

**CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA DE LOS ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO DE EDUCACION, INSCRITOS EN EL AÑO DE 1,994, EN LA REGION DE SALUD NOR-ORIENTE, QUE COMPRENDE LOS DEPARTAMENTOS DE CHIQUINULA, ZACAPA, EL PROGRESO E IZABAL**

**TESIS PRESENTADA POR**

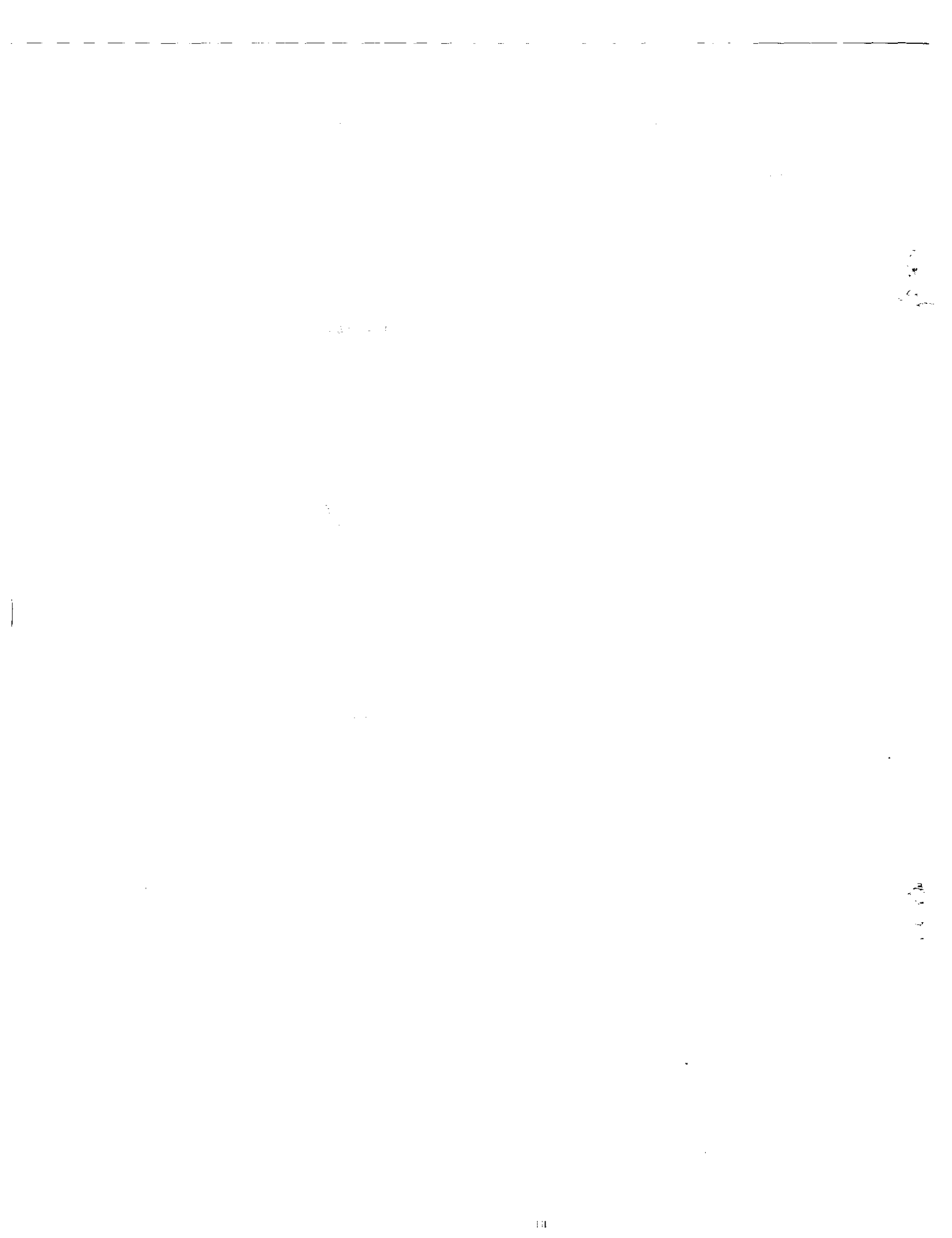
**LUIS FERNANDO RAMOS MEJIA**

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

**CIRUJANO DENTISTA**

**GUATEMALA, JUNIO DE 1994**

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central



DL  
09  
†(1055)

**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 Campollo Zavala  
**VOCAL CUARTO:** Br. Jorge Alberto Tello Motta  
**VOCAL QUINTO:** Br. Luis Arturo Orellana Valle  
**SECRETARIO:** Dr. Manuel de Jesús Andrade Bourdet

**TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PUBLICO**

**DECANO:** Dr. Jorge Martínez Solares  
**VOCAL PRIMERO:** Dr. Juan Luis Pérez Bran  
**VOCAL SEGUNDO:** Dr. Ricardo Sánchez Avila  
**VOCAL TERCERO:** Dr. Ronald Ponce de León  
**SECRETARIO:** Dr. Manuel de Jesús Andrade Bourdet

12

13

**ACTO QUE DEDICO**

**A DIOS**

**A MIS PADRES**

**CARLOS MANUEL RAMOS E.**

**DORA LILIA MEJIA DE RAMOS**

**A MIS HERMANOS**

**CARLOS MANUEL Y MARIA LAURA**

**A MIS SOBRINOS**

**JUAN FERNANDO, LAURA PAMELA,  
CLAUDIA MARIA, CARLOS MANUEL  
Y ANA GABRIELA.**

**A MI FAMILIA**

**EN GENERAL**

**EN ESPECIAL A**

**MIRIAM CAROLINA ALDANA T.**

**A MIS AMIGOS**

**ARTURO CAMPOSECO, JOSE A.  
HERNANDEZ, KARLA FORTUNY,  
JOSE MOLINA, BYRON HERRERA,  
OSWALDO NUFIO, GERARDO  
ARGUETA, PATRICIA Y  
GRETA LOPEZ**

100

**TESIS QUE DEDICO**

**A GUATEMALA**

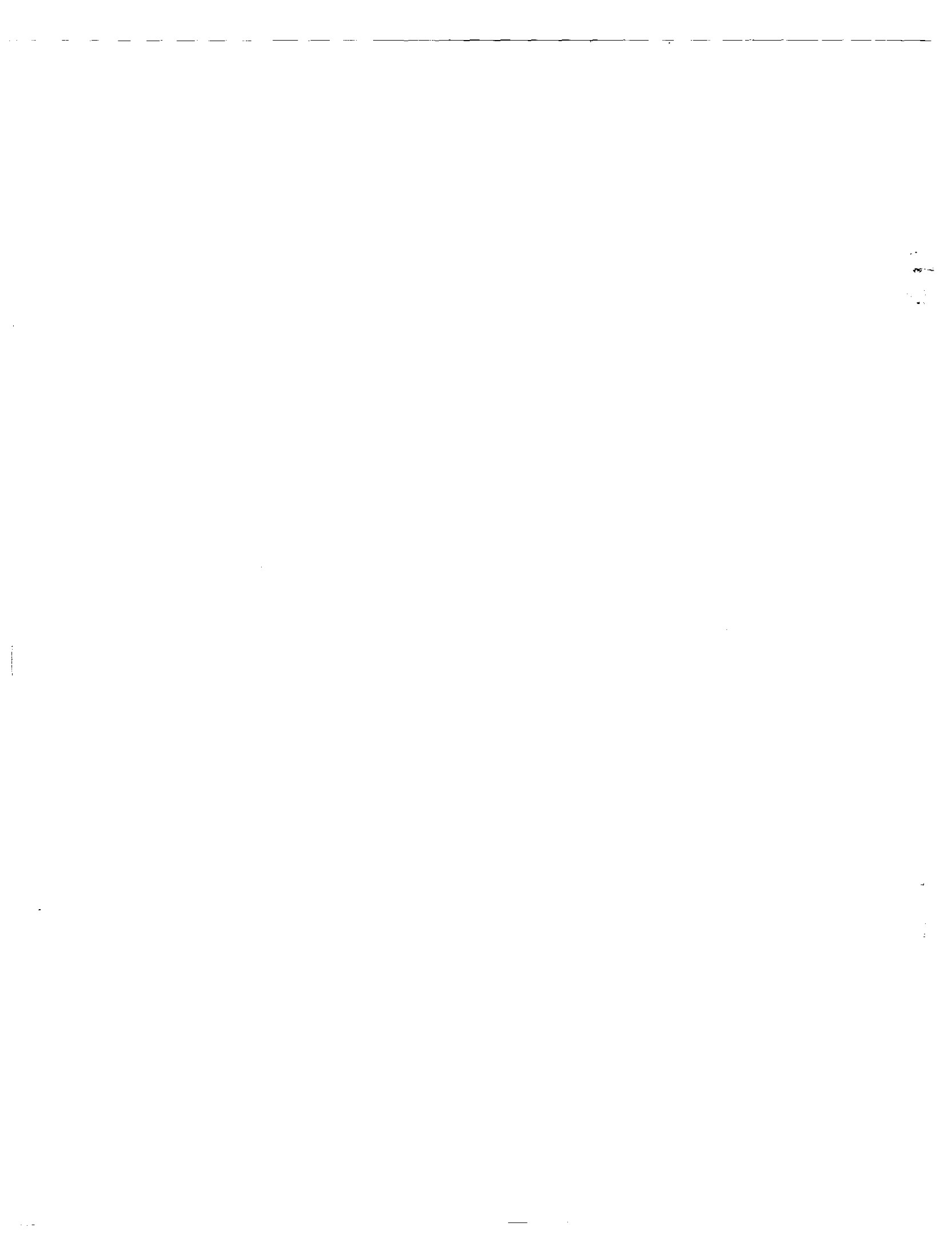
**A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**A LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA**

