flúor que se encuentran

naturalmente en el agua como los que añaden a la de abastecimiento público (NaF, Na<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 ABSORCION**

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 ( $10^{-6}M$ ) usado para su medición, debiendo usarse el método de difusión y no el directo, aumentándose el costo y el tiempo de análisis. (11)

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

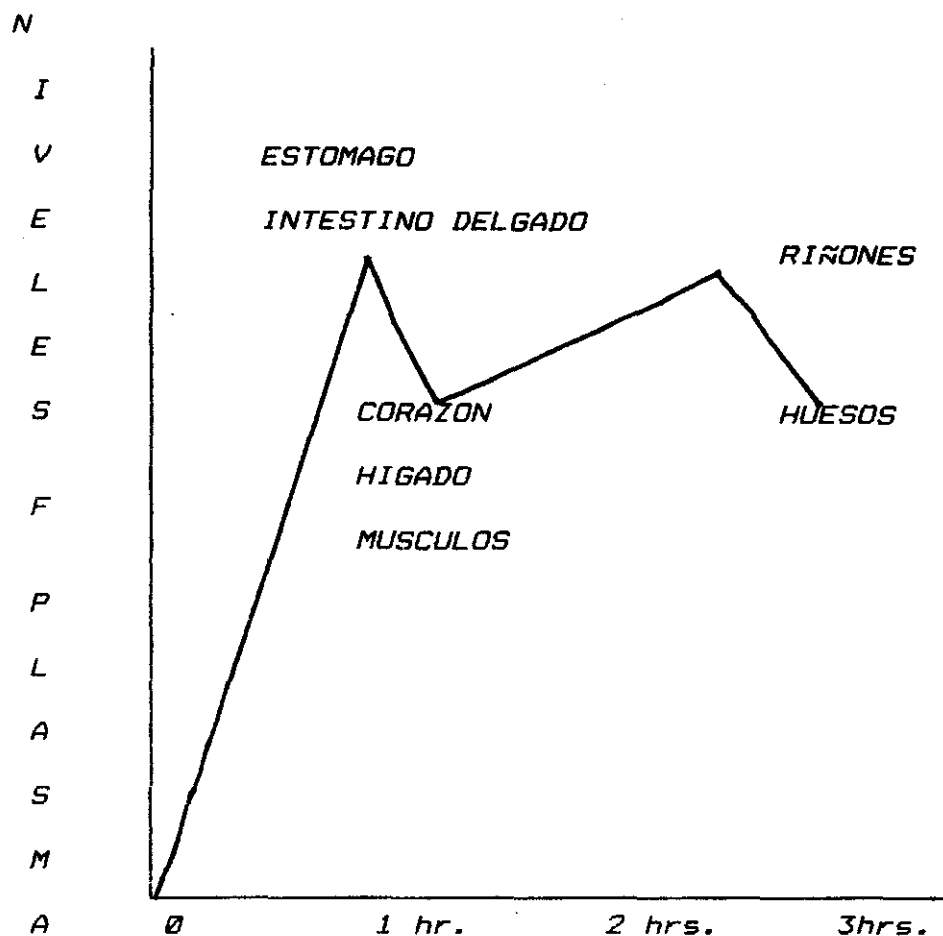


FIGURA 3. Cambios de las concentraciones de fluoruro en plasma después de la ingesta de pequeñas cantidades del ión. Se muestran los tejidos principales que determinan el curso. Las concentraciones no son indicadas; dependerán del tamaño de las dosis. El punto más alto usualmente se alcanza entre 30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

decir el estado de desarrollo del esqueleto.(44, 48). Existen varios hallazgos relevantes en estudios hechos en humanos. Zipkin y colaboradores informaron que la concentración de fluoruro en muestras de orina de niños fue aproximadamente la mitad de la encontrada en adultos. (48) Gedalia, por su parte informó que las concentraciones de flúor en la orina de niños de 1 a 3 años de edad, eran tan solo la mitad de aquella de niños de 4 a 6 años de edad. (17)

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

- 1) La actividad metabólica mayor de los constituyentes del hueso recién formado con el mayor índice de deposición de fluoruro y;
- 2) La incorporación de fluoruro en los tejidos cuando crecen y aumentan de tamaño.
- 3) Un factor que podría considerarse es la ausencia de grandes cantidades de fluoruro anteriormente depositado.(15)

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

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

### **EXCRECION**

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

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

### **EXCRECION FECAL**

Aproximadamente del 5 al 10% de la excreción diaria de fluoruro se realiza por las heces; sin embargo, si la alimentación contiene compuestos de flúor relativamente

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

#### **EXCRECION POR EL SUDOR**

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

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

#### **EXCRECION POR LA SALIVA**

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

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

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

#### **EXCRECION URINARIA**

La principal vía de excreción del fluoruro es la urinaria, siendo ésta la que mantiene el equilibrio fisiológico ya que a mayor ingesta, mayor excreción. (5) La cuantía de la excreción está gobernada por varios factores:

a) la ingestión total de flúor, b) la forma de la ingestión, c) el carácter regular o accidental de la exposición del individuo, sobre todo en lo referente a enfermedades renales avanzadas. (8)

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

Por consiguiente, la orina constituye el fluido orgánico que presenta las mejores características para evaluar ingesta

de flúor como son: su alta concentración con respecto a otros fluidos, su fácil obtención, excreción en forma inmediata, etc. (8)

#### **INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE INGESTION DEL FLUORURO**

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

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

En la mayoría de estos grupos la concentración urinaria de fluoruro suele ser bastante baja ( de 1 a 2 ppm o incluso menos). Ciertos grupos, sin embargo están extraordinariamente expuestos al fluoruro por diversas razones: exposición laboral, presencia de fuertes concentraciones de flúor en el agua potable o consumo excesivo motivado por la elevada temperatura ambiente, etc. En estos grupos se encuentran concentraciones de fluoruro mucho más altas, pero es de suponer que también acaban por alcanzar un estado de desequilibrio. (8, 48 )

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

#### **EXCRECION DE FLUORURO EN LOS INDIVIDUOS CONSTANTEMENTE EXPUESTOS**

*Relación entre la concentración urinaria y la ingestión.*

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

La concentración urinaria de fluoruro en los habitantes de las poblaciones que consumen agua rica en flúor varía entre amplios límites. En una colectividad abastecida con agua fluorada a razón de 1 ppm, la concentración urinaria normal oscila entre 0.5 y 1.5 ppm (8) Estudios realizados por Zipkin, Likins, McClure y Steere, (46) muestran que el contenido de fluoruro en la orina de adultos, correspondía estrechamente al contenido natural de flúor en el agua de consumo. En lugares donde el agua estaba libre de flúor el contenido del ión en la orina de adultos fue de 0.3 a 0.5 ppm.

En el agua fluorada artificialmente a 1 ppm, la concentración urinaria de flúor en adultos que la bebían

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

Las personas que han residido mucho tiempo en poblaciones que consumen agua fluorada y en las que se llega probablemente a un balance equilibrado de fluoruro, acaban por excretar una cantidad diaria de flúor prácticamente igual a la que ingieren.

Cierta proporción de la cantidad diaria ingerida se almacena en los huesos, pero esta retención queda compensada por el flúor movilizado de los depósitos del esqueleto.

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

Los alimentos aportan casi la mitad de la ingesta hídrica total y, salvo en casos de intensa sudoración, casi la mitad del agua ingerida se pierde insensiblemente por los pulmones. Así pues, el hecho de que las concentraciones del fluoruro en el agua y en la orina coincidan, refleja la relación normal entre el consumo de agua potable y la excreción urinaria que tiene lugar en un estado de equilibrio de fluoruro. (8)

## **VARIACIONES INDIVIDUALES**

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

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

## **EXCRECION EN LOS INDIVIDUOS POCO EXPUESTOS**

La rapidez de la excreción es una de las principales características del comportamiento del ion flúor en el organismo.

Cantidades tan pequeñas como 1.5 mg a 5 mg tomadas en un vaso de agua se absorben y excretan tan rápidamente que a las tres horas de ingestión se puede encontrar el 20% del fluoruro ingerido, en la orina. Zipkin, Lee y Leone (49) realizaron un estudio, donde se determinaron valores de excreción de flúor en adultos normales:

- a) bebiendo agua con un contenido de 1 ppm de flúor y
- b) recibiendo una dosis adicional de 5 mg de flúor en

forma de fluoruro de sodio NaF.

Cuando los sujetos de estudio bebieron agua (ejemplo a) conteniendo 1 ppm de flúor, el fluoruro fue eliminado en forma relativamente constante a razón de 0.1 mg por hora. El fluoruro se eliminó con gran rapidez durante la primera hora luego de la ingesta adicional de 5 mg de flúor. Luego de ello el valor bajo rápidamente y al cabo de 8 horas se aproximó al valor de 0.1 mg por hora (valor basal) observado cuando se ingirió el agua con 1 ppm de flúor.

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

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

En los individuos poco expuestos al fluoruro y los que se les administra una dosis única, la mitad aproximadamente se

excreta por la orina en las 24 horas siguientes y la otra mitad se deposita en el sistema óseo.

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

La prueba más clara de las diferentes reacciones del esqueleto del niño y del adulto se encuentran en los análisis de muestras de orina realizados en el condado de Montgomery, (Maryland, E.E.U.U.), antes y después de la fluoración del agua potable. La concentración urinaria de fluoruro en los adultos de 30 a 39 años aumentó inmediatamente después de fluorar el agua, pasando en un mes de 0.3 ppm a 1ppm, que era la concentración utilizada en el agua potable, y manteniéndose a partir de entonces entre 0.9 ppm y 1 ppm. La concentración urinaria de flúor en los niños de 5 a 14 años sólo ascendió de 0.3 ppm a 0.6 ppm en tres meses para alcanzar 0.8 ppm a los 2 años y 0.9 ppm a los 3 años. "La diferencia en la concentración de flúor en la orina de adultos y niños (que no habían consumido agua fluorada antes de la fluoración con 1ppm de flúor), durante el período inicial de exposición a agua fluorada, sugiere que la madurez del tejido óseo humano, influye en su capacidad para retener fluoruro." (48)

El esqueleto de los sujetos más jóvenes con sus numerosos

*cristales hidratados, pequeños y pesados, es mucho más eficiente para la remoción del flúor del fluido extracelular que el esqueleto de aquellos individuos más viejos, que es más denso y compacto. (44)*

#### **MECANISMO DE LA 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  $\mu\text{M}$  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

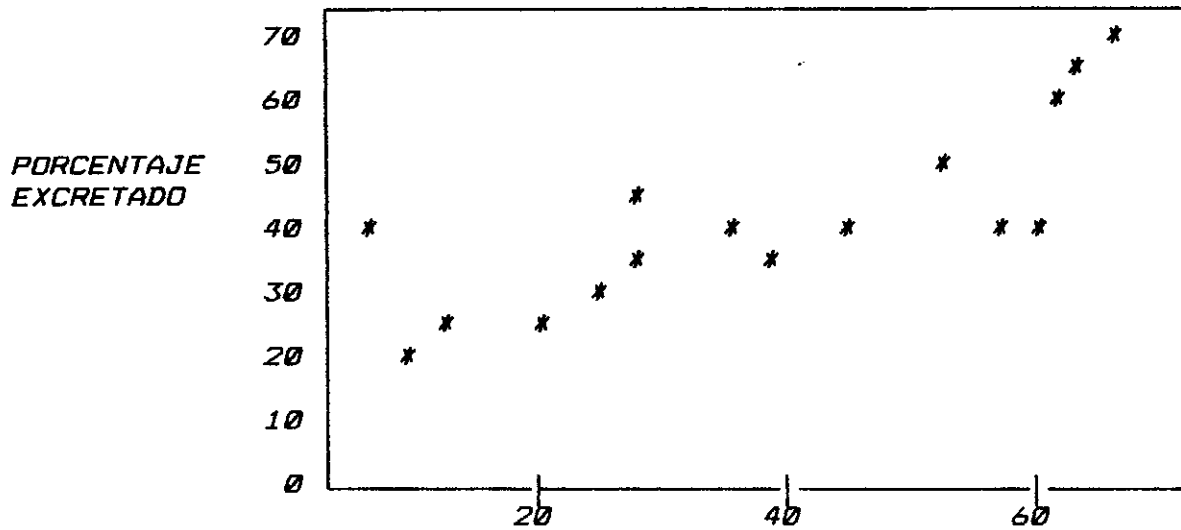
renal funcional en la senectud o en ciertos tipos de enfermedad renal, se reduce la tasa de filtración glomerular. También se reduce durante el sueño, el ejercicio moderado o fuerte y en los períodos de tensión física o emocional.

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**

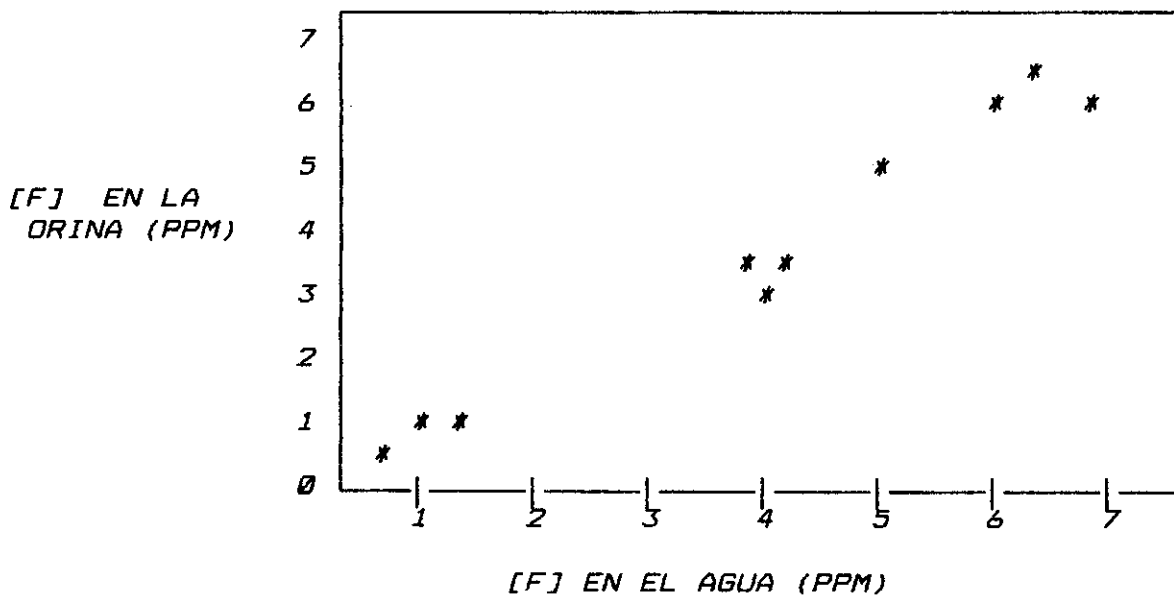


Figura 4.