**A LA VILLA DE PATZUN EN ELLA: AL DR. ADINIO CANU Y A LAS  
FAMILIAS URREA SANTIZO Y  
GARCIA JUAREZ**

**AL PERSONAL DEL CENTRO DE SALUD DE PATZUN**

**A MIS COMPANEROS DE PROMOCION**



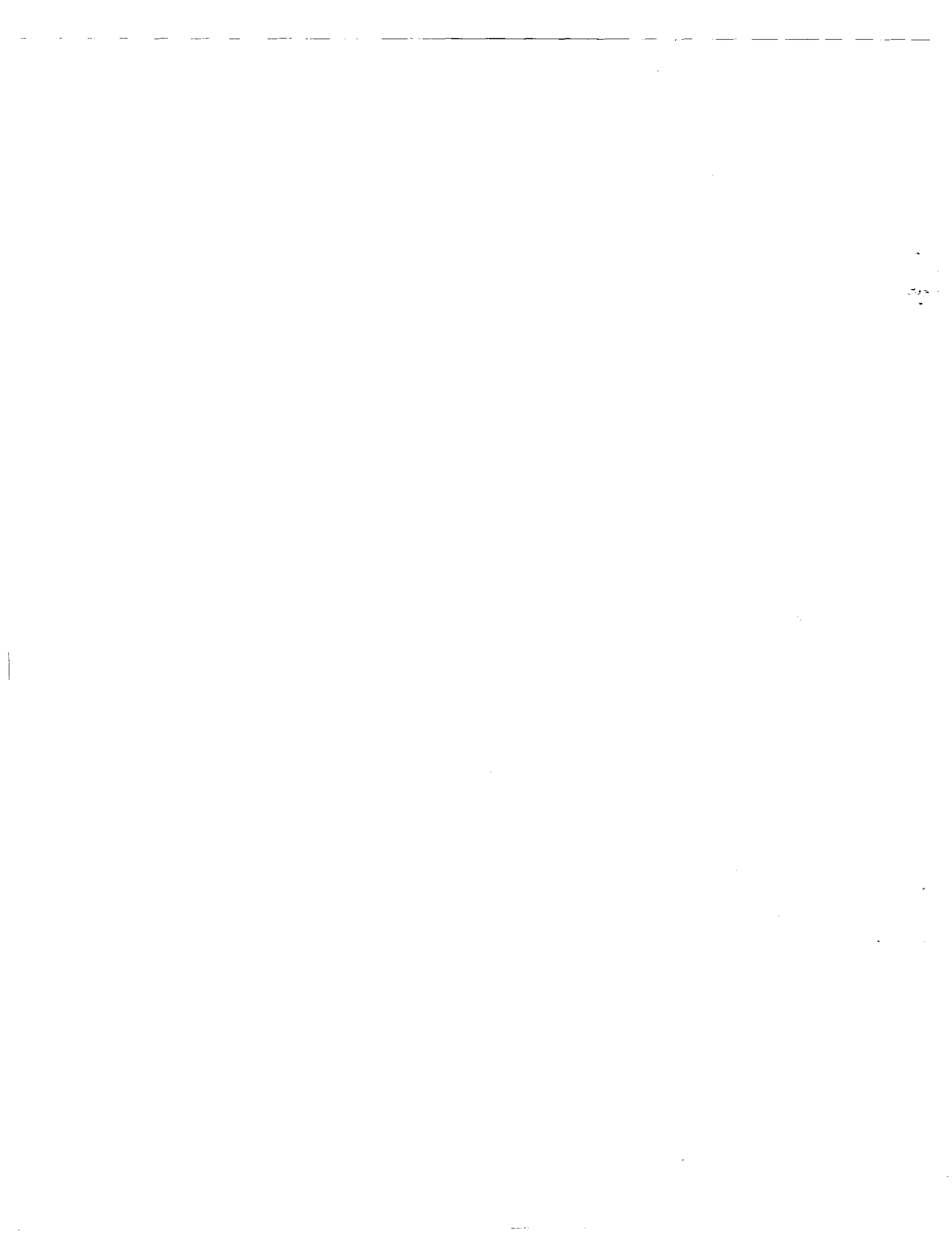
**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Tengo el honor de someter a su consideración mi trabajo de Tesis titulado "CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA DE LOS ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO DE EDUCACION, INSCRITOS EN EL AÑO DE 1994 EN LA REGION DE SALUD NOR-ORIENTE, QUE COMPRENDE LOS DEPARTAMENTOS DE ZACAPA, CHIQUIMULA, EL PROGRESO E IZABAL", conforme lo demandan los Estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a optar al titulo de Cirujano dentista.

Quiero expresar mi agradecimiento a mis asesores, Dr. Ricardo Sánchez, Dr. Ricardo León y Dr. Ronald Ponce, a la Facultad de Farmacia y Ciencias Químicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en especial a la Lcda. Alba Marina de García y a todas aquellas personas que colaboraron para la realización del presente trabajo.

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

HE DICHO.



## INDICE

|   |     |
|---|-----|
| SUMARIO.....                                | 1   |
| INTRODUCCION.....                           | 2   |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....             | 4   |
| JUSTIFICACION.....                          | 5   |
| REVISION DE LITERATURA.....                 | 7   |
| OBJETIVOS.....                              | 58  |
| VARIABLES.....                              | 59  |
| METODOLOGIA.....                            | 61  |
| PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS..... | 75  |
| CONCLUSIONES.....                           | 98  |
| RECOMENDACIONES.....                        | 101 |
| LIMITACIONES.....                           | 102 |
| ANEXOS.....                                 | 103 |
| BIBLIOGRAFIA.....                           | 119 |



## SUMARIO

La presente investigación fue realizada en la Región de Salud Nor-Oriente con el objeto de determinar la Concentración de Fluoruro en la Orina de Estudiantes de 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 de marco de referencia sobre la ingesta del ion flúor, 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 estudiantes de 12 institutos de los departamentos de Zacapa, Chiquimula, El Progreso e Izabal; siendo 110 estudiantes (36.67%) del sexo femenino y 190 (63.33%) estudiantes del sexo masculino.

En cada instituto se recolectaron muestras de orina de 25 estudiantes, las cuales se analizaron en el Laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, por medio de la técnica del electrodo específico para el ion flúor. Los resultados de la concentración en orina en los estudiantes de la Región de Salud Nor-Oriente, estuvieron comprendidos entre 0.06 a 1.44 ppm, con una media de 0.459 ppm y una desviación estándar de 0.260 ppm, lo cual indica una baja ingesta de fluoruros 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 varios países 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 de 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, el presente trabajo de investigación se realizó a nivel nacional 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 Nor-Oriente, que comprende los departamentos de Zacapa, Chiquimula, El Progreso e Izabal.

Se seleccionaron aleatoriamente los institutos (conglomerados) y en cada uno de ellos a 25 estudiantes, haciendo una muestra total de 150 para cada región, de los cuales se obtuvieron muestras de orina que posteriormente fueron analizadas en el laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Colateralmente se recolectaron muestras del agua de consumo, en los institutos para determinar la concentración de fluoruro y usarlo como punto de comparación.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala se ha venido trabajando en el planteamiento, desarrollo, legislación e implementación de programas de fluoruración sistémica tales como el de la sal de consumo humano como alternativa de programas preventivos de las principales enfermedades bucales (caries dental y enfermedad periodontal). Para el desarrollo de estos programas es necesario realizar investigaciones de carácter epidemiológico, entre ellos los relacionados con las estimaciones de los niveles de ingesta del ion 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 fluoruro en orina de escolares comprendidos entre las edades de 6-12 años a nivel Nacional. Debido a que el metabolismo de los fluoruros difiere en las distintas edades, el presente estudio se realizó con el propósito de dar respuesta a las siguientes interrogantes: Cual es la concentración de fluoruro en orina de los estudiantes del nivel medio de educación, comprendidos entre las edades de 13-17 años inscritos en 1994, en la región de salud Nor-Oriente, que comprende los departamentos de Zacapa, Chiquimula, El Progreso e Izabal? Cual es la concentración de fluoruro en el agua de consumo de los diferentes establecimientos donde se realizó el estudio? Cual es la concentración de fluoruro en las colecciones totales de orina de los estudiantes de nivel medio, 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 confiabilidad y su fácil recolección. Se recomienda realizar los estudios basales en diferentes grupos de edad, porque la edad es el factor que más fuertemente influye en la captación de flúor por los tejidos calcificados, es decir el estado de desarrollo del esqueleto. Longwell informó que los niños de 4 a 5 años excretan sólo 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 inscritos en el año escolar de 1994 en el área de salud Nor-Oriente, que comprende los departamentos de Zacapa, Chiquimula, El Progreso e Izabal.

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.

Los resultados obtenidos en este trabajo de investigación servirán como indicadores biológicos de la ingesta del ion flúor en la población, para llevar controles de los programas de fluoruración sistémica y modificar las dosis de fluoruros que se deberán aplicar en dichos programas.

#### 4. REVISION DE LITERATURA

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

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

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

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

Ante estos problemas la respuesta de la estomatología guatemalteca ha sido inadecuada e insuficiente, lo que 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 química de los halógenos, que constituye la familia química no metálica más reactiva. Reaccionan casi siempre formando iones negativos o compartiendo electrones. Como en muchas otras familias, el primer miembro es muy diferente al resto de la familia. En el caso del flúor, la diferencia se debe principalmente al pequeño tamaño de átomo del flúor.

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

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

La molécula diatómica del flúor  $\text{F}_2$ , 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 ion flúor es fisiológicamente el más activo de todos los iones elementales, en presencia de una concentración baja de este ion puede producirse una inhibición o exaltación de ciertos procesos enzimáticos, y el propio ion puede dar lugar a interacciones de gran importancia fisiológica con otros componentes orgánicos o inorgánicos del cuerpo humano.

#### CLASIFICACION DE LOS FLUORUROS

Diseminados a lo largo y ancho de la superficie terrestre existe una apreciable cantidad de fluoruros. Se conoce en general dos tipos de fluoruros: los orgánicos (fluoracetatos, como fluorfosfatados y fluorcarbonos) y los inorgánicos. Con la excepción de los fluoracetatos los otros fluoruros orgánicos no se producen como tales en la naturaleza. (15, 35) Tanto los fluoracetatos como los fluorfosfatos son acentuadamente tóxicos. Los fluorcarbonos son muy inertes (en virtud de las uniones flúor-carbono), tienen baja toxicidad.

Ninguno de los fluoruros orgánicos se emplea en fluoruración.

(24)

#### EFFECTO REDUCTOR DE LA CARIES

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

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

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

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

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

1. La acción físico-química consiste en el fortalecimiento del esmalte haciéndolo más resistente a los ataques ácidos.
2. La acción antibacterial; el flúor inhibe las enzimas bacterianas productoras de los ácidos que atacan el esmalte.

La primera es la más aceptada y mejor fundamentada.

Basándose en ella se pueden resumir los complejos mecanismos de la reducción de la caries, así:

- a) La incorporación del ion flúor, hace que el esmalte sea más insoluble frente a los ácidos, mediante la formación de cristales más grandes y con menos imperfecciones, estabilizando las uniones y presentando menos superficie, por unidad de volumen susceptible a ser disuelto.
- b) El esmalte tendrá menos cantidad de carbonatos, lo cual reducirá también la solubilidad.
- c) Al producirse la reprecipitación de los fosfatos de calcio disueltos, el flúor favorecerá su cristalización como flúorapatita.

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

- a) La inhibición de los sistemas enzimáticos de las bacterias de la placa que producen los ácidos a partir de azúcar. Para que esto ocurra, el flúor debe de estar presente como ion libre y no unido a la placa; en la placa se encuentran unas 100 ppm de flúor pero solo en un 2 ó 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, aunque solo se manifiesta con concentraciones mayores que las ideales. El flúor tiene efecto bactericida y bacteriostático sobre los estreptococos y, como es sabido el mutans es el principal formador de la placa (sacarosa dependiente). Esta acción está en relación a la concentración, habiéndose comprobado que 1 ppm afecta la producción de ácidos y altera la actividad metabólica, 250 ppm inhiben el crecimiento y 1000 ppm tienen efecto bactericida.
- d) Reduciendo la capacidad de la superficie del esmalte para absorber proteínas.(5)

**VIAS DE INGESTA DE FLUOR.**

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

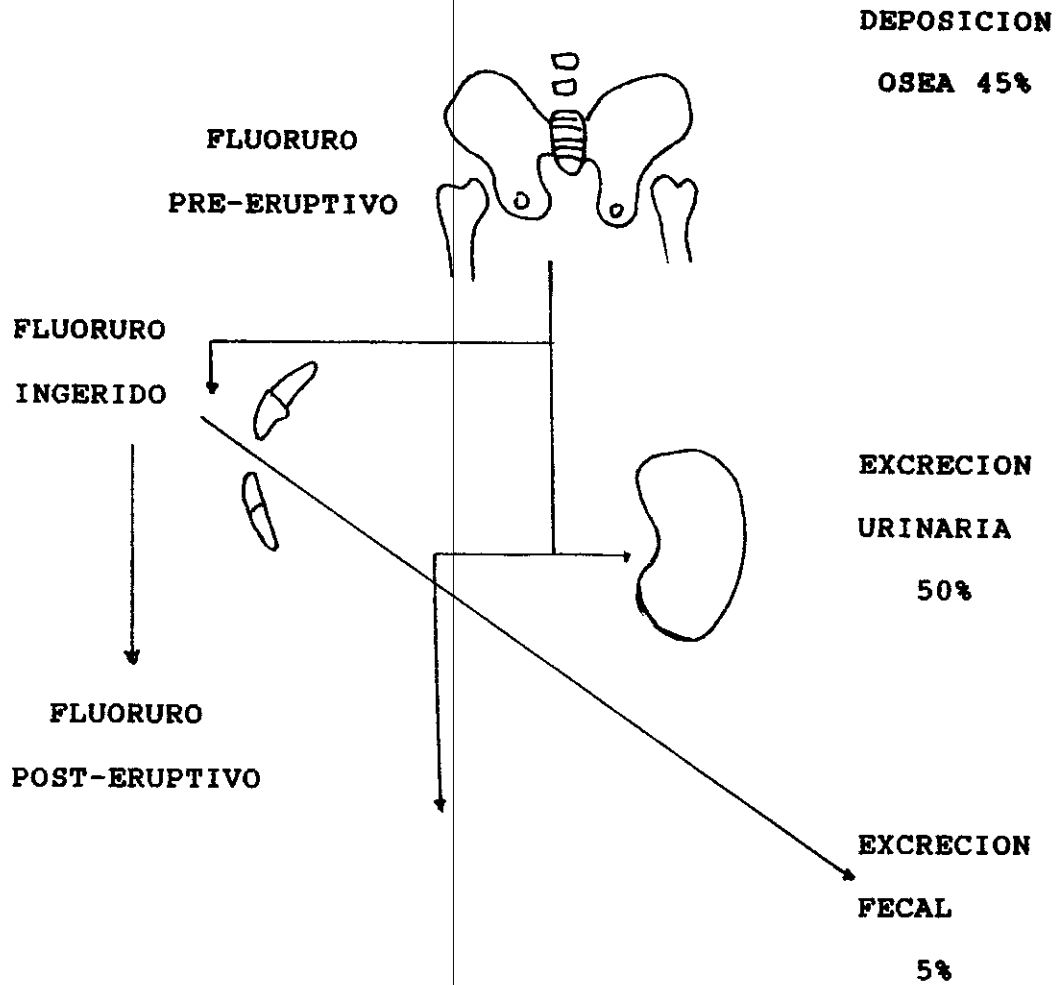


Figura No. 1

## **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 /  $\text{m}^3$ ; mientras que concentraciones tan altas como  $3\text{mg}/\text{m}^3$  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 ion 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 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

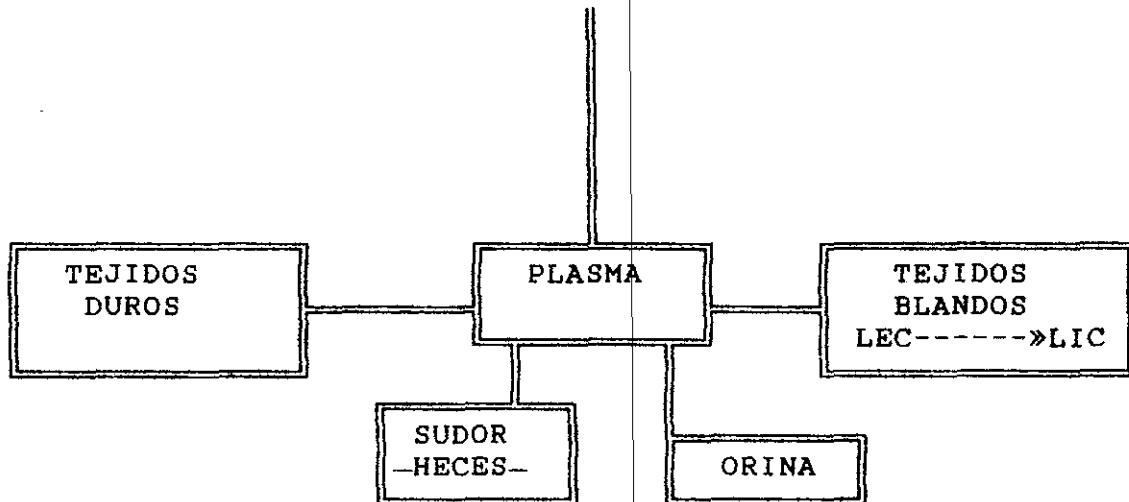


FIGURA 2. Metabolismo general del fluoruro. Los destinos finales del fluoruro absorbido en climas templados con su captura de los tejidos calcificados y excreción por la orina. La pérdida del fluoruro por el sudor puede ser una vía importante en los climas tropicales.

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

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

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

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

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

En la etapa de depósito, la cantidad retenida se ve afectada 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%.

Mas 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 alterado 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 cual tiene lugar este 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 qué 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 ( $\text{NaF}$ ,  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ ,  $\text{HF}$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$ ) con el objeto de aumentar hasta un ppm la concentración de flúor, libera iones de flúor que son absorbidos casi totalmente en el conducto gastrointestinal. (8)

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

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

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

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

La absorción de los fluoruros presentes en los alimentos depende de la solubilidad de los fluoruros inorgánicos 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 hematíes equivale al 40-50% del plasma, en el que se encuentran las tres cuartas partes de fluoruro hemático total.

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

en los que se diluye el fluoruro absorbido. (8)

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

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

Tal como se indicó anteriormente, la ingesta es sólo un aspecto de ese asunto. Los niveles de flúor en el plasma, orina y tejidos, también son alterados 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)

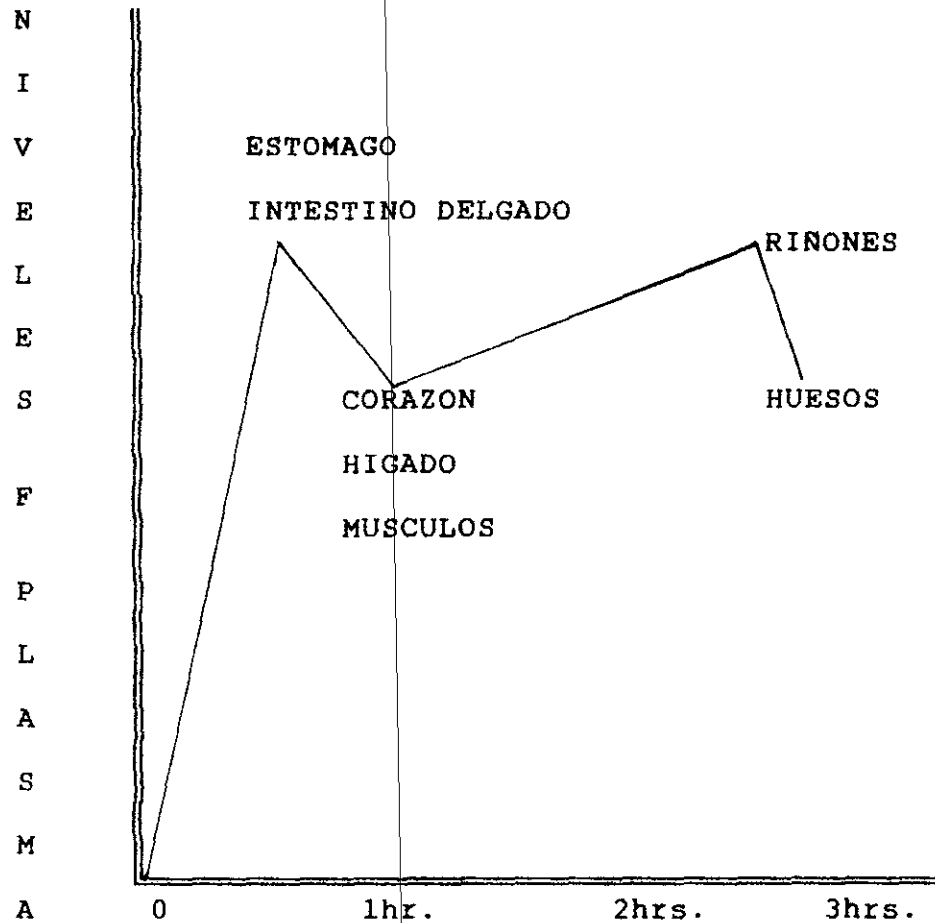


FIGURA 3. Cambios de las concentraciones de fluoruro en plasma después de la ingesta de pequeñas cantidades del ión. Se muestran los tejidos principales que determinan el curso. Las concentraciones no son indicadas; dependerán del tamaño de las dosis. El punto más alto usualmente se alcanza entre 30 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 en la toma de flúor por los tejidos calcificados es la edad de las personas, es decir el estado de desarrollo del esqueleto. (44, 48). Existen varios hallazgos relevantes en estudios hechos en humanos. Zipkin y colaboradores informaron que la concentración de fluoruro en muestras de orina de niños fue aproximadamente la mitad de la encontrada en adultos. (48) Gedalia, por su parte informó que las concentraciones de flúor en la orina de niños de 1 a 3 años de edad, eran tan solo la mitad de aquella de niños de 4 a 6 años de edad. (17)

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

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

Los factores que determinan la incorporación del flúor a las estructuras dentales son esencialmente los mismos que el caso de los huesos. Al igual que estos, los dientes también fijan el fluoruro más rápidamente durante el período del crecimiento y el desarrollo. Sin embargo, el tejido dentario se diferencia de los huesos en que una vez formado, no se reestructura. Por otra parte la poca permeabilidad de la dentina madura y sobre todo del esmalte, determina una restricción iónica que no se observa en el tejido óseo. En las fases iniciales de la odontogénesis, la escasa calcificación apenas dificulta el transporte iónico. Por lo tanto, durante los períodos de formación y calcificación es máxima la absorción de fluoruro por la dentina y el esmalte. Aún después determinado el crecimiento, la fijación de fluoruro sigue siendo apreciable durante algún tiempo, probablemente porque los dientes incompletamente calcificados prosiguen su proceso de mineralización. (15)

#### **EXCRECION**

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

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

#### **EXCRECION FECAL**

Aproximadamente del 5 al 10% de la excreción diaria de fluoruro se realiza por las heces; sin embargo, si la alimentación contiene compuestos de flúor relativamente insolubles o compuestos que precipitan el fluoruro (ej: sales de calcio o aluminio), la excreción fecal puede ser considerablemente mayor, llegando hasta el 30% o más. Por lo anterior, además de lo difícil de manipular este tipo de materia y la dificultad de manejar cantidades exactas de la misma, son razones que no permiten que se realicen exámenes de rutina con este tipo de muestra.

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

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

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

## **EXCRECION POR LA SALIVA**

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

Aunque la metodología de recolección de la muestra, principalmente de la glándula parótida se logra estandarizar y ejecutar en un tiempo aproximado de cuatro minutos, para estudios de población y excreción en 24 horas no se presenta como una buena alternativa; además de que sus niveles de fluoruro están usualmente cerca del límite de sensibilidad del electrodo, al igual que en plasma, aumentándose el costo y el tiempo del análisis.