## 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 millon (ppm) o micromoles por litro ( $\mu\text{M}/\text{l}$ ). La primera unidad es igual al número de miligramos de fluoruro por litro de orina. Este es el caso ya que la densidad de la orina es para propósitos prácticos, la misma que la del agua, de manera que la masa de un litro de orina es de 1.00 Kg o sea un millon de mgs. El peso atómico del flúor es 19, de manera que 1.0 mg contiene 0.0526 milimoles o sea 52.6 micromoles. Por lo tanto, una concentración urinaria de flúor de 1.0 ppm es equivalente a 52.6 micromoles. Una concentración de 1.0  $\mu\text{M}$  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, presento una concentración de flúor en orina comprendida entre 0.15 y 11.87 mg/litro. Pudiendo observar un amplio rango de variabilidad de las concentraciones de fluoruro en el agua.

**DESCRIPCION DEL AREA DE SALUD SUROCCIDENTE DE GUATEMALA**  
**MONOGRAFIA DE LA REGION**

**I. CARACTERISTICAS FISICAS Y DEMOGRAFICAS:**

La Región Suroccidente comprende los departamentos de San Marcos, Totonicapán, Quetzaltenango, Sololá, Suchitepéquez, y Retalhuleu situados en la parte sur-occidente de la república.

Su extensión territorial es aproximadamente de 9,201 km<sup>2</sup>; en este espacio geográfico se agrupan aproximadamente 48 municipios. El departamento de San Marcos es el de mayor extensión con 1,791 km., le sigue en su orden el departamento de Suchitepéquez que tiene una extensión de 2,540 km<sup>2</sup>; Quetzaltenango 1,951 km<sup>2</sup>; Retalhuleu 1,858 km<sup>2</sup> Sololá y Totonicapán con 1,061 km<sup>2</sup>. En su relieve se distinguen claramente tres áreas; la costa de topografía plana y/o levemente ondulada; la bocacosta y la montañosa. Su elevación varía de los 371 a 1,398 metros sobre el nivel del mar; la temperatura media anual oscila entre los 14 y 32 grados centígrados.

La población Total en el año 1990 era de 2,332,525 habitantes con una densidad promedio de 191h/km<sup>2</sup>, el promedio nacional es de 84h/km<sup>2</sup>. La distribución de la población por departamentos en sentido descendente es la siguiente: Suchitepéquez (351,940 habitantes), Sololá (234,624 habitantes) y Retalhuleu (231,868 habitantes).

La población es predominantemente rural (76%); siendo la urbana únicamente el 24%. Esto propicia una gran dispersión

puesto que solamente el 65% de las localidades tiene menos de 1000 habitantes y el 10% entran en la categoría de poblaciones menores ( entre 1000 y 1999 habitantes. Unicamente Quetzaltenango es considerada intermedia; Retalhuleu y Mazatenango (cabecera departamental de Suchitepéquez) son consideradas ciudades intermedias potenciales. El 62% de la población es indígena y se hablan los idiomas quiché, mam, cakchiquil, tzutuhil y sicapanense.

El 51% de la población total corresponde al sexo masculino y el 49% al sexo femenino. La población menor de cinco años constituye el 16% del total y la menor de quince años representa el 46%. El grupo adolescente de diez a diecinueve años, es casi la cuarta parte del total de la población de quince a veinticuatro años, la cual constituye el 17%; mientras que la población anciana solo representa el 5%.

## II. ASPECTOS SOCIOECONOMICOS:

La principal actividad económica de la región es la agricultura, principalmente se cultiva: café, caña de azúcar, maíz y trigo; otras actividades como el intercambio comercial, la dotación de servicios y la confección de artículos de vestir constituyen otras actividades importantes.

La población económicamente activa (PEA) en el año 1989 era de 709,917 habitantes, de los cuales sólo el 44% (313,583) se encontraba en calidad de ocupados; el restante 56% (396,334) se encontraba desocupado o parcialmente ocupado.

En 1990, la Región Suroccidental contribuyó con Q3,933.00 millones al Producto Interno Bruto (PIB), provientes en un 53%

de la agricultura, 19% del comercio, y 11% de la industria.

El ingreso promedio per cápita anual de los trabajadores es de Q1,744.20 (Q2,169.10, a nivel Nacional); estos ingresos son tan bajos que se traducen en imposibilidad de acceso a la canasta básica, vivienda, vestuario, recreación, educación y otros. Esto se refleja en la situación de pobreza que vive la población; el 86% de las familias vive en pobreza y de estas el 68% se encuentra en extrema pobreza. Por departamentos Totonicapán es el departamento que presenta la peor situación, le siguen San Marcos y Sololá con un 90% de familias que viven en pobreza. El índice de pobreza más bajo de la región se registra en Retalhuleu con un 80%. Esta situación precaria de la mayoría de la población contrasta drásticamente con los ingresos que perciben los dueños de los medios de producción, quienes tienen una renta anual aproximada de Q2,452.6 millones.

La necesidad de buscar una fuente económica que mejore sus bajos ingresos ha propiciado entre los habitantes de la región una fuerte emigración interna y externa; los destinos de los emigrantes de los departamentos del altiplano se ubican tanto en México como en Guatemala; en éste último, se dirigen principalmente a Suchitepéquez, Retalhuleu, Escuintla y a la capital guatemalteca.

La región tiene un alto grado de analfabetismo (50%); los índices más elevados se encuentran en el departamento de Totonicapán, Sololá y Quetzaltenango. Según el dato de población en edad escolar y tomando el rango de 30 estudiantes por aula, se observa en la infraestructura educativa presenta

un déficit de 532 aulas para preprimaria y 1,140 para primaria. Atienden la demanda de educación 867 maestros de nivel preprimario, 7,734 de nivel primario y 3,483 maestros de nivel medio. Se estima que del total de la población de siete a catorce años de edad, sólo el 60% está matriculado.

El déficit habitacional también es serio, se estima en 184,500 viviendas; es decir que, aproximadamente el 60% de la población no tiene una vivienda adecuada, y sólo el 19% de las viviendas cuenta con servicio de electricidad.

En cuanto al estilo de vida, debido a las condiciones históricas y étnicas de la región hay diversidad cultural caracterizada por danzas, artesanías, instrumentos musicales e indumentaria típica representativa de cada municipio. Dentro de las costumbres se encuentran las fiestas religiosas o profanas, durante las cuales, cada municipio celebra su fiesta anual; días de mercado que concentran gran cantidad de personas (mayoritariamente indígenas) en actividad comercial incluyendo el trueque. Estas características inciden para definir una identidad propia en los pobladores de la región, aparte de que representan de por sí un indiscutible atractivo turístico.

### III. SITUACION DE SALUD

#### - Datos Generales de Mortalidad y Morbilidad:

Para 1990 la tasa de mortalidad general fue de 9.05 por mil habitantes; esta región representó la mayor tasa a nivel nacional pues se registraron 21,108 defunciones; 55% correspondió al sexo masculino y 45% al femenino. Se estima

que fallecieron 124 hombres por cada 100 mujeres.

Las defunciones en el grupo de menores de un año representan el 24% y la de los menores de 5 años el 47%.

Al analizar el lugar de ocurrencia de las defunciones se establece que el 82% de ellas ocurrió en el domicilio y el 14% en el hospital; 28% fueron certificadas por médico, 53% por autoridad municipal y 12% por personal empírico.

- Epidemiología de las Enfermedades y Transtornos Clínicos del Aparato Estomatológico de los Escolares de Nivel Medio de Educación de la Región de Salud Suroccidente:

En este estudio se pudieron determinar algunas conclusiones:

1.- La mayoría de los escolares, el 85% afirman efectuar limpieza de su boca con una frecuencia regular de dos a tres veces al día. Dos tercios de los escolares refieren que tienen y usan el cepillo dental, y que han aprendido a usarlo a través de la madre principalmente; también el padre y los hermanos son proveedores importantes de esta instrucción. El 90% 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. Los pocos que afirman que usan el hilo dental refieren que recibieron instrucción de la madre sobre su uso.

2.- Aproximadamente un tercio de los escolares manifiesta particularmente en su escuela un programas de limpieza de los dientes y cerca de la mitad demuestra que ha recibido escasa e ineficiente educación en salud bucal y el 6% afirma participar en programas de aplicación de flúor; estos datos deben de observarse con cautela debido a que los escolares que

respondieron afirmativamente a esta pregunta no pudieron explicar la técnica de cepillado, en qué consiste la profilaxis dental y las aplicaciones tópicas de flúor.

Cerca de la cuarta parte de los escolares refieren haber sido atendidos en el último año por razones odontológicas. La mayoría de ellos por dolor. La mayor atención es proporcionada por el dentista, aunque este dato debe ser cuestionado debido a que posiblemente los escolares ignoran que pudieron ser atendidos por una persona no profesional.

Poco mas de tres cuartas partes de los escolares manifiestan que las principales razones por las que no han buscado atención odontológica son: por no saber, por no tener dinero, por estar ocupados, por no tener nada malo.

3.- Un 48% de los escolares afirman que tienen problemas bucales y el 18% afirman que no, de los que afirman que tienen problemas bucales 42% señala que lo tienen en dientes, 22% en dientes y encía y 6% en encías.

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 (98, 98 y 72% respectivamente).

5.- Los hallazgos más frecuentes de anomalías o trastorno en tejidos blandos y duros de la boca son: lengua saburral, adenopatía ganglionar submentoniana y manchas melánicas

6.- Los escolares de la región Suroccidente de Guatemala mantienen pobres condiciones de higiene bucal.

7.- Casi la totalidad de los escolares presentan higiene bucal deficiente, lo cual es evidente a través del indicador

empleado a depósitos blandos sobre los dientes.

8.- El 36% de los escolares presentan cálculos dentarios.

9.- La mayoría de los escolares presentan signos de gingivitis.

10.- El 15% de los escolares examinados presentan alguna forma de periodontitis.

11.- La mayoría de los escolares presentan un patrón de maloclusión clase I, seguido por maloclusión clase III y maloclusión clase II, según la clasificación de Angle.

12.- Menos de la mitad de los escolares examinados, 45% no necesita de servicio estomatológico de emergencia, sin embargo, presentan lesiones de caries dental. El 22% de los escolares necesitan servicio estomatológico de emergencia, debido a que en su mayoría presentan piezas dentarias con lesiones profundas de caries dental que producen dolor. A juzgar por las condiciones actuales de salud bucal el 33% de los escolares necesitarán de servicio odontológico en el transcurso de un mes o menos debido a la presencia de fistulas y piezas dentarias con lesiones de caries dental que de no ser atendidas llegarán a producir dolor.

13.- La prevalencia como la experiencia de caries dental son altas en la población estudiada y presentan cifras similares a las que se han encontrado en otros estudio nacionales. Al compararlo con el estudio realizado en Honduras se observa que los valores de este estudio son mayores tomando en cuenta que la muestra proviene del área rural.

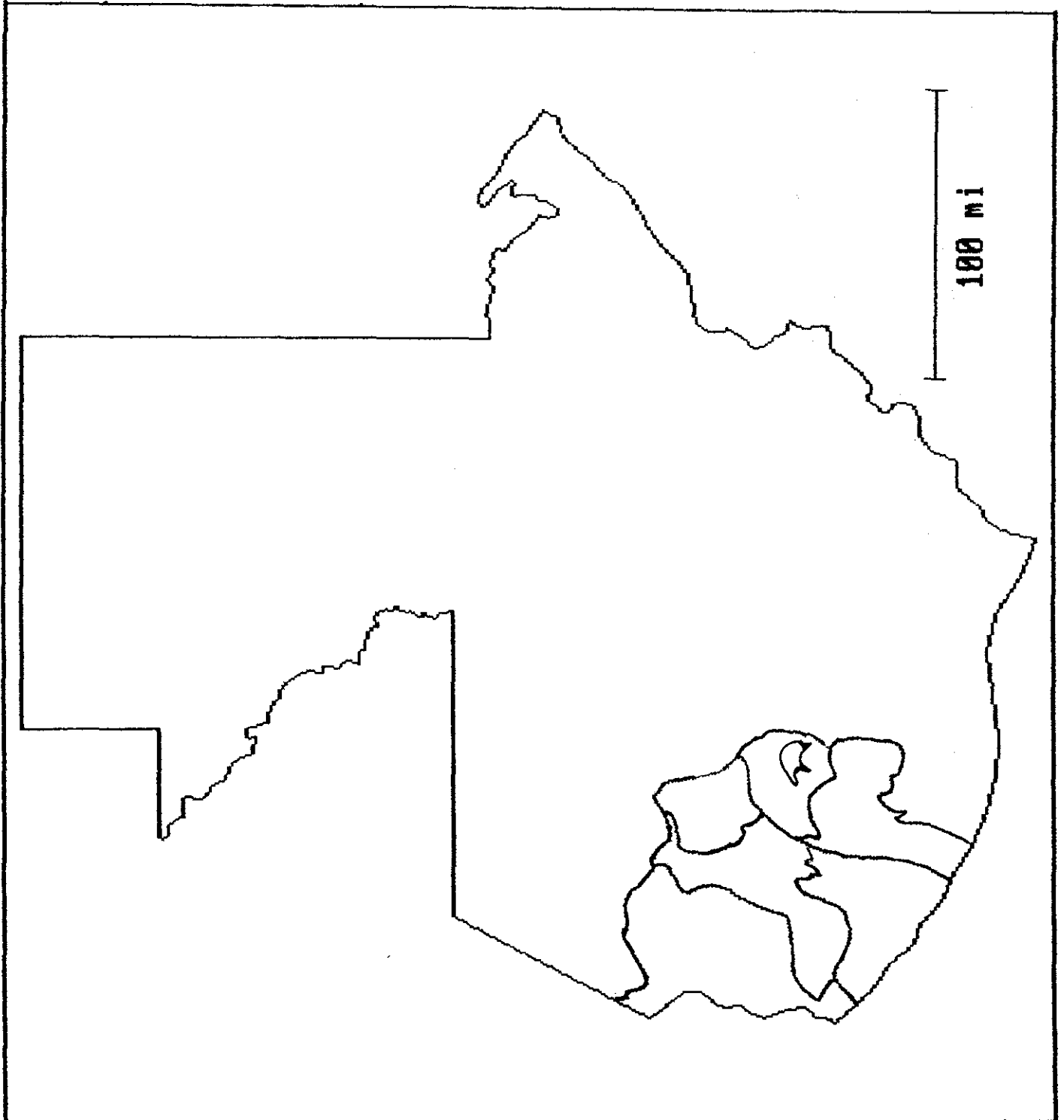
14.- El componente de los índices C.P.O. y C.E.O. que más contribuye a conformar los valores encontrados es el de

dientes cariados.

15.- Se observan condiciones similares en cuanto a la experiencia de caries entre ambos sexos, y edades; así como entre las regiones estudiadas en el interior de la república.

La gravedad del problema de caries dental puede deberse a: analfabetismo, excesivo consumo de azúcares, desconocimiento de medidas educativas y preventivas en salud bucal, deficiencia de cobertura de los servicios de salud, condición económica baja. El sector público carece de recursos y medios para atender la salud bucal de los escolares de nivel medio de educación a nivel nacional, excepto en el departamento de Guatemala que ya cuenta con programas de fluoración

16.- No se encontró evidencia o sugerencia clínica de fluorosis dental en los escolares. Se observó que en general el agua de bebida de las principales fuentes de abastecimiento de las poblaciones que componen la muestra de la región de este estudio es deficiente en cuanto a la concentración de fluoruro, la cual varió entre 0.0 y 0.15 mg. por lt. (38)



## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 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 Suroccidente que comprende los departamentos de San Marcos, Totonicapán, Quetzaltenango, Retalhuleu, Sololá y Suchitepéque.

### **5.2 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 el agua de consumo, por departamento.

### **5.3 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.

## 6. VARIABLES

### 6.1. Concentración de fluoruro en la orina.

Es la cantidad del ión flúor medida en partes por millón (ppm), en la orina de los estudiantes de nivel medio de educación, inscritos en 1994 de la región de salud Suroccidente que comprende los departamentos de San Marcos, Totonicapán, Quetzaltenango, Retalhuleu, Sololá y Suchitepéquez.

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

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

### 6.2 Concentración de Fluoruro en el agua de consumo.

Es la cantidad del ión flúor medido en partes por millón en los institutos de nivel medio de educación de la región de salud Suroccidente que comprende los departamentos de San Marcos, Totonicapá, Quetzaltenango, Retalhuleu, Sololá y Suchitepéquez.

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

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

*específico para fluoruro.*

*6.3 Concentración de Fluoruro en las colecciones totales de orina .*

*Es la cantidad del ión flúor medido en partes por millón en las colecciones totales de orina de los escolares de nivel medio de educación de la región Suroccidente que comprende los departamentos de San Marcos, Quetzaltenango, Totonicapán, Sololá, Suchitepéquez y Retalhuleu.*

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

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

## 7. METODOLOGIA

### 7.1 Población:

La población de este estudio la integraron todos los alumnos tanto de sexo masculino como femenino inscritos en el año de 1994 comprendidos entre las edades de 13 a 17 años que asisten a los institutos de nivel medio de educación públicos y privados, urbanos y rurales, de la región de salud Suroccidente que comprende los departamentos de San Marcos, Totonicapán, Quetzaltenango, Sololá, Suchitepéquez, Retalhuleu.

### 7.2 Procedimiento de muestreo.

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

7.2.2 Tamaño de la muestra: Considerando el tamaño de la población total de estudiantes de educación media, inscritos en 1994, y como variable determinante la concentración de fluoruro en la orina, se calculó el tamaño de la muestra y se asignó de manera uniforme, a la región de salud Suroccidente que comprende los departamentos de San Marcos, Totonicapán, Quetzaltenango, Sololá, Suchitepéquez, y Retalhuleu.

El procedimiento fue el siguiente:

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

En donde :

$n$  = tamaño de la muestra.

$Nc = 1.96$ .

Se desea un 95% de probabilidad ( $\alpha = 0.05$ ) de que el intervalo de confianza contenga el parámetro,

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

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

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

$N = 322,644$  <sup>1</sup> alumnos inscritos en los institutos de nivel medio de educación de la República de Guatemala inscritos en el año de 1994.

$ED$  = Efecto de diseño por utilizar muestreo por conglomerados. Para el presente estudio se decidió utilizar 3.

El cálculo del tamaño muestral por este procedimiento

---

<sup>1</sup>. USIPE. Anuario Estadístico 1992. Ministerio de Educación, Guatemala, C.A.

indica que es necesario muestrear como mínimo 300 estudiantes de la región de salud Suroccidente .

7.2.3 Procedimiento del diseño muestral: Después de establecer el tamaño de la muestra en 300 alumnos de la región de salud Suroccidental se procedió de la siguiente manera:

7.2.3.1 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 Suroccidente, del año de 1993, con sus respectivas matrículas.

Se definió  $K=25$ . Se eligió por considerarse un número adecuado de estudiantes para ser controlados por el investigador.

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:

San Marcos:

- 1.- Instituto Privado Mixto de Educación Básico Colegio Evangélico Centroamericano. Malacatán.
- 2.- Instituto Privado Mixto de Educación Diversificado Bachillerato por Madurez BAPOMA.

Totonicapán:

3.- Instituto Privado Mixto de Educación Diversificado  
Liceo Centroamericano. San Cristóbal.

4.- Instituto Privado Mixto de Educación Básica Anexo  
Colegio Juan Franklin. San Miguel.

**Quetzaltenango:**

5.- Instituto Privado Mixto de Educación Diversificado  
Ciencias Comerciales. Colomba.

6.- Instituto Privado Mixto de Educación Diversificado  
Rafael Arévalo Martínez.

**Sololá:**

7.- Instituto Oficial Mixto de Educación Diversificado  
Escuela de Ciencias Comerciales.

8.- Instituto Oficial Mixto de Educación Diversificado  
Carlota Rafael de Día.

**Suchitepéquez:**

9.- Instituto Privado Mixto de Educación Básica, "Rafael  
Landívar".

10.- Instituto Privado Mixto de Educación Básica "Nuestra  
Señora del Rosario".

**Retalhuleu:**

11.- Instituto Privado Mixto de Educación Diversificado  
Colegio Mixto Retalhuleu.

12.- Instituto Oficial Mixto Educación Diversificado  
Carlos Dubón.

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

### *7.3 Calibración de investigadores:*

*Previo a que los investigadores se desplacen a las comunidades seleccionadas a recolectar las muestras de orina, se realizarán 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 y agua en el Laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala realizaron con los asesores prácticas para conocer y manejar la metodología y unificar criterios al momento de analizar las mismas. Además se realizó una práctica de campo en Santa Lucía Cotzunalguapa para recolección de las muestras.*

### *7.4 Ética de la investigación:*

*Cada estudiante investigador llevó consigo cartas de presentación personal y de respaldo de éste estudio por parte de las autoridades de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Previo a la toma de muestras se platicó con los directores de cada instituto para informarles de que trataba el estudio, y solicitarles su autorización y su cooperación por escrito (Anexo 1) para la realización del mismo. Al finalizar se solicitó al director(a) de cada instituto que firme y selle una constancia de realización del trabajo de campo en dicho instituto.*

### *7.5 Procedimiento de campo:*

*7.5.1 Procedimiento de recolección de muestras: El procedimiento de recolección de muestras tiene dos componentes: el primero para conocer los datos generales del*

estudiante, el segundo la recolección de las muestras de orina. Se elaboró una ficha para la recolección de estos datos. (Anexo 2)

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

En 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 usó; el cual 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 muestra a usar.
4. Se le indicó al participante que debía evacuar su orina en forma completa. Se anotó la hora en que esto se realizó, correspondiendo al tiempo I. Esta primera micción se descartó.
5. Se colectaron todas las micciones posteriores que la persona emitió en el mismo frasco, hasta completar el tiempo establecido, obteniéndose así una muestra. Se recolectó el total de la 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 recolectó una muestra de agua de las fuentes principales de abastecimiento que surten a la región.
12. Se transportaron en una hielera todas las muestras para su análisis posterior en el Laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

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

7.5.2.1 Equipo requerido:

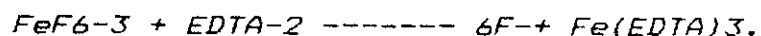
- a) Analizador selectivo de iones (potenciómetro); para expresar la lectura de las muestras.
- b) Electrodo de combinación de fluoruro; para medir las concentraciones de fluoruro.
- c) Agitador magnético: para mantener la agitación constante y uniforme.
- d) Barras magnéticas; para homogenizar la solución.
- e) Beakers plásticos: para recolectar desechos.
- f) Pipetas de polipropileno de 10 ml.: para medir volúmenes.

- g) *Succionador:Accesorio para pipetear soluciones.*
- h) *Pipetas de plástico:para medir volúmenes.*
- i) *Micropipeta de 1 ml: para medir volúmenes.*
- j) *Goteros de plásticos:para dispensar los 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.*

*7.5.2.2 Soluciones Requeridas:*

- a) *Agua Destilada: para preparar todas las soluciones, estándares y para lavar todo el instrumental de plástico, el electrodo y las barras magnéticas.*
- b) *Solución Estándar: Se preparó una solución base 0.1 Molar de Fluoruro de Sodio (100 ppm) de la siguiente manera: Se pesó 42 gr. de Fluoruro de Sodio de 95% de pureza y se diluyó en un litro de agua destilada a partir de la cual se prepararon cinco soluciones con las siguientes concentraciones .05,.2,.5,1. y 1.5 ppm. respectivamente.*
- c) *EDTA al 8%: se utilizó para destruir los complejos que forma el flúor naturalmente con el hierro (Fe).*

*Fe-3+6F ----- FeF6-3, este complejo no puede se medido por el electrodo específico para el ión flúor, por lo que si no se le agregara EDTA se subvaluaría la cantidad de fluoruro presente, o sea que se estaría midiendo menos de lo que realmente existe. Al agregar EDTA se obtiene:*



*En esta reacción el flúor ya puede ser medido por el electrodo. Preparación de EDTA: 20 gr. de Titriplex III en 250*

ml. de agua destilada, se obtiene EDTA al 8%

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

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

e) TISAB de bajo nivel: en un bicker de 1 lt. se colocó 500 ml. de agua destilada, se le agregó 57ml. de ácido acético glacial + 58grs. de cloruro de sodio de grado reactivo. Se colocó en un baño de agua para enfriar, luego se introduce un electrodo medidor de ph en la solución y se agrega en incrementos una solución al 5 Molar de hidróxido de sodio hasta que el ph llegue a un valor de 5 a 5.5 luego se enfría a temperatura ambiente y se afora hasta un litro con agua destilada. Es el ajustador del esfuerzo iónico total. El TISAB aporta una gran cantidad de iones (distintos al F), para que las variaciones de éstos no sean significativos, haciendo que el electrodo sea sensible únicamente a las variaciones de fluoruro.

7.5.3 Análisis de la concentración del fluoruro en la orina: Para determinar el contenido de fluoruro en la orina se utilizó un electrodo de combinación selectivo para fluoruro con un potenciómetro (Fisher Accumet medidor de ph mod. 620).

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

Antes de realizar el análisis de las muestras de orina se

procedió a calibrar el electrodo de la siguiente forma:

A. Calibración de la pendiente del Electrodo. Se colocó en un Beacker plástico 50ml. de Agua Destilada y 50 ml. de TISAB de bajo nivel. Se introdujo un agitador magnético, luego se introdujo el electrodo, se esperó que estabilizara la lectura en milivoltios en la pantalla del Potenciómetro y se le agregó 1 ml. de la solución standar de fluoruro 0.1 molar, hasta que la lectura de la pantalla llegó a 0.0. En este momento se le agregó 10 ml. más del standar mismo y se esperó hasta que apareció en la pantalla un valor de + ó - 56 milivoltios. ( Con lo que se comprobó el buen funcionamiento del electrodo).

B. Curva de Calibración.

B.1 Se preparó una solución estándar de fluoruro de sodio de 10 ppm mas TISAB de bajo nivel en igual volúmen.

B.2. Se colocó en un Beacker de plástico 50 ml. 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. Se le agregó por incrementos la solución mencionada en el inciso b.1 De la siguiente manera:

Mililitros	ppm	mv.
0.1	0.01	
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.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 (.05, .2, .5, 1. y 1.5) ya conocida y se verificó si coincidía al mismo milivoltaje de la curva.

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

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

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

C.1 A cada muestra de orina y de agua se le agregó 10ml. 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 en mv. En la ficha correspondiente, se anotaron los dos valores que se mantuvieron 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. De la misma manera se analizó el agua de consumo.

C.8 De cada muestra de orina por estudiante se midieron 5 ml.

y se colectaron en un recipiente plástico la 25 muestras de cada instituto, se homogenizaron por medio de un agitador magnético y luego, de esta colección total, se tomaron 10 ml. para mezclarlos con TISAB de bajo nivel en igual volumen para ser analizadas posteriormente.

C.9 En base a las curvas de calibración obtenidas diariamente se calcularon los valores de concentración en las muestras de orina y de agua en ppm. por medio de un programa de regresión lineal.

#### 7.6 Procesamiento de la información.

Los hallazgos y datos de esta investigación fueron procesados a través del paquete estadístico Systat. Los resultados 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 de cada instituto, y concentración de fluoruro en en el agua de consumo, se utilizó el coeficiente de correlación producto-momento de Pearson a un nivel de significancia alfa de 0.05.

## B. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

Se presentan a continuación los resultados obtenidos durante el trabajo de campo de esta investigación en la región de salud Sur-occidente, los cuales fueron analizados por medio del programa estadístico SYSTAT y ordenados por instituto, departamento, región, edad y sexo; y presentadas por medio de estadísticos descriptivos como: media, desviación estándar y rango.

La concentración de fluoruro fué expresada en unidades de partes por millón (ppm) = mg/l.

CUADRO No. 1

Frecuencia y porcentaje de la muestra de estudiantes del nivel medio de educación inscritos en el año de 1994 en la Región de salud Suroccidente distribuidos por departamento.

DEPARTAMENTO	ESCOLARES	
	N	%
San Marcos	50	16.66
Totonicapán	50	16.66
Quetzaltenango	50	16.66
Sololá	50	16.66
Suchitepéquez	50	16.66
Retalhuleu	50	16.66
Totales	300	100 %

Fuente: Datos Recolectados durante el trabajo de campo.

En la región de Salud Suroccidente que comprende los departamentos de San Marcos, Totonicapán, Quetzaltenango, Sololá, Suchitepéquez y Retalhuleu, se obtuvo muestras de orina de 300 estudiantes del nivel medio de educación, correspondiendo 50 estudiantes (16.66%) a cada uno de los departamentos.

Cuadro No.2

Frecuencia y porcentaje de la muestra de estudiantes del nivel medio de educación inscritos en el año 1994 en la Región de Salud Suroccidente distribuidos por sexo y edad.

Edad	Femenino		Masculino		Total	
	n	%	n	%	n	%
13	18	6.00	36	12.00	54	18.00
14	19	6.33	22	7.33	41	13.67
15	13	4.33	43	14.33	56	18.67
16	27	9.00	48	16.00	75	25.00
17	32	10.67	42	14.00	74	24.67
Totales	109	36.33%	191	63.66%	300	100%

Fuente: Datos recolectados durante el trabajo de campo.