## **EXCRECION URINARIA**

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

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

En los adultos, la excreción urinaria de fluoruros en 24 horas suele oscilar entre el 40 y 60% de la ingestión diaria, considerándose como una regla que lo excretado representará un 50%, aunque no es infrecuente observar valores fuera de

este margen, ya que en la excreción intervienen variables de la función renal como: ritmo de filtración glomerular, velocidad de flujo urinario (valores en plasma mayor de 0.6mg. por litro, puede provocar un aumento pasajero de la velocidad del flujo urinario) y el pH de la orina, con una alcalinidad más grande, que dan un promedio más alto de excreción del fluoruro.

Por consiguiente, la orina constituye el fluido orgánico que presenta las mejores características para evaluar ingesta de flúor como son: su alta concentración con respecto a otros fluidos, su fácil obtención, excreción en forma inmediata, etc. (8)

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

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

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

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

- 2) Individuos que a intervalos irregulares sufren una exposición breve pero intensa al fluoruro, se mantienen "relativamente inexpuestos" ya que sus tejidos óseos no están en absoluto "saturados". En los 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.

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

Relación entre la concentración urinaria y la ingestión.

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

La concentración urinaria de fluoruro en los habitantes de las poblaciones que consumen agua rica en flúor varía entre amplios límites. En una colectividad abastecida con agua

fluorada a razón de 1 ppm, la concentración urinaria normal oscila entre 0.5 y 1.5 ppm (8) Estudios realizados por Zipkin, Likins, McClure y Steere, (46) muestran que el contenido de fluoruro en la orina de adultos, correspondía estrechamente al contenido natural de flúor en el agua de consumo. En lugares donde el agua estaba libre de flúor el contenido del ión en la orina de adultos fue de 0.3 a 0.5 ppm.

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

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

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

Un individuo que bebiera un litro de agua diario y excretará 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

habian consumido agua fluorada antes de la fluoración con 1ppm de flúor), durante el periodo 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.

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

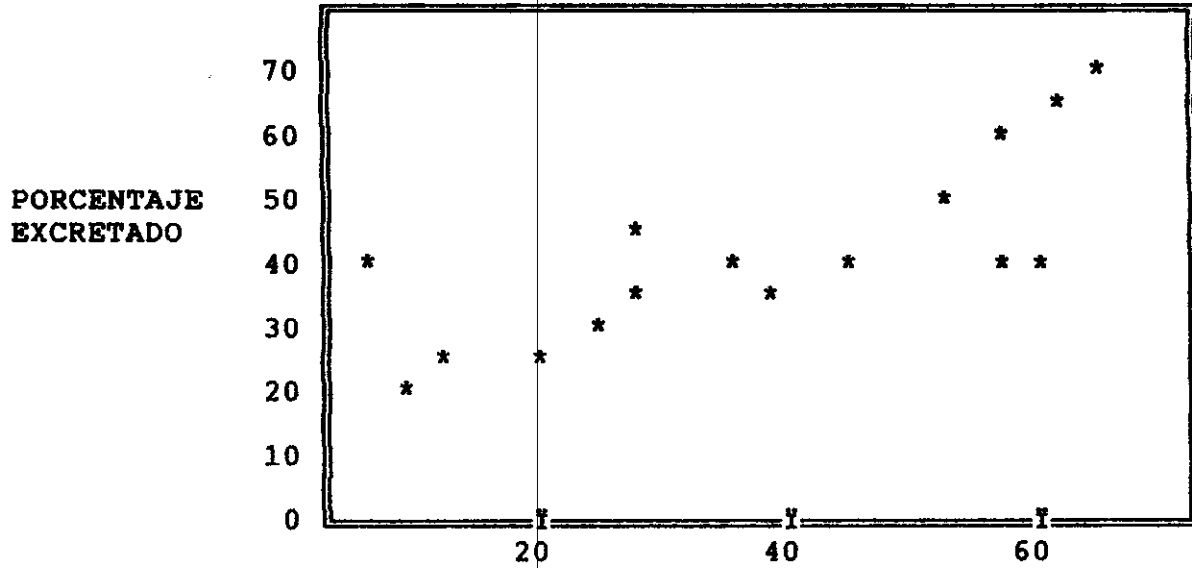
Por ejemplo, si la tasa de filtración glomerular era 125 ml/min y la concentración plasmática de fluoruro de 1.0  $\mu\text{M}$  entonces la cantidad filtrada sería de 125 nanomoles por minuto.

A los 2 ó 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 periodos de tensión física o emocional.

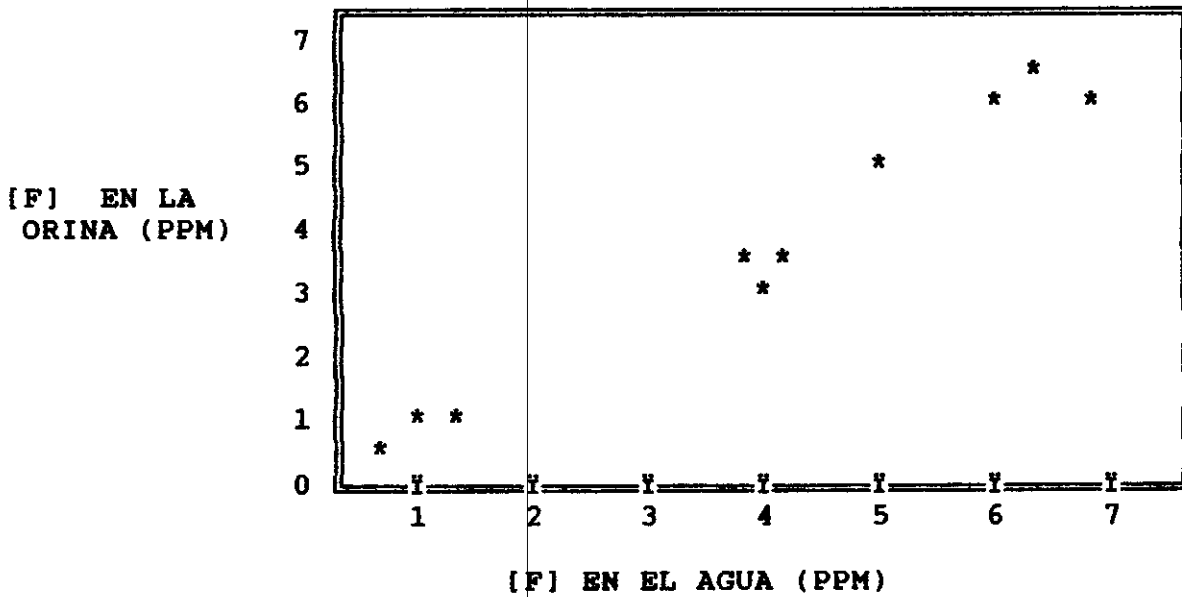
Comparado con las personas que viven a nivel del mar, las que viven en alturas de 10,000 pies o más, tienen tasa de filtración glomerular menor hasta el 30%.

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**



[F] EN EL AGUA (PPM)  
Figura 4.

## CONTROL DE LA EXPOSICION AL FLUORURO

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

La cantidad de tiempo requerida para alcanzar una concentración de equilibrio de fluoruro después de cambiar la ingesta diaria de este, ha sido estudiada por varios autores, en base a la experiencia con la fluoración del agua de consumo.

Zipkin y colaboradores (48), encontraron que previo a la fluoración del agua, el contenido del flúor en la orina varió entre 0.2 - 0.3 ppm. Después de una semana de dicho proceso, las muestras de los adultos presentaron concentraciones con valores entre 0.7 - 0.8 ppm. ; al final de 6 semanas contenían un valor de 1 ppm. Para ese mismo periodo, la concentración de fluoruro en las muestras de orina de los niños (5 - 14 años) fue en promedio la mitad de la encontrada en adultos y aproximadamente 5 años después de la fluoración del agua, alcanzaron el nivel de 1 ppm en la orina (estado de equilibrio).

Cuando se selecciona la orina como el fluido biológico que es analizado con el propósito de controlar la ingesta de fluoruro, los resultados pueden ser expresados en términos de concentración o de tasa de excreción. Una tercera forma de expresión, consiste en la proporción de concentración de fluoruro: concentración de creatinina, ha sido evaluada pero parece no ofrecer ventajas adicionales.

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

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

## DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

### MONOGRAFIA DE LA REGION NOR-ORIENTE

#### I. Características físicas y demográficas:

La Región de Nor-Oriente de la República de Guatemala, comprende los departamentos de Zacapa, Chiquimula, El Progreso e Izabal. Limita al norte con los departamentos de Alta Verapaz y El Petén, Belice y el Mar Caribe; al sur con los departamentos de Jalapa y Jutiapa (frontera con El Salvador); al este con la República de Honduras y con el departamento de Chiquimula; y al oeste con los departamentos de Alta y Baja Verapaz, y Guatemala. El departamento de Izabal es el de mayor extensión con 9,038 km/cuadrados, le sigue Zacapa (2,690), Chiquimula (2,376) y El Progreso con 1,922 km/cuadrados. Se encuentra en la región una ciudad (Puerto Barrios), 4 ciudades menores (Chiquimula, Zacapa, Morales y Esquipulas), 8 centros poblados mayores, 20 centros poblados intermedios, 45 centros poblados menores y 225 lugares poblados. La preponderancia de centros poblados menores y lugares poblados que existe en la región indica claramente la dispersión de su población y caracterización predominante rural.

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

La población total para 1990 se estimó 827,914 habitantes. La densidad poblacional es de 55 h/kilometro cuadrado; menor que la poblacional (84 h/kilometro cuadrado), lo cual indica una menor ocupación territorial. Por departamentos, Chiquimula cuenta con 246,899 habitantes; Zacapa con 158,638; El Progreso registra 106,198; e Izabal tiene 316,217 habitantes.

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

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

## II. Aspectos socio-económicos:

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

La Región III está estructurada en torno a un corredor principal de desarrollo y tres secundarios, el principal de ellos, es el que conecta la ciudad de Guatemala con la de Puerto Barrios (cuyo puerto registra el mayor volumen de operaciones de importación y exportación de la República). Este corredor está definido en gran parte por la carretera que va hacia el Atlántico y pasa por tres departamentos de donde se extraen diferentes productos: granos básicos, hortalizas y productos de industria manufacturera de El Progreso; ganado y banano de Izabal. Los otros corredores están articulados al anterior, a través de la cabecera departamental de Chiquimula, pero con una fuerte vinculación a la economía de las fronteras salvadoreña y hondureña (Concepción Las Minas y Esquipulas respectivamente). Otro eje de importancia es la Ruidosa (Río Dulce-Modesto Méndez) en el cual se vinculan las actividades extractivas de El Petén, a la economía nacional e internacional.

Es importante señalar que la región cuenta con áreas de gran potencial turístico, tales como: Río Dulce, las playas y poblados de Livingston, Santo Tomás de Castilla, Lago de Izabal y el ríos Motagua y Hondo.

La Región de Nor-Oriente contribuyó al Producto Interno Bruto Nacional (PIB), durante 1991 con Q 1,017.2 millones de Quetzales (cuarto lugar en la producción nacional); 24% de esta cantidad provenía del comercio, 19% del transporte, 18% de servicios públicos y privados y 16% de la agricultura.

El ingreso promedio anual per cápita del trabajador es de Q.1,250.90, cantidad sumamente baja que se traduce en la imposibilidad de acceso a la canasta básica, vivienda, vestuario, educación, recreación, y otros. Esto explica, en parte, la situación de extrema pobreza en que vive el 60% de la población.