Del total de 300 estudiantes que comprende la muestra de la Región de Salud Suroccidente 191 (63.66%) corresponde al sexo masculino y 109 (36.33%) corresponde al sexo femenino. En cuanto a la edad, el mayor número de alumnos que integraron la muestra total, estuvieron comprendidos en las edades de 16 y 17 años, con una frecuencia de 75 estudiantes (25%), y 74 estudiantes (24.67%) respectivamente, mientras que los otros grupos estarios estuvieron distribuidos en forma uniforme.

Cuadro No. 3

Media, desviación estándar y rango de la concentración de fluoruro en la orina de estudiantes del nivel medio de educación, inscritos en el año 1994 en la Región de Salud Suroccidente, distribuidos por instituto.

Instituto.	Concentración de Fluoruro ppm			
	n	Media	Desviación Estándar	Rango
I.P.M.E.B. Col. Centroamericano	25	0.28	0.11	0.11 - 0.57
I.P.M.E.D. BAPOMA	25	0.35	0.07	0.25 - 0.56
I.P.M.E.D. Liceo Centroamerica	25	0.35	0.08	0.20 - 0.51
I.P.M.E.B. Anexo Juan Franklin	25	0.33	0.06	0.22 - 0.43
I.M.E.D. Rafael Arévalo M.	25	0.33	0.14	0.14 - 0.68
I.P.M.E.D. Ciencias Comerciales	25	0.28	0.05	0.16 - 0.35
I.O.M.E.D. Esc. C. Comerciales	25	0.35	0.07	0.25 - 0.58
I.O.M.E.D. Carlota R. de Díaz	25	0.66	0.20	0.40 - 1.07
I.P.M.E.B. Rafael Landívar	25	0.37	0.15	0.19 - 0.92
I.P.M.E.B. Nta. Sra. del Rosario	25	0.33	0.08	0.18 - 0.47
I.P.M.E.D. Colegio Retalhuleu	25	0.36	0.10	0.17 - 0.59
I.O.M.E.D. Carlos Dubón	25	0.26	0.05	0.15 - 0.38
Totales	300	0.35	0.15	0.11 - 1.07

Fuente: Datos recolectados durante el trabajo de campo.

De los doce institutos analizados en este estudio, los valores más altos de concentración de fluoruro en orina

correspondieron al Instituto Oficial Mixto de Educación Diversificado Carlota Rafael de Díaz en el municipio de San Lucas Tolimán, Sololá con una promedio de 0.66 ppm. y una desviación estándar de 0.20 ppm. Los valores más bajos se encontraron en el Instituto Oficial Mixto Carlos Dubón del departamento de Retalhuleu con una promedio de 0.26 ppm y una desviación estándar de 0.05 ppm.

Los resultados obtenidos fueron homogéneos en la mayoría de institutos, existiendo poca variabilidad en las concentraciones de fluoruro en general; a excepción del Instituto Carlota Rafael de Díaz que presentó la más alta variabilidad de concentración (0.20 ppm).

Cuadro No. 4

Media, desviación estándar y rango de la concentración de fluoruro en la orina de estudiantes del nivel medio de educación inscritos en el año 1994 en la Región de Salud Suroccidente, distribuidos por departamento.

Departamento	Concentración de fluoruro ppm			
	n	Media	Desviación Estándar	Rango
San Marcos	50	0.32	0.10	0.11 - 0.57
Totonicapán	50	0.34	0.07	0.20 - 0.51
Quetzaltenango	50	0.29	0.12	0.14 - 0.68
Sololá	50	0.51	0.22	0.25 - 1.07
Suchitepéquez	50	0.35	0.12	0.18 - 0.92
Retalhuleu	50	0.31	0.10	0.15 - 0.59
Totales	300	0.35	0.15	0.11 - 1.07

Fuente: Datos recolectados durante el trabajo de campo.

De los seis departamentos que comprende la región de salud Suroccidente los valores más altos de concentración de fluoruro en orina se presentaron en los estudiantes del departamento de Sololá, con una media de 0.51 ppm, ( $\pm$  0.22ppm); mientras que el valor promedio más bajo correspondió a los estudiantes del departamento de Quetzaltenango con una media de 0.29 ppm, ( $\pm$  0.12 ppm). En el departamento de Sololá se presentó el valor individual más alto lo cual pudo influir en que este departamento presentara la mayor variabilidad de los departamentos de la región; aunque en general los resultados fueron similares.

Cuadro No.5

Media, Desviación estándar y rango de la concentración de fluoruro en orina de estudiantes de nivel medio de educación inscritos en el año 1994 en la región de Salud Suroccidente.

Región	Concentración de Fluoruro ppm			
	n	Media	Desviación Estándar	Rango
Suroccidente	300	0.35	0.15	0.11 - 1.07

Fuente: Datos Recolectados durante el trabajo de campo.

El promedio de concentración de fluoruro en orina, encontrado en los seis departamentos de la región de salud Suroccidente fué de 0.35 ppm con una desviación estándar de 0.15 ppm, siendo el valor mínimo de 0.11 ppm encontrado en el municipio de Malacatán, San Marcos y el valor máximo de 1.07 ppm encontrado en el municipio de San Lucas Tolimán, Sololá.

En un estudio similar realizado en el año de 1993 en escolares de nivel primario de educación, comprendidos en las edades de 6 a 12 años, la región Suroccidente presentó una media de 0.27 ppm y una desviación estándar de 0.09 ppm. Relacionándolo con este estudio confirma lo comunicado en la literatura que a mayor edad mayor concentración de fluoruro en orina

El resultado de ambas investigaciones denota la necesidad de implementar programas preventivos de fluoruración sistémica, como el de la sal de consumo humano.

Cuadro No. 6

Media, desviación estándar y rango de la concentración de fluoruro en orina de estudiantes de nivel medio de educación, inscritos en el año 1994 en la Región de Salud Suroccidente, distribuidos por edad.

Edad	Concentración de Fluoruro ppm			
	n	Media	Desviación Estándar	Rango
13	54	0.32	0.10	0.11 - 0.59
14	41	0.29	0.08	0.17 - 0.43
15	56	0.33	0.10	0.15 - 0.58
16	75	0.40	0.20	0.14 - 1.07
17	74	0.37	0.15	0.14 - 0.93
Totales	300	0.34	0.13	0.11 - 1.07

Fuente: Datos Recolectados durante el trabajo de campo.

En la región de salud Suroccidente las concentraciones de fluoruro en orina más altas se presentaron en estudiantes de 16 años de edad con una media de 0.40 ppm y una desviación estándar de 0.20 ppm siendo el rango de valores de 0.14 ppm a 1.07 ppm y las más bajas se encontraron en estudiantes de 13 años de edad, con una media de 0.32 ppm, con una desviación estándar de 0.10 ppm. Estos resultados concuerdan con lo descrito en la literatura sobre la disminución de la captación de fluoruro al aumentar la edad debido a los procesos de maduración ósea (48).

La mayor variabilidad de concentración se presentó en el grupo etario de 16 años, sin embargo los valores fueron similares en general.

Cuadro No. 7

Media, desviación estándar y rango de la concentración de Fluoruro en orina de estudiantes de nivel medio de educación inscritos en el año 1994, en la Región de Salud Suroccidente, distribuidos por sexo.

Sexo	Concentración de Fluoruro ppm			
	n	Media	Desviación Estandar	Rango
Femenino	109	0.32	0.11	0.11 - 0.72
Masculino	191	0.37	0.16	0.14 - 1.07
Totales	300	0.35	0.14	0.11 - 1.07

Fuente: Datos recolectados durante el trabajo de campo.

El valor promedio de concentración de fluoruro en orina de estudiantes del nivel medio de educación de la región de salud Sur-Occidente fué mayor en el sexo masculino (0.37 ppm), que en el sexo femenino que obtuvo un valor promedio de (0.32 ppm).

La variabilidad de concentración de fluoruro en orina en el sexo masculino fué mayor que en el sexo femenino, lo cual pudo deberse a la desproporción del número de la muestra.

Cuadro No.8

Concentración de fluoruro en ppm en el agua de consumo de los institutos de la región de salud Sur-Occidente.

Instituto	Concentración de F en agua de consumo en ppm.
I.P.M.E.B. Colegio Centroamericano	0.06
I.P.M.E.D. BAPOMA	0.13
I.P.M.E.D. Liceo Centroamericano	0.11
I.P.M.E.B. Anexo Juan Franklin	0.01
I.M.E.D. Rafael Arévalo Martínez	0.12
I.P.M.E.D. Ciencias Comerciales	0.15
I.O.M.E.D. Escuela de C. Comerciales	0.06
I.O.M.E.D. Carlota Rafael de Díaz	0.33
I.P.M.E.B. Rafael Landívar	0.03
I.P.M.E.B. Nuestra Señora del Rosario	0.05
I.P.M.E.D. Colegio Mixto Retalhuleu	0.01
I.O.M.E.D. Carlos Dubón	0.04

Fuente: Datos recolectados durante el trabajo de campo.

Las concentraciones de fluoruro en el agua de consumo, colectada en los institutos de la región Sur-occidente, en donde se realizó la investigación, tuvo valores bajos en relación a los encontrados en la orina de los estudiantes de dichos institutos. Encontrándose la concentración más baja en el Colegio Mixto Retalhuleu con un valor de 0.01 ppm y la concentración más alta (0.33 ppm) en el Instituto Carlota

Rafaél de Díaz, en el municipio de San Lucas Tolimán, Sololá. Lo anterior pudo ser debido a que el agua de consumo colectada en los institutos no es la fuente principal de abastecimiento de los estudiantes; o a que existen otras fuentes importantes de flúor en la dieta.

El valor más alto de concentración de fluoruro en el agua de consumo coincide con el valor más alto del promedio de concentración de fluoruro en las muestras de orina y en las colecciones totales por instituto.

Además es evidente la diferente concentración del elemento flúor en el agua de consumo de los institutos estudiados, en relación a los valores ideales que son de 1ppm = 1mg/l.

Cuadro No. 9

Concentración de fluoruro en las colecciones totales de orina en los estudiantes de nivel medio de educación de la región de salud Sur-Occidente, por instituto inscritos en el año de 1994.

Instituto	Concentración de F. en colecciones totales de orina en ppm.
I.P.M.E.B. Colegio Centroamericano	0.30
I.P.M.E.D. BAPOMA	0.35
I.P.M.E.D. Liceo Centroamericano	0.31
I.P.M.E.B. Anexo Juan Franklin	0.37
I.M.E.D. Rafael Arévalo Martínez	0.33
I.P.M.E.D. Ciencias Comerciales	0.25
I.O.M.E.D. Escuela C. Comerciales	0.34
I.O.M.E.D. Carlota Rafael de Díaz	0.74
I.P.M.E.B. Rafael Landívar	0.27
I.P.M.E.B. Nuestra Señora del Rosario	0.34
I.P.M.E.D. Colegio Mixto Retalhuleu	0.41
I.O.M.E.D. Carlos Dubón	0.24

Fuente: Datos recolectados durante el trabajo de campo.

En las colecciones totales de orina de cada instituto se encontraron concentraciones de fluoruro de 0.24ppm como valor más bajo que correspondió al instituto Carlota Rafael de Díaz del municipio de San Lucas Tolimán, Sololá.

En general los doce institutos tuvieron valores similares a excepción del Instituto Carlota Rafael de Díaz, todos estuvieron con valores de mínima variabilidad.

A continuación se presentan cuadros y gráficas generales de la distribución de la muestra, media, desviación estándar y rango de la concentración de fluoruro en orina de estudiantes del nivel medio de educación inscritos en el año 1994 en la República de Guatemala, analizados por medio del programa estadístico SYSTAT y ordenados por departamento, región de salud, edad y sexo.

Las concentraciones de fluoruro se expresan en ppm =mg/l.

CUADRO GENERAL No. 1

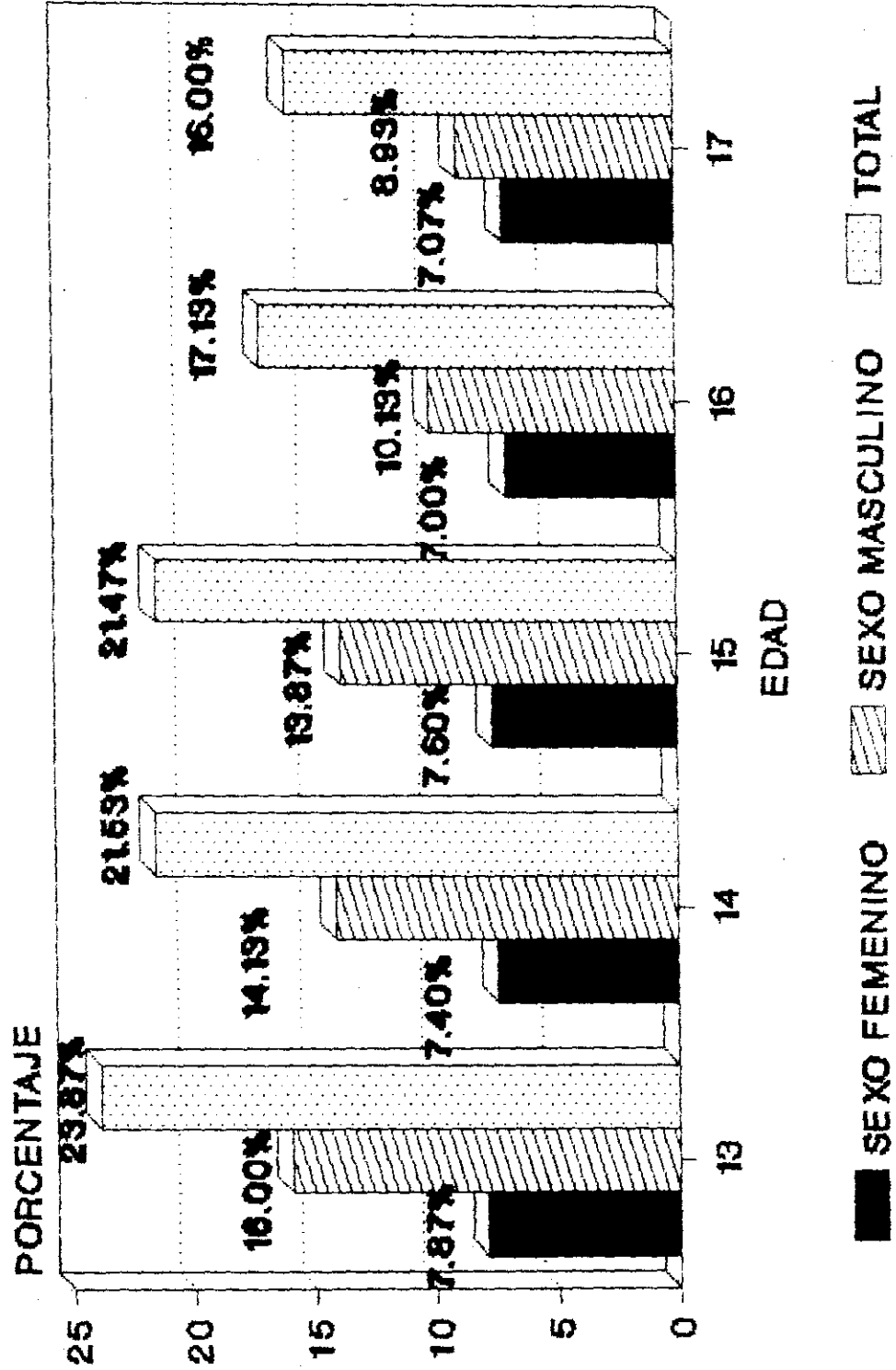
FRECUENCIA Y PORCENTAJE DE LA MUESTRA DE ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO DE EDUCACION, INSCRITOS EN EL AÑO 1994, EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA; DISTRIBUIDOS POR EDAD Y SEXO

Concentración de Fluoruro (ppm)						
Edad	Femenino		Masculino			
	n	%	n	%	n	%
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
Totales	554	36.93%	946	63.07%	1500	100%

Fuente: Datos recolectados durante el trabajo de campo. La muestra total del estudio sobre concentración de fluoruro en orina de estudiantes de nivel medio de educación en la República de Guatemala estuvo integrada por 1500 estudiantes, de los cuales el 63.07% correspondieron al sexo masculino y el 36.93% al sexo femenino; los estudiantes estuvieron comprendidos entre las edades de 13 a 17 años.

En general la disponibilidad etaria de los grupos se presentó en forma 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, DESVIACION ESTANDAR Y RANGO DE LAS CONCENTRACIONES DE FLUORURO EN LA ORINA DE ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO DE EDUCACION INSCRITOS EN EL AÑO 1994 EN LA REPUBLICA DE

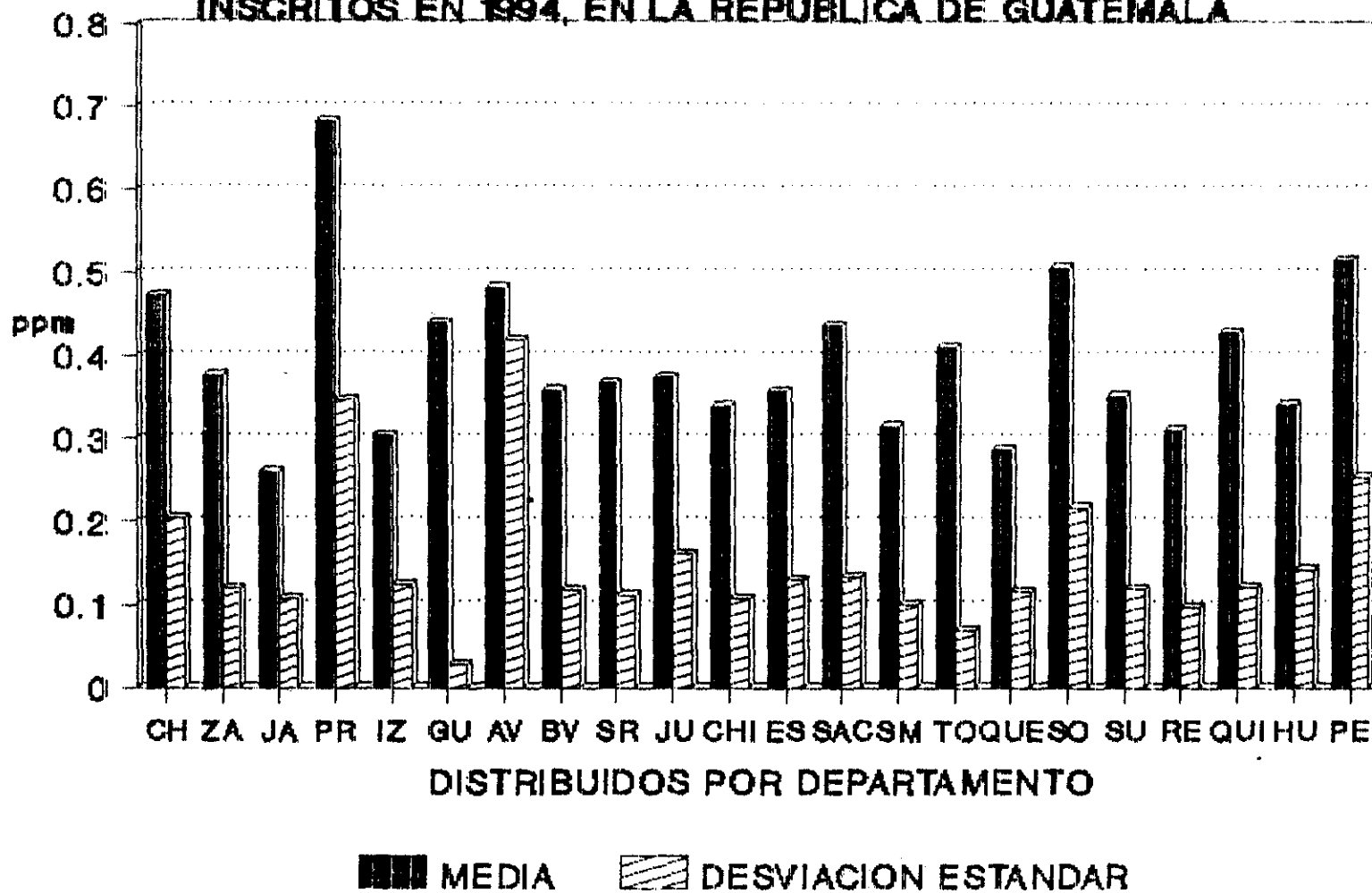
GUATEMALA POR DEPARTAMENTO.

Departamento	n	Media	Desviación Estándar	Rango
Guatemala	150	0.44	0.03	0.13 - 0.76
Alta Verapáz	75	0.48	0.42	0.06 - 1.87
Baja Verapáz	75	0.36	0.12	0.18 - 1.03
Chiquimula	75	0.47	0.20	0.19 - 1.04
Zacapa	75	0.38	0.12	0.15 - 0.61
El Progreso	75	0.68	0.35	0.24 - 1.44
Izabal	75	0.30	0.12	0.06 - 0.78
Santa Rosa	50	0.37	0.11	0.05 - 0.67
Jutiapa	50	0.38	0.16	0.12 - 0.92
Jalapa	50	0.26	0.11	0.03 - 0.46
Chimaltenango	50	0.34	0.11	0.09 - 0.64
Escuintla	50	0.36	0.13	0.01 - 0.78
Sacatepéquez	50	0.44	0.13	0.20 - 0.81
San Marcos	50	0.32	0.10	0.11 - 0.57
Totonicapán	50	0.34	0.07	0.20 - 0.51
Quetzaltenango	50	0.29	0.12	0.14 - 0.68
Sololá	50	0.51	0.22	0.25 - 1.07
Suchitepéquez	50	0.35	0.12	0.18 - 0.92
Retalhuleu	50	0.31	0.10	0.15 - 0.59
Quiché	75	0.43	0.12	0.16 - 0.66
Huehuetenango	75	0.34	0.14	0.04 - 0.81
Petén	150	0.52	0.25	0.08 - 1.20
Total	1500	0.41	0.21	0.01 - 1.87

Fuente: Datos recolectados durante el trabajo de campo.

De los 22 departamentos de las República de Guatemala, los valores más altos de concentración de flúor en orina se encontraron en los estudiantes del el departamento de El Progreso con una media de 0.68 ppm, (+ 0.35 ppm) y los valores más bajos correspondieron a los estudiantes del departamento de Jalapa con una media de 0.26 ppm, (+ 0.08 ppm). En general la concentración de fluoruro en orina de los estudiantes del nivel medio fueron similares, la variabilidad del fenómeno no

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



GRAFICA GENERAL NO.2

GRAFICA GENERAL NO. 2

ABREVIATURA

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

NOMBRE DEPARTAMENTO

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



fué alta, aunque el rango fué amplio debido probablemente a altas concentraciones de fluoruro en el agua de algunas regiones, y a la hora de recolección de la muestra.

CUADRO GENERAL No.3

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

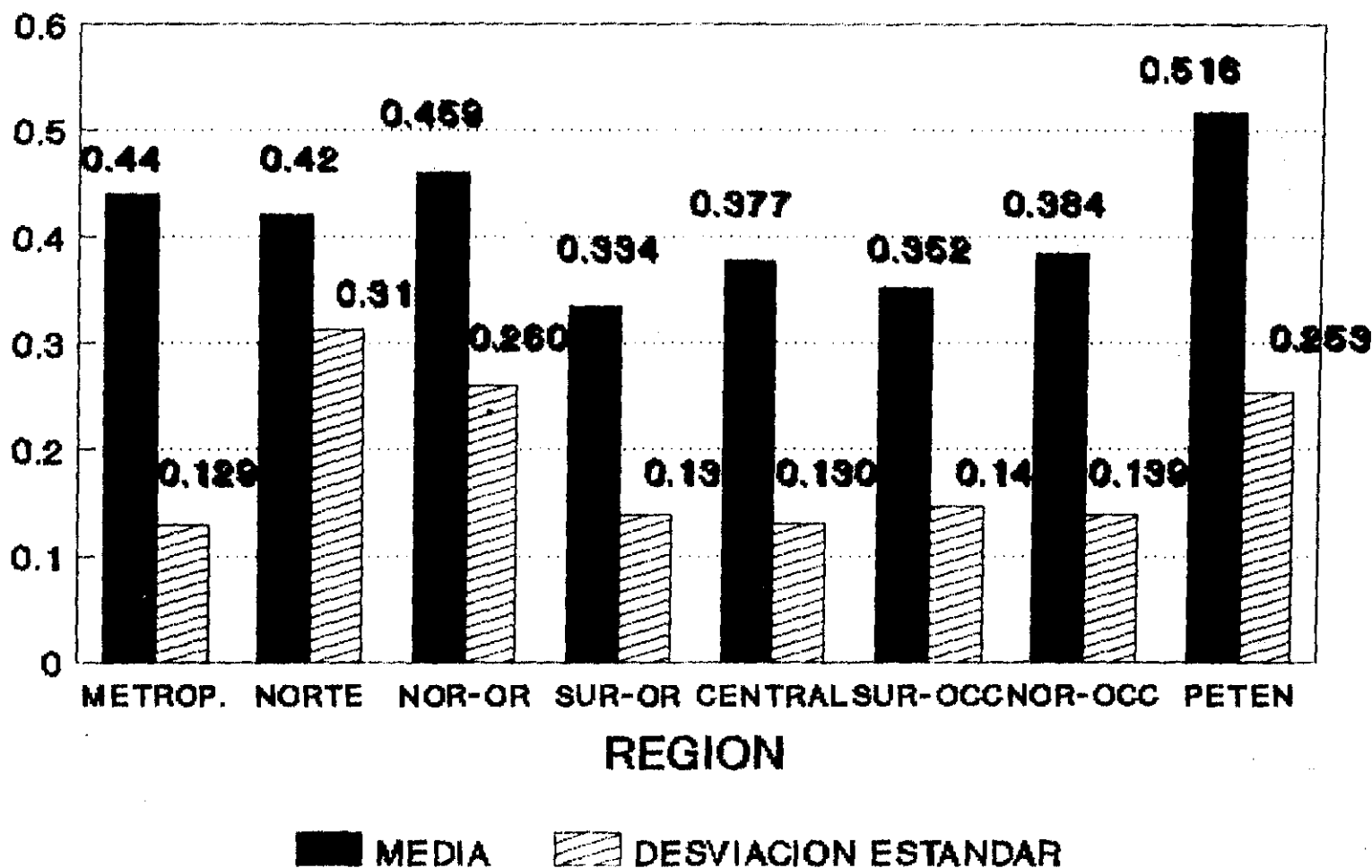
Concentración de Fluoruro				
Región	n	Media	Desviación Estándar	Rango
Metropolitana	150	0.44	0.13	0.13 - 0.76
Norte	150	0.42	0.31	0.06 - 1.87
Nor-Oriente	300	0.46	0.26	0.06 - 1.44
Sur-Oriente	150	0.33	0.14	0.03 - 0.82
Central	150	0.38	0.13	0.01 - 0.81
Sur-Occidente	300	0.35	0.15	0.11 - 1.07
Nor-Occidente	150	0.38	0.14	0.14 - 0.81
Petén	150	0.52	0.25	0.08 - 1.20
Total	1500	0.41	0.19	0.01 - 1.87

Fuente: Datos recolectados durante el trabajo de campo

De los resultados obtenidos por región de salud en la República de Guatemala, los estudiantes de la región que presentaron la concentración de fluoruro en orina más alta fué Petén, con un valor de 0.52 ppm. (  $\pm 0.25$  ) y la media más baja fueron los estudiantes de la Región de Salud Sur oriente con un valor de 0.33 ppm. (  $\pm 0.14$  ). Es importante observar que la región que presentó el dato aislado más alto de concentración de flúor en orina fué la región Norte con un valor de 1.87ppm.

En general las demás regiones tienen concentraciones de fluoruro y una variabilidad similares.