La migración es un fenómeno importante en la región, se observa básicamente en los departamentos de El Progreso e Izabal. Los principales destinos de los inmigrantes son Guatemala, Escuintla y El Petén. Las causas principales de este fenómeno migratorio están asociadas al desempleo y a la búsqueda de mejores condiciones de vida.

Según el estudio, Mapeo de la Pobreza en Guatemala, el 44% población de la región era analfabeta pero al desglosar por departamentos, Chiquimula alcanza el 54%, Izabal 50%, Zacapa 35% y El Progreso un 38%.

Existe un serio déficit de infraestructura en educación: 66% a nivel preprimario y 50% en el primario; a nivel básico y diversificado no existe déficit pues la demanda es más baja. La demanda de educación es atendida por 231 maestros a nivel preprimario, 325 a nivel primario y

1,336 a nivel medio. Existe además la oferta de extensiones universitarias públicas y privadas.

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

En cuanto a servicio de energía eléctrica en todo el territorio de la Región puede afirmarse que con excepción de la parte Norte del departamento de Zacapa y Nor-Oriental de Izabal y Chiquimula, el resto cuenta con el fluido. En resumen, se estima que entre el 65 y 76% de las viviendas urbanas de estos departamentos, goza del servicio de electricidad; mientras que a nivel rural sólo el 31% de las viviendas de Zacapa, el 24% de El Progreso, el 11% de Izabal y el 7% de Chiquimula, cuentan con él.

## **SITUACION DE SALUD**

### **Datos de Morbilidad y Mortalidad**

La tasa de mortalidad general para 1,990 se estimó en 6.30 por mil habitantes; de las 5,215 defunciones, 57% ocurrieron en el sexo masculino y 42% en el sexo femenino, presentando una razón de 1.41:1 entre ambos

sexos. Esto muestra con claridad que el riesgo de morir es más alto en los hombres (7.27 por mil) que en las mujeres (5.31 por mil). Cuando se investigó el lugar de ocurrencias de estas defunciones se observó que 72% mueren en el domicilio y un 21% en el hospital. El 53% de las defunciones fue certificado por médico, 28% por autoridad municipal y 13% por personal empírico. Existe dificultad en el registro de datos, así como también poca confiabilidad en la información cuando la persona que certifica no tiene ninguna relación con el sector salud.

Las principales causas de defunción durante 1,990, según la unidad de informática de la Dirección General de Servicios de Salud (DGSS) fueron: signos, síntomas y estados morbosos mal definidos (tasa 0.86 por mil habitantes), enfermedades infecciosas intestinales (0.68), enfermedades del aparato respiratorio (0.16), deficiencias de la nutrición (0.58), homicidio y lesiones infringidas intencionalmente por otra persona (0.57), ciertas afecciones originadas en el período perinatal (0.39), enfermedades de la circulación y otras enfermedades del corazón (0.28), enfermedad cerebrovascular (0.22) y enfermedad de otras partes del aparato digestivo (0.21).

La mortalidad específica por grupos de edad presenta una curva similar a la del nivel nacional, siendo los más afectados del grupo menor de 5 años (11.30 por mil) y el grupo de 65 años y más (51.11).

Las principales enfermedades de notificación obligatoria

en 1,990 fueron las infecciones respiratorias agudas (55%), el síndrome diarreico agudo (30%), la desnutrición (6%), el dengue (2%), el sarampión (1%) y la tuberculosis (1%). Estas causas constituyen el 95% del total de enfermedades notificadas por la región.

### III. EPIDEMIOLOGIA DE LAS ENFERMEDADES Y TRANSTORNOS CLINICOS DEL APARATO ESTOMATOGNATICO DE LOS ESCOLARES DEL NIVEL PRIMARIO DE LA REGION DE SALUD DE NOR-ORIENTE

Las principales conclusiones de este estudio son las siguientes:

1. Las tres cuartas partes de los escolares examinados afirman efectuar limpieza de su boca con frecuencia regular de dos a tres veces al día. Cerca de la mitad de los escolares afirman que usan cepillo y pasta dental para efectuar la limpieza de su boca, y que han aprendido a usarlo a través de la madre, principalmente. También el padre y el maestro son proveedores importantes de esta instrucción. Casi la totalidad (99 %) de los escolares no usan el hilo dental, porque no lo conocen, no lo tienen, ni les han explicado sobre su uso. El único caso observado refirió que recibió instrucción de la madre sobre su uso.
2. La totalidad de los alumnos manifiestan no haber participado en su escuela en programas de limpieza de los dientes y de aplicación de flúor; y cerca de la sexta parte han recibido escasa e ineficiente educación en salud bucal. Cerca de la cuarta parte de los alumnos

refieren haber sido atendidos en el último año por razones odontológicas. La mayoría de ellos , por dolor. La mayor atención es proporcionada por el dentista, aunque este dato debe ser tomado con cautela debido a que posiblemente los escolares ignoran que pudieron ser atendidos por una persona empírica. La madre, el padre y el maestro también tienen un lugar importante al respecto. Un poco más de la tres cuartas partes de los escolares manifiestan que la principales razones por las que no han buscado atención odontológica son: escasos recursos económicos, por no tener nada malo, sus padres no los llevan y en menor proporción no saben la razón.

3. La mayoría de los escolares afirman que no tienen problema bucal, y de los que afirman que sí lo tienen, el 86 por ciento señalan que es dentario.
4. Un alto porcentaje de los escolares manifiesta interés por conocer, prevenir y recibir tratamiento sobre problemas de salud bucal, principalmente con referencia a los dientes y otra parte de la boca (toda la boca).
5. Los principales hallazgos del examen clínico de tejidos blandos y duros de la boca son: lengua saburral, torus palatino, lengua fisurada y 59 niños (49% de la muestra), con algún proceso infeccioso.
6. Los escolares de la región de nor-orient de Guatemala mantienen pobres condiciones de salud oral.
7. Cerca de la totalidad de los escolares presentan higiene bucal deficiente, lo que es evidente a través del indicador empleado de depósitos blandos sobre los dientes.

8. Existe una proporción relativamente alta, cerca de la mitad de los escolares con cálculos dentarios.
9. La totalidad de los escolares presentan signos de gingivitis.
10. El 10% de los escolares examinados presenta alguna forma de periodontitis.
11. La mayoría de los escolares presenta un patrón de maloclusión Clase II y por último maloclusión clase III según la clasificación de Angle.
12. La prevalencia de caries dental en la Región de Salud de Nor-Oriente es alta, como la observada en otros estudios similares realizados en Guatemala.

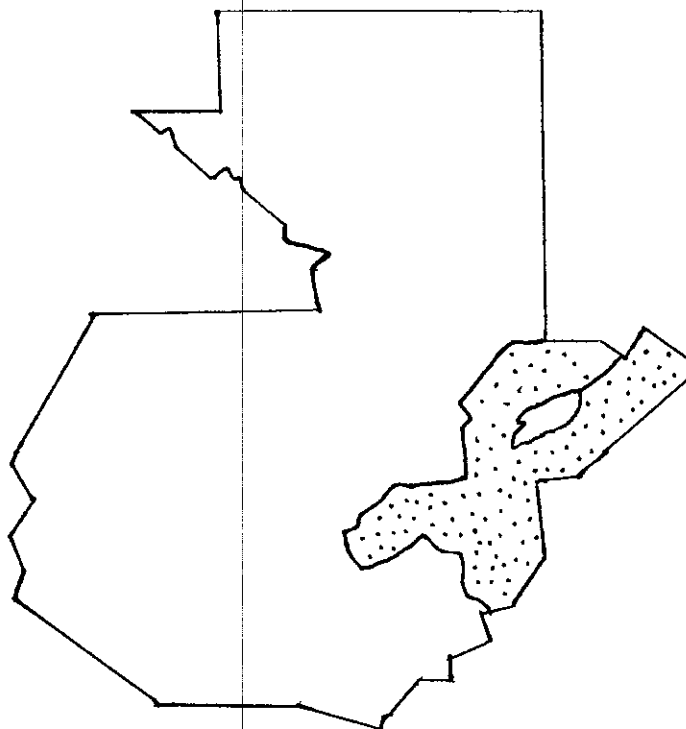
Los valores obtenidos es este estudio, para los índices de caries dental son:

| INDICES |      |       |       |      |      |       |       |      |
|---------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|------|
|         | ceo  | ceo   | ceo   | is   | cpo  | cpo   | cpo   | is   |
| n=120   | 7.87 | 16.61 | 47.29 | 2.70 | 9.80 | 15.17 | 33.67 | 2.16 |
|         | 3.78 | 9.52  | 30.69 | 0.58 | 6.02 | 8.52  | 20.43 | 0.31 |

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

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

14. Más de la mitad de los escolares examinados, 56% no necesita de servicio estomatológico de emergencia, sin embargo presentan lesiones de caries dental, el 30% de los escolares necesitan de este servicio de emergencia, debido a que en su mayoría presentan piezas dentarias con lesiones profundas que producen dolor. A juzgar por las condiciones actuales de salud bucal, 14% de los escolares necesitarán de servicio odontológico en el transcurso de un mes o menos debido a la presencia de fistulas y piezas dentarias con lesiones de caries dental, que de no ser atendidos llegarán a producir dolor.



## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 GENERALES:**

- I. 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.
- II. 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 Nor-Oriente, que comprende los departamentos de Zacapa, Chiquimula, El Progreso e Izabal.

### **5.2 ESPECIFICOS:**

- I. Determinar la concentración de fluoruro en la orina de los estudiantes del nivel medio de educación, por sexo.
- II. Determinar la concentración de fluoruro en la orina de los estudiantes del nivel medio, por edad.
- III. Determinar la concentración de fluoruro en la orina de los estudiantes del nivel medio, por instituto
- IV. Determinar la concentración de fluoruro en la orina de los estudiantes del nivel medio, por departamento.

### **5.3 COLATERALES:**

- I. Determinar la concentración de fluoruro en las colecciones totales de orina por instituto.
- II. Determinar la concentración de fluoruro en el agua de consumo por instituto.

## **6. VARIABLES**

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

Es la cantidad del ion flúor medida en partes por millón (ppm), en la orina de los estudiantes de nivel medio, inscritos en 1994 de la Región de Salud Nor-Oriente, que comprende los departamentos de Zacapa, Chiquimula, El Progreso e Izabal.

#### **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**

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

Cantidad de fluoruro en el agua, 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 por instituto.**

**6.3.1** Indicador de la variable concentración de fluoruro en las colecciones totales de orina por instituto.

Cantidad de fluoruro en las colecciones totales de orina por instituto, 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 integrarán todos los alumnos tanto de sexo masculino como femenino inscritos en el año de 1994 comprendidos entre las edades de 13 a 17 años que asisten a los institutos de nivel medio públicos y privados, urbanos y rurales, de la Región de Salud, Nor-Oriente, que comprende los departamentos de Zacapa, Chiquimula, El Progreso e Izabal.

### **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, Nor-Oriente, que comprende los departamentos de Zacapa, Chiquimula, El

Progreso e Izabal.

El procedimiento fue el siguiente:

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

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 = Limite 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 estudiantes del nivel medio de educación de la República de Guatemala inscritos en el año de 1994.<sup>1</sup>

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

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

utilizar 3. El cálculo del tamaño muestral por este procedimiento indica que es necesario muestrear como mínimo 300 estudiantes de la Región de Salud, Nor-Oriente.