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



GRAFICA GENERAL NO.3

CUADRO GENERAL No. 4

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

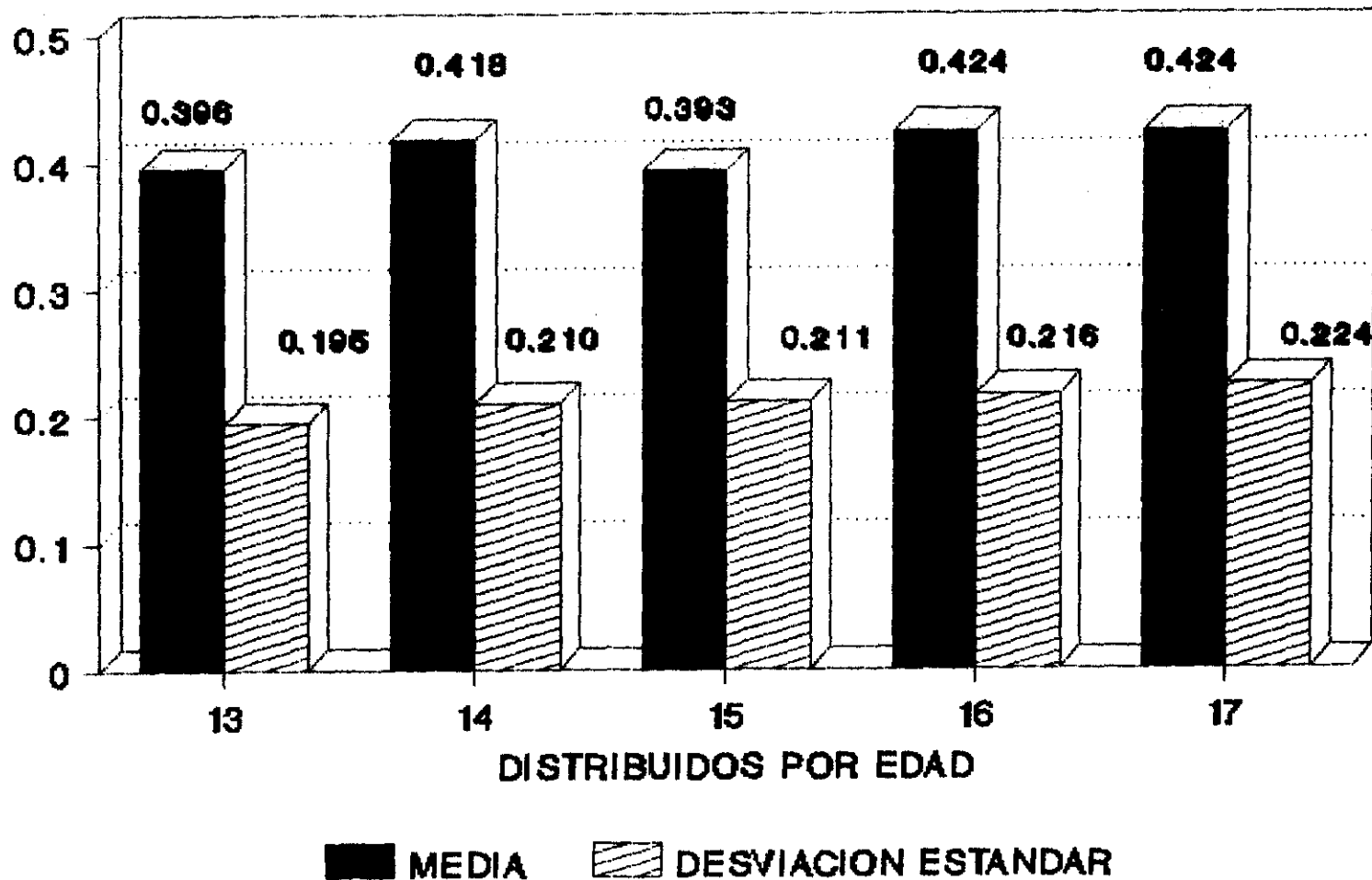
Concentración de Fluoruro				
Edad	n	Media	Desviación Estándar	Rango
13	358	0.40	0.20	0.10 - 1.37
14	323	0.42	0.21	0.03 - 1.43
15	322	0.39	0.21	0.01 - 1.87
16	257	0.42	0.22	0.04 - 1.38
17	240	0.42	0.22	0.04 - 1.43
Totales	1500	0.41	0.21	0.01 - 1.87

Fuente: Datos recolectados durante el trabajo de campo.

Las concentraciones de fluoruro en orina más altas corresponden a las edades de 14, 16 y 17 años con una media de 0.42 ppm. en dichos grupos ( $\pm 0.22$  ppm,  $\pm 0.22$  ppm, y  $\pm 0.21$  ppm respectivamente) y el valor más bajo se obtuvo en la edad de 15 años con una media de 0.39 ppm, ( $\pm 0.21$  ppm); resultados que confirman que a mayor edad la concentración de fluoruro en orina aumenta por la diferencia de metabolismo de fluoruro en distintas edades, pues se sabe que a mayor edad la captación de fluoruro por los tejidos óseos es menor (44).

La distribución de la muestra fue homogénea y la variabilidad de la concentración de fluoruro 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**



**GRAFICA GENERAL NO.4**

CUADRO GENERAL No. 5

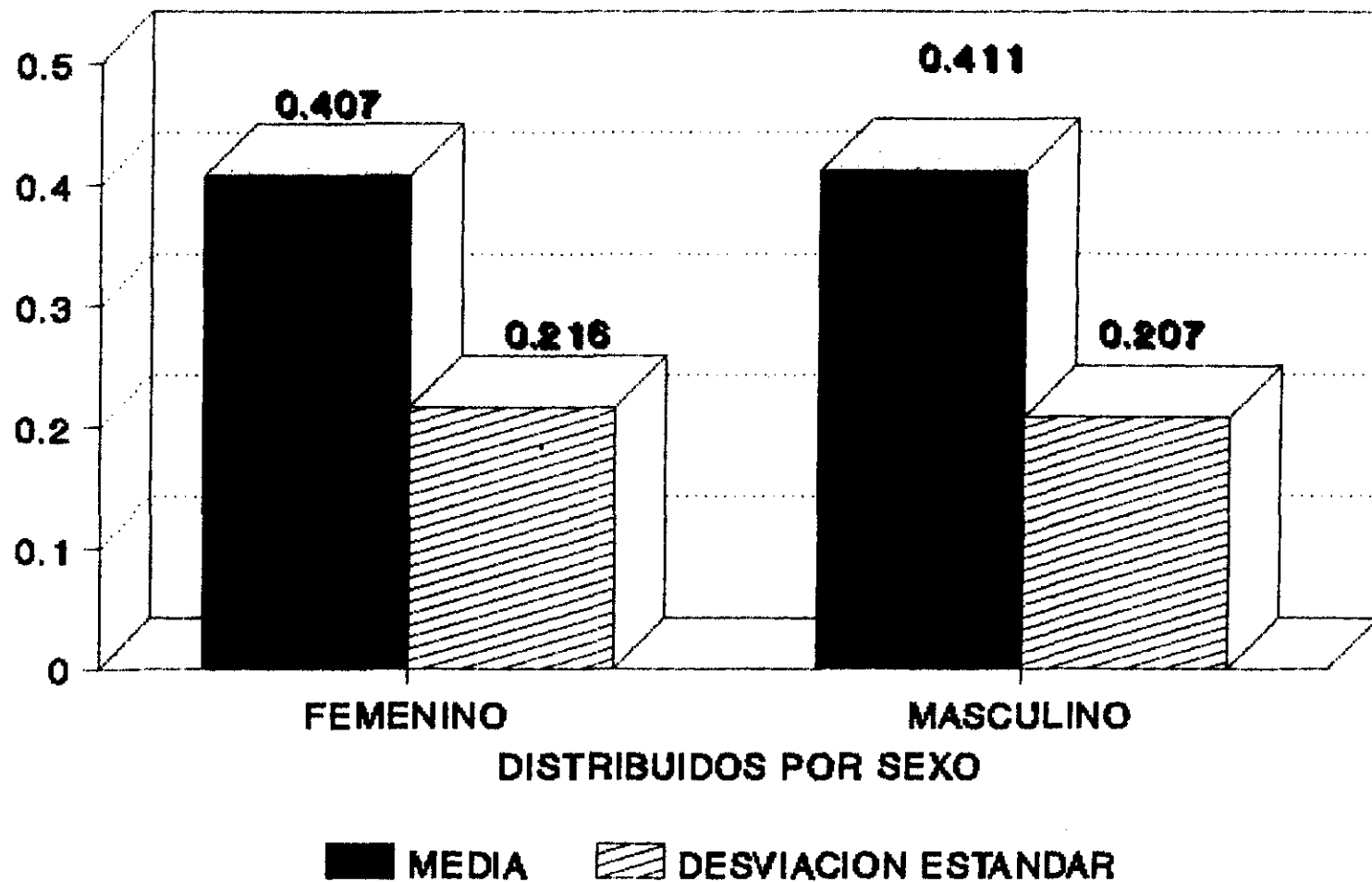
MEDIA, DESVIACION ESTANDAR Y RANGO DE LA CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA DE LOS ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO DE EDUCACION INSCRITOS EN EL AÑO 1994 EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA DISTRIBUIDOS POR SEXO

Sexo	Concentración de Fluoruro			
	n	Media	Desviación Estándar	Rango
Femenino	554	0.41	0.22	0.01 - 1.87
Masculino	946	0.41	0.21	0.03 - 1.44
total	1500	0.41	0.21	0.01 - 1.87

Fuente: Datos recolectados durante el trabajo de campo.

Para el estudio de la República de Guatemala la media de la concentración de fluoruro en orina y la variabilidad de la concentración fueron similares tanto para el sexo masculino como para el sexo femenino.

**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, DESVIACION ESTANDAR Y RANGO DE LA CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA DE ESTUDIANTES DE NIVEL MEDIO DE EDUCACION INSCRITOS EN EL AÑO 1994 EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA A NIVEL NACIONAL.

Concentración de Fluoruro			
n	Media	Desviación Estándar	Rango
1500	0.409	0.210	0.010 - 1.87

Fuente: Datos recolectados durante el trabajo de campo.

En la República de Guatemala la media de la concentración de fluoruro en orina de los estudiantes fué de 0.41 ppm. con una desviación estándar de 0.21ppm. El valor mínimo fué de 0.01ppm, en el municipio de Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla, y el máximo de 1.87 ppm. en el municipio de Tukurú, Alta Verapáz.

En Costa Rica en 1992 se realizó un estudio de fluoruria en las edades de 16 a 22 años, encontrándose una media de la concentración de fluoruro en orina de 0.39 ppm., los valores del presente estudio fueron más altos, estando las edades comprendidas entre las edades de 13 a 17 años con una media de 0.41ppm.

Todo esto nos indica que la ingesta de fluoruros de la población guatemalteca es deficiente y se hace necesario la implementación de programas de fluoruración sistémica, como el de la sal de consumo humano.

**ASOCIACION ENTRE VARIABLES SEGUN EL COEFICIENTE DE CORRELACION DE PEARSON**

{F} Agua	--	{F} Colección total	$r = 0.25$
{F} Agua	--	{F} X orina a nivel nacional	$r = 0.39$
{F} Colecciones totales	--	{F} X orina	$r = 0.77$

A nivel nacional, se determinó una relación positiva entre las tres variables, existiendo una asociación de baja magnitud entre la concentración de fluoruro en agua y la concentración de fluoruro en las colecciones totales de orina; y entre la concentración de fluoruro en el agua y el promedio de concentración de fluoruro en orina, debido probablemente a que el agua de los institutos no es la principal fuente de ingesta de los estudiantes de la muestra.

Entre las variables de concentración de fluoruro de las colecciones totales de orina y el promedio de la concentración de fluoruro en orina existe una alta asociación, esto debido a que la concentración de fluoruro en las colecciones totales de orina y el promedio de concentración de fluoruro en orina son indicadores del metabolismo de fluoruro en el organismo, por lo que se puede asumir que ambas dan una estimación adecuada de la ingesta de fluoruro.

## 9.- CONCLUSIONES

1.- Los estudiantes que presentaron la concentración de fluoruro en orina más alta de la región de salud Suroccidente se encontraron en el departamento de Sololá con una media de 0.51 ppm., una desviación estándar de 0.22 ppm y el valor promedio más bajo se encontró en el departamento de Quetzaltenango con una media de 0.29 ppm., una desviación estándar de 0.12 ppm.

2.- Los estudiantes que presentaron los valores más altos de concentración de fluoruro en orina fueron los alumnos del Instituto Mixto de Educación Diversificado Carlota Rafael de Díaz, ubicado en San Lucas Tolimán, Sololá; el cual obtuvo un promedio de concentración de Fluoruro en orina de 0.67 ppm., con una desviación estándar de 0.20 ppm y el promedio más bajo correspondió a los estudiantes del Instituto Privado Mixto de Educación Diversificado Carlos Dubón, ubicado en el departamento de Retalhuleu con un promedio de 0.28 ppm. y una desviación estándar de 0.05 ppm.

3.- Del rango de edades estudiado (13 -17 años) el que presentó el promedio de concentración de fluoruro en orina más alto (0.40 ppm) fué la muestra comprendida en la edad de 16 años, con una variabilidad  $\pm$  0.20 ppm., mientras que la concentración más baja (0.29 ppm), correspondió a la edad de 14 años con una desviación estándar de 0.08 ppm.

4.- En lo que a sexo corresponde la mayor concentración de fluoruro en orina se presentó en el sexo masculino con una media de 0.37 ppm., una desviación estándar de 0.16 ppm. y están comprendidos en un rango de 0.14 - 1.07 ppm y el sexo

femenino la menor con una media de 0.32 ppm., una desviación estándar de 0.11 ppm. estando comprendidos en un rango de valores de 0.11 - 0.72 ppm.

5.- Al relacionar los resultados de este estudio con el realizado en el año de 1993 en escolares de la región de salud Sur-Occidente comprendidos entre las edades de 6 a 12 años se percibe una diferencia de 0.09 ppm. menor en la concentración de fluoruro en orina promedio de dicha muestra. El valor promedio de concentración de fluoruro en orina en dicho estudio fué de 0.27 ppm para la región Sur-Occidente con una desviación estándar de 0.09 ppm, mientras que para este estudio en la misma región de salud la muestra de estudio comprendida entre 13 -17 años presenta valores promedios de 0.32 ppm y una desviación estándar de 0.15 ppm, resultados que confirman que a mayor edad la concentración de fluoruro en orina aumenta por la menor demanda de flúor en el organismo.

6.- A nivel nacional la mayor concentración de fluoruro en orina se encontró en los estudiantes de la región de salud correspondiente al departamento de Petén con un promedio de 0.52 ppm. ( $\pm$  0.25 ppm.) y la más baja se encontró en los escolares de la región de salud Suroriental con un promedio de 0.33 ppm. ( $\pm$  0.14 ppm)

7.- En relación con un estudio realizado en Costa Rica en edades comprendidas entre 16 -22 años en Febrero de 1992, cuyo valor promedio fué de 0.39 ppm, los valores del presente estudio fueron más altos, estando los estudiantes comprendidos entre las edades de 13 a 17 años con un valor promedio de 0.41 pp. a nivel nacional

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 las concentraciones de orina y las colecciones totales de orina.

## **10.- RECOMENDACIONES**

1.- En base a la revisión bibliográfica la fluoruración de la sal es recomendable como alternativa para la prevención de caries dental y enfermedad periodontal, por ser una medida de amplia cobertura y accesible a la población.

2.- Utilizar los resultados de esta investigación como medidas de control para implementar el programa de fluoruración de la sal de consumo humano a nivel nacional.

3.- Realizar estudios de este tipo a nivel nacional, en pre-escolares y adultos utilizando la misma metodología, para poder comparar los resultados con los obtenidos en niños y adolescentes.