7.2.3 Procedimiento del diseño muestral: Después de establecer el tamaño de la muestra en 300 alumnos de la Región de Salud, Nor-Oriente se procedió de la siguiente manera:

7.2.3.1 Primera etapa de selección:

Se solicitó a la oficina de Control Estadístico de la Unidad Sectorial de Investigación y Planificación Educativa (USIPE) el listado de todos los institutos de nivel medio tanto públicos como privados, urbanos y rurales de la región de salud Nor-Oriente, del año de 1993, con sus respectivas matrículas.

Se definió  $K=25$ . Este número se eligió por considerarse un número adecuado de estudiantes para colaborar con la investigación.

Se calculó el número de conglomerados "m" a incluir en la muestra,  $m=n/k$ ,  $m=300/25$ ,  $m=12$  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 de  
la región de salud Nor-Oriente:

**Chiquimula:**

Instituto Oficial Mixto "Miguel Angel Landaverry Guzmán",  
Quezaltepeque.

Escuela Normal para Maestras de Párvulos del Oriente,  
Chiquimula.

Instituto Oficial Mixto de Educación Básica de Camotán.

**Zacapa:**

Colegio Privado de Educación Básica "Amigos", Zacapa.

Instituto Mixto de Educación Básica por Cooperativa de Huité.

Instituto de Educación Básica por Cooperativa, Santa Cruz, Río  
Hondo.

**Izabal:**

Instituto Privado Mixto de Educación Diversificada Justo  
Rufino Barrios, Puerto Barrios.

Instituto Privado Mixto de Educación Básica Instituto Maya,  
Puerto Barrios.

Instituto Privado Mixto de Educación Básica Justo Rufino  
Barrios, Puerto Barrios

**El Progreso:**

Instituto Oficial Mixto de Educación Básica Experimental con  
Orientación Ocupacional, Guastatoya.

Instituto Oficial Mixto de Educación Básica Profesor Ernesto  
Enrique Chavarria R., Sanarate.

Instituto Privado Mixto de Educación Diversificada Ciencias  
Comerciales, Sanarate

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

### **7.3 Calibración de investigadores:**

Previo a que los investigadores se desplazaran a las comunidades seleccionadas a recolectar las muestras de orina, se realizó una sesión 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 de agua en el laboratorio de Bioquímica realizaron prácticas con los asesores para conocer y manejar la metodología y unificar criterios al momento de analizar las mismas. Se realizó una práctica de campo en Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.

### **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 trata el estudio, y solicitarles su autorización y su cooperación por escrito (Anexo 1) para la realización del mismo.

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

#### **7.5 Procedimiento de campo:**

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

7.5.1.1 Procedimiento para recolección de muestras a tiempo medido, muestra de breve plazo: En estos estudios conviene recolectar 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 utilizó; el mismo debe de ser de cuatro horas no variando el tiempo entre muestreo y muestreo.
2. Se identificó adecuadamente cada frasco (plástico de boca ancha, con capacidad mínima de 500 ml.); y se le indicó al participante del muestreo, cuál frasco le corresponde.

3. Se instruyó en forma adecuada a todos los participantes sobre la metodología de recolección de 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, normalmente se requieren cuatro horas. Se recolectó el total de cada micción.
6. Se anotó la hora en que se recolectó 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 la fuentes principales de abastecimiento de los institutos donde se realizó el estudio.
12. Se transportaron en una hielera todas las muestras para su análisis posterior en el Laboratorio de Bioquímica.

**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 determinar la concentración de fluoruro.
- c) Agitador magnético: para mantener la agitación constante y uniforme.
- d) Barras magnéticas: para homogenizar la solución.
- e) Beakers plásticos: para recolectar desechos.
- f) Pipetas de polipropileno de 10 ml. Para medir volúmenes.
- g) Succionador.
- 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 de la siguiente manera: se pesaron 42 grs. de fluoruro de sodio de 95% de pureza. Se se diluyó en 1 litro de agua destilada, a partir de la cual se prepararon 5 soluciones con las siguientes concentraciones 0.05, 0.2, 0.5, 1.0 y 1.5 ppm.
- c) EDTA al 8%: se utilizó para destruir los complejos que forma el flúor naturalmente con el hierro (Fe).  $Fe-3+6F \text{ ----- } FeF_6-3$ , este complejo no puede ser medido por el electrodo específico para el ión flúor, por lo que si no se le agregara EDTA se subvaloraría la cantidad de fluoruro presente, o sea que se estaría midiendo menos de lo que realmente existe. Al agregar EDTA se obtiene:
- $$FeF_6-3 + EDTA-2 \text{ ----- } 6F- + Fe(EDTA)3.$$
- En esta reacción el flúor ya puede ser medido por el electrodo.
- Preparación de EDTA: 20 gr. de Titriplex III en 250 ml. de agua destilada, se obtiene EDTA al 8%.

- d) Hidróxido de sodio (NaOH 0.01 normal):  
mantiene la solución alcalina para evitar  
pérdida de fluoruro en forma de HF (gas).  
Si no se agregara el NaOH 0.01 N, se estaría  
subvaluando el fluoruro de la solución.  
Preparación del NaOH 0.01: 0.04 gr. de NaOH en  
100 ml. de agua destilada.
- e) TISAB de bajo nivel: es el ajustador del  
esfuerzo iónico total. El TISAB aporta una gran  
cantidad de iones (distintos al flúor), para  
que las variaciones de éstos no sean  
significativos, haciendo que el electrodo sea  
sensible únicamente a las variaciones de  
fluoruro. Preparación de TISAB de bajo nivel:  
en un beaker de 1 litro se colocaron 500 ml. de  
agua destilada, se le agregó 57 ml. de ácido  
acético glacial más 58 grs. de cloruro de sodio  
de grado reactivo. Se colocó en un baño de agua  
para enfriar, luego se agregó en incrementos  
una solución al 5 molar de hidróxido de sodio  
hasta que el pH llegó a 5.5. Después se  
enfrió a temperatura ambiente y se aforó hasta  
obtener 1 litro con agua destilada.

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 marca Fischer Accumet y un  
medidor de pH modelo 620.

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

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

A) Calibración de la pendiente del electrodo: se colocó en un Beaker plástico 50 ml. de agua destilada y 50 ml. de TISAB de bajo nivel. Se introdujo un agitador magnético, luego se colocó el electrodo, se esperó que estabilizara la lectura en milivoltios en la pantalla del potenciómetro y se le agregó 1 ml. de la solución estándar del 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 estándar mismo y se esperó hasta que apareció en la pantalla un valor de  $\pm 56$  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 10 ppm. más TISAB de bajo nivel en igual volumen.

B.2. Se colocó en un Beaker de plástico 50 ml de TISAB de bajo nivel y 50 ml de agua destilada, se colocó un agitador magnético, se

introdujo el electrodo y se esperó hasta que la pantalla del potenciómetro se estabilizara en la lectura. Se le agregó por incrementos la solución mencionada en el inciso B.1 de la siguiente manera:

| Mililitros | PPM  | M.V.                          |
|------------|------|-------------------------------|
| 0.1        | 0.01 | registro<br>de<br>milivoltios |
| 0.1        | 0.02 |                               |
| 0.2        | 0.04 |                               |
| 0.2        | 0.06 |                               |
| 0.4        | 0.10 |                               |
| 2.0        | 0.30 |                               |
| 2.0        | 0.50 |                               |
| 2.0        | 0.70 |                               |
| 3.0        | 1.00 |                               |
| 3.0        | 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 las soluciones estándar fluoruro de sodio de concentración ya conocidas (0.05, 0.2, 0.5, 1.0 y 1.5 ppm) para comprobar si correspondía al mismo milivoltaje de la curva.

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

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

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

C.1 A cada muestra de orina y de agua se le agregó 10 ml. de TISAB de bajo nivel previo a

ser analizadas.

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

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

C.4 Se sumergió el electrodo en la muestra. A los tres minutos se tomó la lectura de la concentración de fluoruro (milivoltios). En la ficha correspondiente, se anotaron los dos valores que se mantuvieron más constantes y luego se obtuvo un promedio.

C.5 Se lavó el electrodo y la barra magnética con agua destilada, se secaron cuidadosamente antes de proceder a leer otra muestra.

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

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

En base a las curvas de calibración diarias se obtuvieron las variables a ser utilizadas en el programa estadístico de regresión lineal para obtener los resultados en ppm.

C.8 De cada muestra de orina por estudiante se midieron 5 ml. y se colectaron en un recipiente plástico las 25 muestras de cada instituto, se homogenizaron por medio de un agitador

magnético y luego de ésta colección total se tomaron 10 ml. para mezclarlos con TISAB de bajo nivel en igual volumen para se analizados.

C.9 En base a las curvas de calibración obtenidos diariamente se calcularon los valores de concentración de fluoruros en las muestras de orina y agua en ppm por medio de un método 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 son presentados por medio de estadísticas descriptivas como : media, desviación estándar y rango.

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

## 6. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos durante el trabajo de campo de esta investigación en la región de salud nor-oriente, los cuales fueron analizados por medio del programa estadístico Systat . Ordenados por instituto, departamento, región, edad y sexo. Y presentados por estadísticos descriptivos como media, desviación estándar y rango. Las concentraciones de fluoruro se presentan en unidades de ppm (mg/lt).

### CUADRO 1

FRECUENCIA Y PORCENTAJE DE LA MUESTRA DE ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO DE EDUCACION INSCRITOS EN EL AÑO DE 1994, EN LA REGION DE SALUD NOR-ORIENTE DISTRIBUIDOS POR DEPARTAMENTO

| DEPARTAMENTO | NUMERO DE ESTUDIANTES |     |
|--------------|-----------------------|-----|
|              | N                     | %   |
| CHIQUIMULA   | 75                    | 25  |
| ZACAPA       | 75                    | 25  |
| EL PROGRESO  | 75                    | 25  |
| IZABAL       | 75                    | 25  |
| TOTAL        | 300                   | 100 |

fuentes: datos recopilados durante el trabajo de campo

En la Región de Salud Nor-oriente se recolectaron muestras de orina de 300 alumnos, de los cuales 75 (25%) correspondieron a cada departamento.

**CUADRO 2**

**FRECUENCIA Y PORCENTAJE DE LA MUESTRA DE ESTUDIANTES DEL NIVEL  
MEDIO DE EDUCACION INSCRITOS EN EL AÑO DE 1994, EN LA REGION  
DE SALUD NOR-ORIENTE DISTRIBUIDOS POR SEXO Y EDAD**

| EDAD           | FEMENINO   |              | MASCULINO  |              | TOTAL      |               |
|----------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|---------------|
|                | N          | %            | N          | %            | N          | %             |
| 13             | 27         | 9.00         | 82         | 27.33        | 109        | 36.33         |
| 14             | 26         | 8.67         | 35         | 11.67        | 61         | 20.33         |
| 15             | 20         | 6.67         | 39         | 13.00        | 59         | 19.67         |
| 16             | 17         | 5.67         | 20         | 6.67         | 37         | 12.33         |
| 17             | 20         | 6.67         | 14         | 4.67         | 34         | 11.33         |
| <b>TOTALES</b> | <b>110</b> | <b>36.67</b> | <b>190</b> | <b>63.33</b> | <b>300</b> | <b>100.00</b> |

fuentes: datos recopilados durante el trabajo de campo

Del total de 300 estudiantes que comprende la muestra de la Región de Salud Nor-oriente, 110 (36.67%) corresponde al sexo femenino y 190 (63.33%) al sexo masculino. Las edades estaban comprendidas entre los trece y diecisiete años, siendo el 36.33% de 13 años.