4.- Utilizar la metodología de concentración de fluoruro en orina como medida de control y vigilancia para la fluoruración de la sal.

## **11.- LIMITACIONES**

*Durante la realización de la presente investigación se encontraron algunas limitaciones:*

- 1.- Falta de disponibilidad inmediata del laboratorio.*
- 2.- Dificultad para adquirir equipo de laboratorio especializado completo.*
- 3.- Falta de colaboración por parte de los escolares.*

12.- ANEXOS

ANEXO 1

CONSENTIMIENTO DE REALIZACION DEL ESTUDIO

FECHA: \_\_\_\_\_

Por este medio autorizo al estudiante de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala; Adelm Elizabeth de León P. 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 y Excreción de Fluoruro en la Orina de los Estudiantes de Nivel Medio Inscritos en el Ciclo 1994, En la Región de Salud Suroccidente que comprende los departamentos de San Marcos, Totonicapán, Quetzaltenango, Sololá, Suchitepéquez, y Retalhuleu."

(f)

\_\_\_\_\_  
DIRECTOR (A)



## **INSTRUCTIVO PARA LLENAR LA FICHA DE RECOLECCION DE DATOS**

*En cada uno de los renglones se escribirá lo siguiente:*

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

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

**Departamento:**

*Se anotará el departamento de la República de Guatemala al que pertenece la comunidad, con su respectivo código.*

**Instituto:***Se anotará el nombre del instituto seleccionado para este estudio, con su respectivo código.*

**Localización:**

*Se anotará la localización más exacta posible del instituto donde se recolectarán las muestras.*

*En la columna correspondiente a:*

**Número de la muestra:**

*Se anotará en números arábigos y en forma correlativa el número que se le asigne a cada estudiante.*

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

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

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

**Grado:** *Se anotará con números ordinales el grado que cursa el escolar.*

**Hora de micción:**

*Se anotará con números arábigos la hora y minuto en que se toma la muestra de orina.*

*Volumen de orina:*

*Se anotará con números arábigos cantidad en milímetros de orina recolectada.*

*Preservante:*

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

ANEXO 3.

Distribución de datos obtenidos en el trabajo de campo de concentración de fluoruro en la orina de los escolares del nivel medio de educación inscritos en el año 1994 en la Región de Salud Suroccidente.

Instituto Privado Mixto de Educación Básico Colegio Evangélico Centroamericano. Malacatán, San Marcos.

No. Muestra	Edad	Sexo	Grado	Volumen ml.	Concentración F ppm	Hora 1a.	Hora última
1	14	f	1 B	50	0.17	8:00	11:00
2	13	m	1 B	50	0.14	7:00	9:00
3	13	m	1 B	40	0.18	7:30	11:00
4	13	m	1 B	35	0.42	7:30	11:30
5	14	f	1 B	70	0.41	6:00	10:00
6	14	f	1 B	120	0.26	8:00	11:00
7	13	f	1 B	300	0.32	8:15	12:10
8	15	m	1 B	280	0.32	8:00	11:35
9	13	f	1 B	90	0.34	8:15	10:35
10	16	f	1 B	75	0.26	8:30	12:15
11	14	f	1 B	150	0.33	8:00	12:00
12	14	m	1 B	125	0.43	8:10	12:15
13	14	f	1 B	210	0.18	8:00	11:35
14	13	f	1 B	200	0.57	8:10	12:15
15	15	m	1 B	400	0.20	7:30	12:00
16	16	m	1 B	115	0.20	7:00	10:25
17	15	f	1 B	90	0.32	6:30	8:45
18	13	f	1 B	100	0.11	7:30	9:45
19	17	m	1 B	50	0.32	7:00	10:00
20	15	f	1 B	100	0.17	6:00	11:30
21	14	f	1 B	190	0.25	8:00	11:00
22	13	f	1 B	150	0.14	8:15	11:00
23	16	f	2 B	150	0.19	8:00	11:00
24	17	f	2 B	110	0.36	7:30	11:10
25	16	f	2 B	120	0.38	7:00	11:20

PULL: 0.30 ppm.

AGUA: 0.06 ppm.

Instituto Privado Mixto de Educación Diversificado Bachillerato por Madurez " BAPOMA ".San Marcos.

No. Muestra	Edad	Sexo	Grado	Volumen ml.	Concentración F.ppm	Hora 1a.	Hora última
1	17	m	4Bach.	150	0.45	8:30	10:00
2	16	m	4Bach.	100	0.27	8:30	11:30
3	17	m	4Bach.	105	0.34	8:30	11:00
4	17	m	4Bach.	120	0.28	8:30	11:30
5	17	m	4Bach.	160	0.33	8:00	10:40
6	17	f	4Bach.	180	0.37	8:30	11:50
7	16	m	4Bach.	100	0.42	8:30	11:30
8	17	m	4Bach.	120	0.33	8:00	10:20
9	16	f	4Bach.	220	0.44	8:00	11:10
10	16	f	4Bach.	90	0.29	8:00	10:30
11	16	f	4Bach.	260	0.56	8:00	11:15
12	17	m	4Bach.	200	0.38	8:30	11:20
13	17	f	4Bach.	180	0.36	8:00	11:30
14	17	m	4Bach.	120	0.31	8:00	11:50
15	16	f	4Bach.	100	0.37	8:00	11:30
16	17	m	4Bach.	180	0.37	8:00	10:50
17	17	f	4Bach.	120	0.29	8:30	11:10
18	17	m	4Bach.	180	0.30	8:00	11:10
19	17	f	4Bach.	140	0.33	8:30	11:30
20	17	m	4Bach.	175	0.40	8:30	11:45
21	16	f	4Bach.	120	0.26	8:30	10:15
22	17	m	4Bach.	140	0.25	8:00	10:15
23	16	f	4Bach.	100	0.32	8:30	9:30
24	17	m	4Bach.	125	0.30	8:00	11:30
25	17	m	4Bach.	120	0.44	8:00	11:45

PULL: 0.35 ppm.

AGUA: 0.13 ppm.

Instituto Privado Mixto de Educación Diversificado Liceo  
 Centroamericano. San Cristóbal, Totonicapán.

No. Muestra	Edad	Sexo	Grado	Volumen ml.	Concentra- ción F.ppm	Hora 1a.	Hora última
1	16	f	4Bach	120	0.35	14:00	3:15
2	17	f	4Bach	210	0.38	14:00	5:05
3	17	f	4Bach	321	0.29	14:00	5:30
4	17	f	4Bach	145	0.20	14:00	4:15
5	17	m	4Bach	245	0.39	14:00	5:50
6	16	m	4Bach	320	0.42	14:00	5:15
7	16	m	4Bach	320	0.51	14:00	4:30
8	17	m	4Bach	285	0.45	14:00	4:45
9	16	m	4Bach	280	0.50	14:00	5:10
10	17	m	4Bach	195	0.31	14:00	3:50
11	17	f	4Bach	215	0.36	14:00	4:20
12	17	m	4Bach	405	0.30	14:00	5:10
13	17	f	4Bach	120	0.29	14:00	3:40
14	17	f	4Bach	205	0.35	14:00	4:10
15	16	f	4Bach	140	0.27	14:00	3:50
16	16	m	4Bach	105	0.33	14:00	5:10
17	17	m	4Bach	255	0.29	14:00	5:15
18	16	m	4Bach	230	0.29	14:00	5:00
19	16	f	4Bach	80	0.39	14:00	4:00
20	16	m	4Bach	125	0.48	14:00	3:45
21	17	f	5Bach	55	0.35	14:00	3:00
22	17	f	5Bach	95	0.28	14:00	3:00
23	16	m	5Bach	135	0.30	14:00	4:10
24	17	m	5Bach	220	0.33	14:00	4:50
25	16	m	5Bach	360	0.39	14:00	5:00

PULL: 0.31 ppm.

AGUA: 0.11 ppm.

Instituto Privado Mixto de Educación Básica Anexo Colegio Juan Franklin.  
San Miguel, Totonicapán.

No. Muestra	Edad	Sexo	Grado	Volumen ml.	Concentración F.ppm	Hora 1a.	Hora última
1	15	m	1 B	230	0.30	8:00	11:30
2	13	m	1 B	295	0.37	8:00	11:45
3	15	m	1 B	315	0.41	9:00	12:00
4	14	f	1 B	195	0.41	8:00	11:15
5	14	f	1 B	90	0.43	7:00	10:00
6	14	m	1 B	280	0.34	7:30	10:45
7	14	m	1 B	335	0.24	7:45	12:00
8	15	f	1 B	195	0.37	7:45	10:40
9	16	m	1 B	385	0.31	7:45	11:10
10	15	m	1 B	200	0.39	7:45	9:35
11	13	m	1 B	245	0.29	8:00	10:50
12	13	f	1 B	235	0.42	8:00	12:00
13	13	f	1 B	130	0.46	7:40	10:30
14	16	m	1 B	325	0.35	7:30	10:00
15	13	m	1 B	285	0.38	7:45	12:00
16	14	f	1 B	195	0.38	7:45	11:00
17	15	m	1 B	280	0.30	7:45	11:10
18	16	f	1 B	105	0.28	7:45	12:00
19	15	m	1 B	200	0.28	8:00	9:35
20	15	m	1 B	325	0.26	8:00	11:00
21	16	m	1 B	285	0.22	8:00	10:50
22	13	m	1 B	340	0.24	7:45	11:35
23	14	m	1 B	240	0.28	7:45	11:05
24	14	m	2 B	325	0.29	7:45	11:10
25	17	m	2 B	235	0.36	7:45	11:20

PULL: 0.37 ppm.

AGUA: 0.01 ppm.

Instituto Privado Mixto de Educación Diversificado Ciencias Comerciales.  
Colomba, Quetzaltenango.

No Muestra	Edad	Sexo	Grado	Volumen ml.	Concentra- ción F.ppm	Hora 1a.	Hora última
1	16	f	2 B	100	0.19	14:15	15:45
2	15	f	2 B	130	0.24	14:00	16:45
3	17	f	2 B	95	0.28	14:00	15:00
4	16	f	2 B	90	0.26	14:00	16:15
5	13	m	2 B	180	0.22	13:30	16:00
6	15	m	2 B	230	0.27	14:00	17:00
7	14	m	2 B	265	0.18	14:00	17:15
8	14	f	2 B	155	0.22	14:00	16:30
9	16	f	2 B	95	0.29	14:00	15:25
10	14	m	2 B	280	0.21	14:00	17:10
11	15	f	2 B	145	0.18	14:00	16:45
12	17	f	2 B	90	0.29	14:00	15:45
13	14	f	2 B	125	0.26	14:00	17:10
14	13	m	2 B	315	0.30	14:00	16:50
15	14	m	2 B	225	0.18	14:00	16:50
16	15	m	2 B	260	0.27	14:00	17:05
17	15	m	2 B	245	0.17	14:00	17:30
18	15	m	2 B	300	0.29	14:00	17:05
19	16	m	2 B	255	0.16	14:00	17:20
20	15	m	2 B	200	0.21	14:00	17:10
21	17	f	2 B	135	0.30	14:00	17:00
22	14	f	2 B	85	0.35	14:00	15:05
23	15	m	2 B	240	0.18	14:00	17:20
24	16	m	2 B	190	0.28	14:00	17:10
25	16	m	2 B	245	0.33	14:00	17:30

PULL: 0.25 ppm.

AGUA: 0.15 ppm.

Instituto Privado Mixto de Educación Diversificado Rafael Arévalo Martínez. Coatepéque, Quetzaltenango.

No Muestra	Edad	Sexo	Grado	Volumen ml.	Concentración F.ppm	Hora 1a.	Hora última
1	17	f	4 Bach	160	0.14	8:00	11:45
2	16	f	4 Bach	120	0.14	8:00	11:35
3	16	m	4 Bach	180	0.49	7:00	12:00
4	17	f	4 Bach	300	0.18	7:00	11:15
5	17	m	4 Bach	280	0.57	7:30	11:00
6	16	m	4 Bach	260	0.68	7:30	11:25
7	17	f	4 Bach	220	0.26	8:00	11:00
8	16	f	4 Bach	140	0.31	8:00	10:15
9	17	f	4 Bach	180	0.28	8:15	10:50
10	17	f	4 Bach	270	0.17	8:00	10:30
11	17	f	4 Bach	210	0.48	7:45	11:45
12	17	f	4 Bach	200	0.50	8:00	12:00
13	16	f	4 Bach	260	0.36	7:35	12:00
14	17	m	4 Bach	200	0.19	8:00	11:35
15	16	m	4 Bach	240	0.40	8:00	12:00
16	17	f	4 Bach	200	0.21	7:45	11:05
17	16	m	4 Bach	120	0.38	8:00	11:35
18	16	m	4 Bach	150	0.31	8:00	10:45
19	16	f	4 Bach	315	0.22	8:00	11:35
20	16	f	5 Bach	120	0.20	7:45	11:00
21	17	f	5 Bach	340	0.42	7:45	12:00
22	17	m	5 Bach	150	0.36	7:45	9:30
23	16	m	5 Bach	175	0.42	7:45	10:50
24	17	m	5 Bach	215	0.38	8:00	11:10
25	17	m	5 Bach	190	0.21	8:00	11:30

PULL: 0.33 ppm.

AGUA: 0.12 ppm.

**Instituto Oficial Mixto de Educación Diversificado Escuela de Ciencias Comerciales Abraham Lincon. Sololá.**

<b>No. Muestra</b>	<b>Edad</b>	<b>Sexo</b>	<b>Grado</b>	<b>Volumen ml.</b>	<b>Concentración F.ppm</b>	<b>Hora 1a.</b>	<b>Hora última</b>
1	15	m	3 B	96	0.31	7:00	10:20
2	16	m	3 B	50	0.34	8:30	10:25
3	16	m	1 B	30	0.32	8:00	10:22
4	15	m	2 B	64	0.44	7:50	10:25
5	15	m	3 B	92	0.39	6:55	10:22
6	15	m	3 B	106	0.33	6:30	10:27
7	15	m	3 B	55	0.58	6:30	10:10
8	16	m	3 B	10	0.29	7:15	10:10
9	15	m	3 B	70	0.32	6:00	10:25
10	15	m	3 B	190	0.33	6:30	10:25
11	15	m	3 B	70	0.41	7:15	10:00
12	14	m	3 B	20	0.42	8:30	10:00
13	14	m	1 B	250	0.30	6:30	9:40
14	16	m	1 B	65	0.37	7:00	9:40
15	15	m	1 B	38	0.36	7:00	10:40
16	15	m	2 B	70	0.25	6:00	10:10
17	13	m	1 B	128	0.32	6:26	10:40
18	13	m	1 B	80	0.35	7:30	10:40
19	15	m	2 B	46	0.33	9:00	9:30
20	13	m	1 B	44	0.29	8:00	10:50
21	14	m	1 B	30	0.31	10:20	10:40
22	14	m	2 B	102	0.33	10:00	10:40
23	13	m	1 B	30	0.25	10:00	10:40
24	13	m	1 B	50	0.34	7:20	10:40
25	13	m	1 B	44	0.40	7:00	10:50

**PULL: 0.34 ppm.**

**AGUA: 0.06 ppm.**

Instituto Oficial Mixto de Educación Diversificado Carlota Rafael de Díaz. San Lucas Tolimán, Sololá.