**CUADRO 3**

**MEDIA, DESVIACION ESTANDAR Y RANGO DE LA CONCENTRACION DE  
FLUORURO EN LA ORINA EN PPM DE LOS ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO  
DE EDUCACION INSCRITOS EN EL AÑO DE 1994, EN LA REGION DE  
SALUD NOR-ORIENTE, DISTRIBUIDOS POR INSTITUTO**

| INSTITUTO                                     | CONCENTRACION DE FLUORURO PPM |              |              |                  |
|---|-------------------------------|--------------|--------------|------------------|
|   | N                             | MEDIA        | DESV. EST.   | RANGO            |
| OFICIAL MIXTO MIGUEL A. LANDAVERRY            | 25                            | 0.430        | 0.093        | 0.27-0.60        |
| NORMAL MAESTRAS DE PARVULOS DEL ORIENTE       | 25                            | 0.690        | 0.018        | 0.43-1.04        |
| OFICIAL MIXTO DE EDUCACION BASICA CAMOTAN     | 25                            | 0.298        | 0.057        | 0.19-0.41        |
| COLEGIO PRIVADO "AMIGOS"                      | 25                            | 0.394        | 0.119        | 0.21-0.60        |
| OFICIAL MIXTO POR COOPERATIVA "HUIITE"        | 25                            | 0.466        | 0.072        | 0.32-0.61        |
| EDUCACION BASICA POR COOPERATIVA STA. CRUZ    | 25                            | 0.275        | 0.075        | 0.15-0.38        |
| PRIV. MIXTO EDUC. DIVERSIFICADA CC "SAMARATE" | 25                            | 0.871        | 0.360        | 0.29-1.44        |
| OF. MIXTO EDUC. BASICA PROF. E. CHAVARRIA     | 25                            | 0.591        | 0.292        | 0.26-1.29        |
| OF. MIXTO EDUC. CON ORIENTACION OCUPACIONAL   | 25                            | 0.587        | 0.318        | 0.24-1.35        |
| PRIVADO MIXTO JUSTO RUFINO BARRIOS            | 25                            | 0.311        | 0.151        | 0.06-0.78        |
| PRIVADO MIXTO DE EDUCACION BASICA MAYA        | 25                            | 0.294        | 0.102        | 0.10-0.47        |
| PRIVADO MIXTO JUSTO RUFINO BARRIOS            | 25                            | 0.306        | 0.120        | 0.11-0.60        |
| <b>TOTALES</b>                                | <b>300</b>                    | <b>0.459</b> | <b>0.260</b> | <b>0.06-1.44</b> |

fuentes: datos recopilados durante el trabajo de campo

De los doce institutos que abarcó este trabajo de investigación, los valores más altos de concentración de fluoruro en la orina, se encontraron en los estudiantes del Instituto Privado Mixto de Educación Diversificada de Ciencias Comerciales "Sanarate", con una media de 0.871 ppm, y una desviación estándar de 0.360 ppm; los valores más bajos corresponden a los estudiantes del Instituto Privado Mixto de Educación Básica por Cooperativa de la Aldea Santa Cruz, Río Hondo Zacapa, con una media de 0.275 ppm., y una desviación estándar de 0.075 ppm.

Los resultados altos encontrados en Sanarate pueden ser debidos a que han encontrado fuentes de agua con altas concentraciones de fluoruro.

En la Escuela Normal para Maestras de Párvulos de Oriente, Chiquimula se encontró un promedio de concentración de fluoruro en orina de 0.690 ppm y una desviación estándar de 0.182 ppm en donde los valores pueden estar influidos por las edades de las estudiantes ya que en su mayoría estaban entre los 16 y 17 años de edad. Los demás estudiantes de nivel medio de la región nor-oriente de salud presentaron el promedio de concentración de fluoruro en orina con una amplia variabilidad.

**CUADRO 4**

MEDIA, DESVIACION ESTANDAR Y RANGO DE LA CONCENTRACION DE  
FLUORURO EN LA ORINA EN PPM DE LOS ESTUDIANTES DE NIVEL  
MEDIO DE EDUCACION INSCRITOS EN EL AÑO DE 1994 EN LA REGION DE  
SALUD NOR-ORIENTE DISTRIBUIDOS POR DEPARTAMENTO

| DEPARTAMENTO | CONCENTRACION DE FLUORURO PPM |       |                     |           |
|--------------|-------------------------------|-------|---------------------|-----------|
|              | N                             | MEDIA | DESVIACION ESTANDAR | RANGO     |
| CHIQUIMULA   | 75                            | 0.472 | 0.204               | 0.19-1.04 |
| ZACAPA       | 75                            | 0.377 | 0.119               | 0.15-0.61 |
| EL PROGRESO  | 75                            | 0.683 | 0.347               | 0.24-1.44 |
| IZABAL       | 75                            | 0.304 | 0.125               | 0.06-0.78 |
| TOTAL        | 300                           | 0.459 | 0.260               | 0.06-1.44 |

fuelle: datos recopilados durante el trabajo de campo

De los cuatro departamentos que conforman la Región Nor-Oriente, los estudiantes que presentaron la mayor concentración de fluoruro en orina fueron los del Departamento de El Progreso con una media de 0.683 ppm ( $\pm 0.204$  ppm), probablemente esto es debido a que se han encontrado fuentes de agua con altas concentraciones de fluoruro en este departamento y la más baja se presentó en el Departamento de Izabal con una media de 0.347 ppm y una desviación estándar de 0.125 ppm. Encontrándose la variabilidad de concentración de fluoruro más alta en el Departamento de El Progreso. Los promedios de concentración de fluoruro en orina encontrados en los departamentos de Chiquimula y Zacapa son muy similares al promedio de la región.

**CUADRO 5**

MEDIA, DESVIACION ESTANDAR Y RANGO DE LA CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA EN PPM DE LOS ESTUDIANTES DE NIVEL MEDIO DE EDUCACION INSCRITOS EN EL AÑO DE 1994, EN LA REGION DE SALUD NOR-ORIENTE

| REGION      | CONCENTRACION DE FLUORURO PPM |       |                     |           |
|-------------|-------------------------------|-------|---------------------|-----------|
|             | N                             | MEDIA | DESVIACION ESTANDAR | RANGO     |
| NOR-ORIENTE | 300                           | 0.459 | 0.260               | 0.06-1.44 |

fuelle: datos recopilados durante el trabajo de campo

Los resultados de la concentración de fluoruro en orina encontrados en los estudiantes de la región de salud nor-oriental, estuvieron comprendidos entre 0.06 y 1.44 ppm, presentando una media de 0.459 ppm y una desviación estándar de 0.260 ppm. En el estudio realizado en escolares en el año de 1993 se encontró en la región de salud nor-oriental una concentración de fluoruro de 0.416 ppm ( $\pm$  0.258 ppm), resultados que son diferentes debido a que el metabolismo de los fluoruros es modificado por la maduración ósea, ya que mayor edad hay mayor concentración de fluoruros en la orina (44).

En general estos datos da una estimación de la ingesta de flúor, ésta es baja lo que justifica establecer un programa de fluoruración sistémica en esta región.

**CUADRO 6**

MEDIA, DESVIACION ESTANDAR Y RANGO DE LA CONCENTRACION DE  
FLUORURO EN LA ORINA EN PPM DE LOS ESTUDIANTES DE NIVEL  
MEDIO DE EDUCACION INSCRITOS EN EL AÑO 1994, EN LA REGION  
DE SALUD NOR-ORIENTE, DISTRIBUIDOS POR EDAD

| EDAD  | CONCENTRACION DE FLUORURO PPM |       |                     |           |
|-------|-------------------------------|-------|---------------------|-----------|
|       | N                             | MEDIA | DESVIACION ESTANDAR | RANGO     |
| 13    | 109                           | 0.415 | 0.235               | 0.10-1.35 |
| 14    | 61                            | 0.457 | 0.261               | 0.06-1.43 |
| 15    | 59                            | 0.489 | 0.307               | 0.16-1.44 |
| 16    | 37                            | 0.481 | 0.246               | 0.15-1.21 |
| 17    | 17                            | 0.529 | 0.251               | 0.20-1.04 |
| TOTAL | 300                           | 0.459 | 0.260               | 0.06-1.44 |

fuentes: datos recopilados durante el trabajo de campo

Las concentraciones de fluoruro en orina más altas, se presentaron en los estudiantes de 17 años, con una media de 0.529 ppm., y una desviación estándar de 0.251; y las más bajas en los estudiantes de 13 años, su media fue de 0.415 ppm., con una desviación estándar de 0.235. Al analizar los resultados demuestran que a mayor edad hay mayor concentración de fluoruro en orina, lo mismo se ha comunicado en otros estudios. (44,48) La variabilidad del fenómeno fue semejante en las distintas edades.

**CUADRO 7**

**MEDIA, DESVIACION ESTANDAR Y RANGO DE LA CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA EN PPM DE LOS ESTUDIANTES DE NIVEL MEDIO DE EDUCACION INSCRITOS EN EL AÑO DE 1994, EN LA REGION DE SALUD NOR-ORIENTE, DISTRIBUIDOS POR SEXO**

| SEXO  | CONCENTRACION DE FLUORURO PPM |       |                     |           |
|-------|-------------------------------|-------|---------------------|-----------|
|       | N                             | MEDIA | DESVIACION ESTANDAR | RANGO     |
| F     | 110                           | 0.486 | 0.271               | 0.06-1.29 |
| M     | 190                           | 0.444 | 0.253               | 0.10-1.44 |
| TOTAL | 300                           | 0.459 | 0.260               | 0.06-1.44 |

fuelle: datos recopilados durante el trabajo de campo

El sexo femenino presentó los valores más altos en la concentración de flúor en orina. Aunque este resultado es muy similar al del sexo masculino.

**CUADRO 8**

**CONCENTRACION DE FLUORURO EN EL AGUA DE CONSUMO EN PPM DE  
LOS INSTITUTOS DE LA REGION DE SALUD NOR-ORIENTE Y DE LAS  
COLECCIONES TOTALES DE ORINA POR INSTITUTO**

| INSTITUTO                        | CONCENTRACION DE FLUORURO PPM |            |
|----------------------------------|-------------------------------|------------|
|                                  | AGUA                          | COL. TOTAL |
| MIGUEL A. LANDEVERRY CHIQUIMULA  | 0.10                          | 0.39       |
| MAESTRAS DE PARVULOS DEL ORIENTE | 0.20                          | 0.43       |
| EDUCACION BASICA CAMOTAN CHIQUI. | 0.10                          | 0.31       |
| COLEGIO PRIVADO AMIGOS ZACAPA    | 0.13                          | 0.23       |
| POR COOPERATIVA DE HUIITE ZACAPA | 0.34                          | 0.56       |
| POR COOPERATIVA STA. CRUZ ZACAPA | 0.06                          | 0.30       |
| CIENCIAS COMERCIALES SANARATE    | 0.37                          | 0.97       |
| PORFESOR E. CHAVARRIA SANARATE   | 0.43                          | 0.79       |
| ORIENTACION OCUPACIONAL GUASTA.  | 0.18                          | 0.58       |
| JUSTO RUFINO BARRIOS             | 0.16                          | 0.31       |
| EDUCACION BASICA MAYA            | 0.11                          | 0.33       |
| JUSTO RUFINO BARRIOS             | 0.15                          | 0.22       |

fuentes: datos recopilados durante el trabajo de campo

Las más altas concentraciones de fluoruro en el agua de consumo se encontraron en los dos institutos de Sanarate, El Progreso, siendo estos mismos institutos donde se presentaron las más altas concentraciones de fluoruro en las colecciones totales de orina. En algunos institutos no existe una relación entre estas dos variables debido a que probablemente el agua de los institutos no es la fuente principal de abastecimiento de los estudiantes de la muestra.