No. Muestra	Edad	Sexo	Grado	Volumen ml	Concentración F ppm	Hora 1a.	Hora última
1	17	f	5 P	220	0.42	12:00	17:05
2	17	f	5 P	115	0.43	12:00	17:05
3	17	f	5 P	265	0.54	12:30	17:05
4	16	m	4 P	140	0.75	10:00	17:40
5	17	m	5 P	130	0.44	12:00	17:00
6	16	m	4 P	85	1.07	12:30	17:35
7	17	m	5 P	75	0.74	12:00	14:15
8	17	m	5 P	110	0.75	8:00	17:00
9	17	m	4 P	280	0.74	13:30	17:35
10	16	f	4 P	80	0.58	12:30	17:22
11	15	m	4 P	180	0.41	12:00	17:40
12	16	m	4 P	210	0.76	12:00	17:40
13	17	m	4 P	130	0.56	12:00	17:45
14	16	m	5 P	170	0.85	12:30	17:00
15	17	m	4 P	210	0.76	12:00	17:30
16	15	m	4 P	170	0.55	12:30	17:30
17	16	m	4 P	350	0.40	13:20	17:35
18	16	m	4 P	230	0.59	13:00	17:30
19	17	m	5 P	30	0.93	12:50	15:15
20	16	f	4 P	80	0.72	11:45	15:12
21	16	f	4 P	120	0.54	13:00	17:20
22	16	m	4 P	150	0.94	12:00	17:40
23	15	m	4 P	380	0.53	13:00	17:40
24	16	m	5 P	140	1.05	12:30	17:00
25	17	m	5 P	160	0.57	12:45	17:00

PULL: 0.74 ppm.

AGUA: 0.33 ppm.

Instituto Privado Mixto de Educación Básica Rafael Landívar.  
Mazatenango, Suchitepéquez.

No. Muestra	Edad	Sexo	Grado	Volumen ml	Concentración F.ppm	Hora 1a.	Hora última
1	13	m	1 B	50	0.36	14:00	16:05
2	13	m	1 B	80	0.40	14:00	16:05
3	13	m	1 B	260	0.27	12:00	16:05
4	16	m	3 B	300	0.19	6:30	14:50
5	16	m	3 B	120	0.32	13:00	16:23
6	17	f	1 B	130	0.57	12:30	15:10
7	17	m	3 B	550	0.19	13:45	16:25
8	15	m	3 B	70	0.38	13:00	15:00
9	15	m	3 B	130	0.38	8:30	16:25
10	16	m	3 B	290	0.23	12:00	16:30
11	16	m	3 B	130	0.92	12:00	16:25
12	17	m	3 B	40	0.40	12:30	16:30
13	15	m	3 B	170	0.37	14:50	16:30
14	15	m	3 B	80	0.32	14:30	16:30
15	15	m	3 B	250	0.40	14:30	16:30
16	16	m	3 B	80	0.56	9:00	16:30
17	15	m	3 B	90	0.39	14:00	16:30
18	16	m	3 B	70	0.38	14:30	16:30
19	16	m	3 B	50	0.43	13:00	16:25
20	16	f	3 B	100	0.32	12:30	16:35
21	16	m	3 B	130	0.36	12:40	16:05
22	17	m	2 B	90	0.29	12:00	16:10
23	17	f	3 B	30	0.22	11:00	15:10
24	17	m	3 B	120	0.27	10:00	16:10
25	15	m	3 B	140	0.42	12:00	16:30

PULL: 0.27 ppm.

AGUA: 0.03 ppm.

*Instituto Privado Mixto de Educación Básica Nuestra Señora del Rosario.  
Mazatenango, Suchitepéquez.*

<i>No. Muestra</i>	<i>Edad</i>	<i>Sexo</i>	<i>Grado</i>	<i>Volumen ml</i>	<i>Concentra- ción F ppm</i>	<i>Hora 1a.</i>	<i>Hora última</i>
1	13	f	1 B	70	0.34	7:00	11:40
2	13	m	2 B	210	0.29	7:30	11:40
3	13	f	1 B	60	0.30	7:05	10:56
4	16	m	1 B	70	0.41	7:15	11:15
5	13	f	1 B	70	0.31	6:30	11:08
6	15	f	1 B	100	0.46	7:15	11:20
7	16	f	1 B	50	0.24	6:30	11:12
8	13	f	1 B	75	0.44	6:30	10:58
9	15	f	1 B	170	0.30	9:15	11:15
10	13	f	1 B	100	0.43	6:05	9:30
11	15	f	2 B	50	0.34	7:00	9:45
12	15	m	2 B	100	0.34	9:00	11:20
13	13	m	2 B	30	0.21	7:00	9:45
14	16	m	2 B	10	0.36	9:30	11:40
15	13	m	2 B	220	0.26	9:45	10:30
16	14	m	3 B	160	0.22	6:45	11:30
17	15	m	3 B	100	0.34	7:30	11:25
18	14	m	3 B	60	0.34	7:30	9:40
19	15	m	3 B	20	0.39	7:30	9:40
20	15	f	3 B	25	0.47	7:10	11:15
21	13	m	6to	140	0.32	7:10	11:25
22	14	f	3 B	20	0.32	7:20	11:15
23	14	f	3 B	260	0.28	6:30	11:25
24	14	m	2 B	70	0.27	6:47	9:40
25	14	m	2 B	130	0.18	7:00	9:45

*PULL: 0.34 ppm.*

*AGUA: 0.05 ppm.*

Instituto Privado Mixto de Educación Diversificado Colegio Mixto Retalhuleu. Retalhuleu.

No. Muestra	Edad	Sexo	Grado	Volumen ml	Concentración F ppm	Hora 1a.	Hora última
1	13	f	1 B	110	0.35	10:30	15:48
2	16	f	1 B	75	0.19	8:00	15:54
3	13	m	1 B	50	0.59	12:20	15:44
4	13	m	1 B	75	0.45	15:20	15:40
5	14	f	2 B	150	0.24	7:00	15:40
6	16	f	1 B	60	0.35	12:00	15:56
7	13	f	1 B	65	0.47	11:30	15:53
8	16	f	2 B	60	0.33	10:30	15:35
9	13	f	1 B	10	0.43	13:50	15:52
10	13	m	1 B	40	0.42	10:00	15:30
11	13	m	1 B	110	0.53	11:30	15:45
12	13	m	1 B	80	0.43	8:00	15:40
13	14	m	1 B	60	0.38	11:00	15:30
14	14	f	2 B	70	0.39	11:00	15:50
15	15	f	2 B	50	0.22	12:00	15:54
16	13	f	2 B	130	0.35	7:00	15:49
17	17	m	4Bach	150	0.30	12:00	15:55
18	15	m	4 P	102	0.26	12:30	15:50
19	14	m	4 P	90	0.33	11:00	16:18
20	16	m	3 B	10	0.40	11:30	15:38
21	17	m	5 P	156	0.30	11:00	16:15
22	15	f	3 B	126	0.41	12:00	16:10
23	17	m	4Bach	56	0.41	11:00	16:35
24	17	m	5 Sec	134	0.40	7:00	16:00
25	17	f	5 Sec	104	0.17	12:45	17:10

PULL: 0.41 ppm.

AGUA: 0.01 ppm.

Instituto Oficial Mixto de Educación Diversificado Carlos Dubón.  
Retalhuleu.

No. Muestra	Edad	Sexo	Grado	Volumen ml.	Concentración F ppm	Hora 1a.	Hora última
1	13	m	1 B	110	0.18	5:15	11:00
2	13	m	1 B	100	0.20	6:00	10:30
3	13	m	1 B	60	0.27	6:30	11:05
4	13	m	1 B	40	0.30	6:00	11:10
5	13	m	1 B	50	0.22	6:00	9:30
6	13	m	1 B	270	0.23	6:45	11:20
7	13	m	1 B	15	0.33	6:30	11:00
8	13	m	1 B	120	0.30	5:00	10:30
9	15	m	2 B	55	0.27	9:25	11:30
10	14	m	1 B	60	0.22	9:30	11:05
11	14	m	1 B	40	0.28	7:20	11:10
12	13	m	1 B	200	0.20	6:00	11:00
13	14	m	2 B	25	0.29	6:00	11:00
14	15	f	2 B	140	0.38	8:00	9:45
15	16	m	2 B	25	0.23	7:00	9:00
16	14	f	1 B	80	0.24	6:15	8:50
17	14	f	2 B	75	0.32	6:00	9:00
18	13	f	1 B	40	0.30	7:15	11:50
19	15	f	2 B	78	0.23	6:30	11:02
20	15	f	1 B	110	0.30	6:10	9:43
21	13	f	1 B	40	0.33	6:10	11:20
22	15	m	2 B	110	0.28	9:30	10:30
23	14	m	2 B	20	0.20	6:20	11:15
24	15	m	1 B	40	0.15	5:40	9:38
25	16	m	2 B	80	0.24	6:20	9:45

PULL: 0.24 ppm.

AGUA: 0.04 ppm.

### 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. Przgl Lek, 46(12):793-797, 1989. (English abstract.)
7. Collado, P.J. Fluoruria en adultos costarricenses de 20 a 30 años en los estadios de fútbol. Fluoración al día (Costa Rica), 1(1):15-17, 1991.
8. Cremer, H. y W. Buttner. Absorción de los fluoruros. En: Adler, P. Fluoruros y salud. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1972. pp 75-90. (OMS, Monografía No. 59)
9. Day, R.A. Cómo escribir y publicar trabajos científicos. Traducido [del inglés] por Miguel Sáenz. Washington, Organización Panamericana de la Salud, 1990. pp 15-48. (OPS, Publicación científica No. 526.)
10. 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 Fluoruración de la Sal; Memoria realizado] del 4 al 10 de octubre de 1992 [por] Programa de Fluoruración de la Sal. San José, Costa Rica, R.G.M. Createc, S.A., 1992. pp. 83-91.
13. Ericsson, Y. Urinary estimation optimal fluoride dosis in domestic salt. Acta Odontol Scand, 29(1):43-51, 1971.
14. Flores, R., A. Noguera y J. Matute. Diseño muestral en las encuestas sobre deficiencia de yodo en C.A. y Panamá. En: Informe de la reunión de trabajo del grupo técnico 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 fluoraación. 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.
27. Marthaler, T. Aspectos cuantitativos del flúor en el cuerpo humano: ocurrencia e ingesta. (Resumen). trabajo presentado durante la Primera Reunión de expertos sobre la fluoración y yodación de la Sal de consumo humano. Antigua Guatemala, Guatemala, Nov. 17-21, 1986. pp. 225-229.
28. \_\_\_\_\_ 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, pp. 415-434.
29. Matute, J., R. Flores y A. Noguera. Encuesta para Conocer la prevalencia de bocio en salud bucal, así como los niveles de yoduria y fluoruria en Panamá. Panamá, Ministerio de Salud/INCAP, Universidad de Panamá. 1990. 9 p.
30. \_\_\_\_\_ Representatividad y confiabilidad de una muestra. Nutrición al día. (Guatemala), 4(1):42-50, 1990.
31. McClure, F.J. Water fluoridation: the search and the victory. Maryland, Departament 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. Oquendo R., M.R. Concentración de fluoruro en la orina de los escolares del nivel primario, inscritos en el año 1993 en la región de salud Sur-Occidente que comprende los departamentos de totonicapán, quetzaltenango, San Marcos, Suchitepéquez, Sololá y Retalhuleu. Tesis (Cirujano Dentista), Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología. 1993. pp. 79-81.
36. 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.
37. Sognaes, J. The physiology of fluoride. Int Dent J 12:2, 1962.
38. 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 de Guatemala, Facultad de Odontología, 1992. pp. 8-56.
39. Sánchez A., R. Epidemiología de las enfermedades y clínicos del aparato estomatológico de los escolares del nivel primario de Guatemala, estudio por regiones. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1992.
40. \_\_\_\_\_. Las enfermedades bucales y el flúor. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1992. pp. 1-5.
41. 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.
42. Smoot, R.C. y J. Price. Química: un curso moderno. México, Continental, 1979. pp. 203-204.
43. Stare, F. Effect of fluorides on bone reconstruction. Dent Abstracts, ADA, 13(4):1-3, 1968.



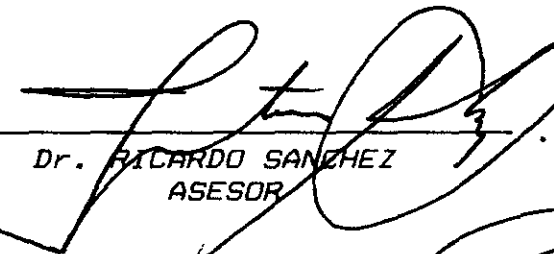
44. Suchinni P., C. Relación entre la concentración de fluoruro en el agua de consumo y la excreción y concentración de fluoruro en orina en una muestra de escolares de las Fincas Bananeras del Municipio de Los Amates, Izabal. Tesis (Cirujano Dentista), Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1992. pp. 8-56.
45. Whiltford, G. Control biológico de la sal fluorada. (Resumen), Trabajo presentado durante la 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.
46. World Health Organization. Fluorine and fluorides. Geneva, WHO, 1984. pp. 37-45.
47. 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.
48. 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.
49. \_\_\_\_\_, W.A. Lee y N.C. Leone. Rate of urinary fluoride output in normal adults. Amer J Publ Health, 47:848-851, 1957.

No. 130.

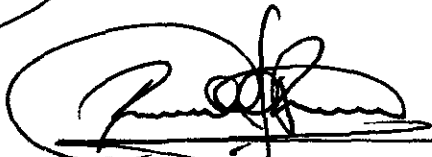
De Ester...



  
ADELMA ELIZABETH DE LEON PEREZ.  
SUSTENTANTE


  
Dr. RICARDO SANCHEZ  
ASESOR

RLC  
Dr. RICARDO LEON  
ASESOR

  
Dr. RONALD PONCE  
ASESOR

  
Dr. ERNESTO VILLAGRAN  
COMISION DE TESIS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
COMISION DE TESIS

  
DR. ALFONSO DE LEON B.  
COMISION DE INVESTIGACION

  
DR. MANUEL ANDRADE B.  
SECRETARIO



IMPRIMASE

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