A CONTINUACION SE PRESENTAN CUADROS Y GRAFICAS GENERALES DE LA DISTRIBUCION DE LA MUESTRA, MEDIA, DESVIACION ESTANDAR Y RANGO DE LA CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA DE LOS ESTUDIANTES DE NIVEL MEDIO DE EDUCACION INSCRITOS EN 1994, EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA. ANALIZADOS POR MEDIO DEL PROGRAMA ESTADISTICO SYSTAT, ORDENADOS POR DEPARTAMENTO, REGIONES DE SALUD, EDAD Y SEXO. LAS CONCENTRACIONES DE FLUORURO SE EXPRESAN EN PPM ESTO ES IGUAL A MILIGRAMOS POR LITRO (mg/l).

**CUADRO Y GRAFICA GENERAL NO.1**

FRECUENCIA Y PORCENTAJE DE LA MUESTRA DE ESTUDIANTES  
DE EDUCACION MEDIA INSCRITOS EN EL AÑO DE 1994, EN LA  
REPUBLICA DE GUATEMALA, POR SEXO Y EDAD

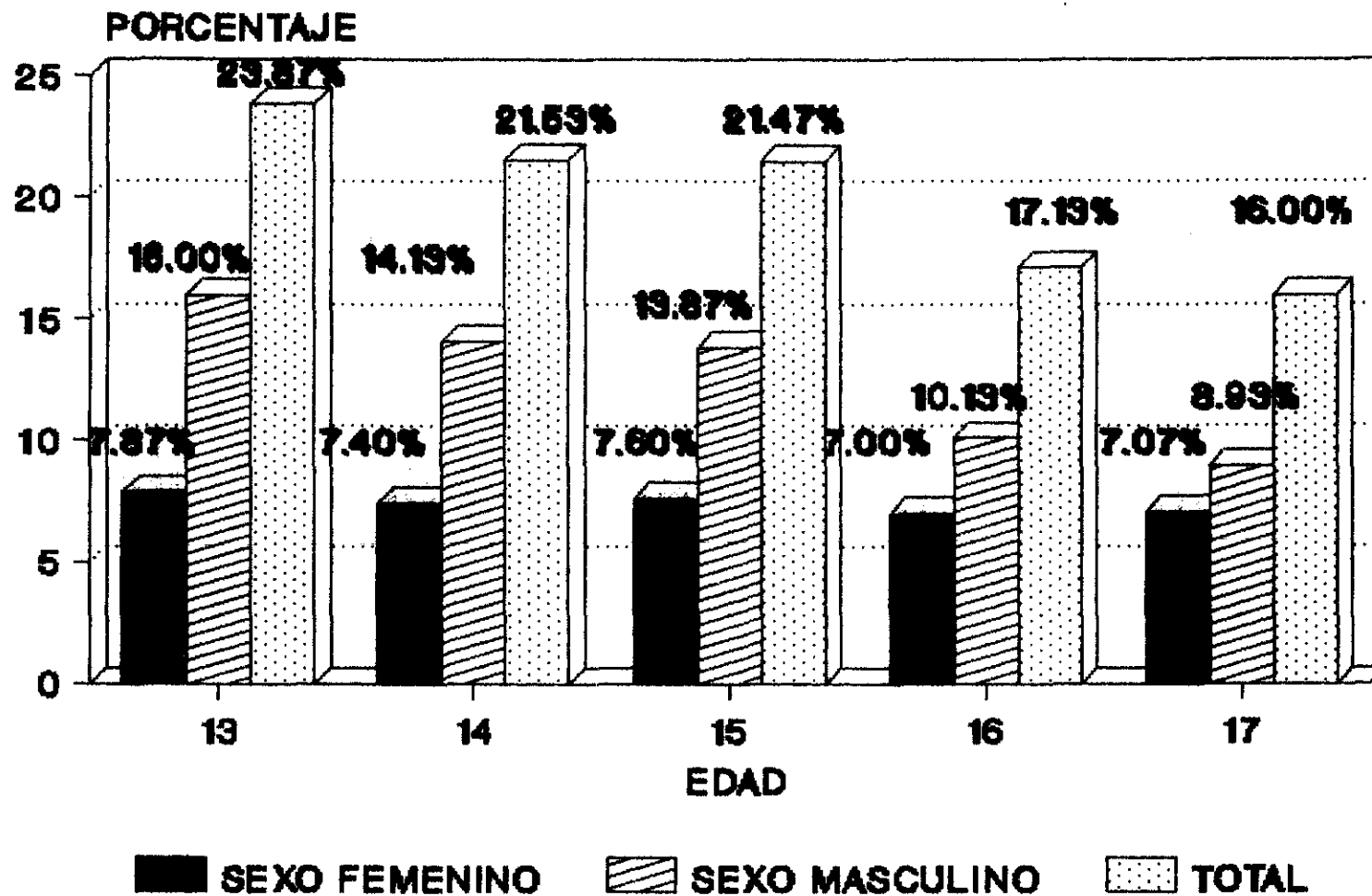
| EDAD    | SEXO F |       | SEXO M |       | TOTAL |        |
|---------|--------|-------|--------|-------|-------|--------|
|         | N      | Z     | N      | Z     | N     | Z      |
| 13      | 118    | 7.87  | 240    | 16.00 | 358   | 23.87  |
| 14      | 111    | 7.40  | 212    | 14.13 | 323   | 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    | 08.93 | 240   | 16.00  |
| TOTALES | 554    | 36.93 | 946    | 63.07 | 1,500 | 100.00 |

fuentes: datos recopilados durante el trabajo de campo

La muestra total del estudio de concentración de fluoruro en orina en los estudiantes del nivel medio de educación de la República de Guatemala, fue integrada por 1,500 estudiantes, de los cuales el 63.07% correspondieron al sexo masculino y el 36.93% al sexo femenino.

Los estudiantes estaban comprendidos entre las edades de 13 a 17 años, y estaban divididos por edades 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 Y GRAFICA GENERAL NO.2**

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

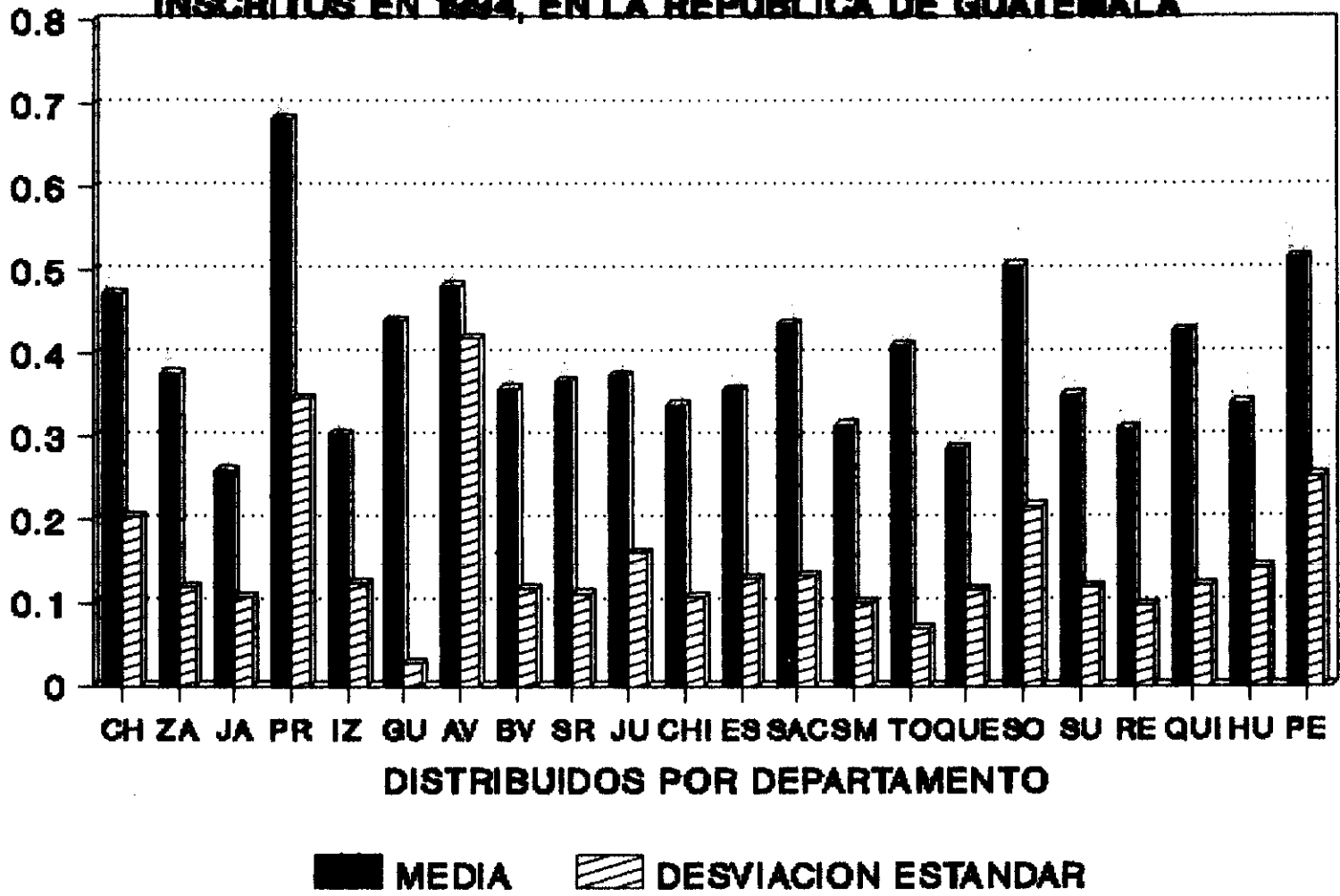
| DEPARTAMENTO   | CONCENTRACION DE FLUORURO PPM |              |              |                  |
|----------------|-------------------------------|--------------|--------------|------------------|
|                | N                             | MEDIA        | DESV. EST.   | RANGO            |
| GUATEMALA      | 150                           | 0.440        | 0.029        | 0.13-0.76        |
| ALTA VERAPAZ   | 75                            | 0.482        | 0.419        | 0.06-1.87        |
| BAJA VERAPAZ   | 75                            | 0.358        | 0.118        | 1.18-1.03        |
| CHIMULULA      | 75                            | 0.472        | 0.204        | 0.19-1.04        |
| ZACAPA         | 75                            | 0.377        | 0.119        | 0.15-0.61        |
| EL PROGRESO    | 75                            | 0.683        | 0.347        | 0.24-1.44        |
| IZABAL         | 75                            | 0.304        | 0.125        | 0.06-0.78        |
| SANTA ROSA     | 50                            | 0.367        | 0.112        | 0.05-0.67        |
| JUTIAPA        | 50                            | 0.375        | 0.161        | 0.12-0.82        |
| JALAPA         | 50                            | 0.260        | 0.108        | 0.03-0.46        |
| CHIMALTENANGO  | 50                            | 0.339        | 0.108        | 0.09-0.64        |
| ESCUINTLA      | 50                            | 0.357        | 0.130        | 0.01-0.78        |
| SACATEPEQUEZ   | 50                            | 0.436        | 0.133        | 0.20-0.81        |
| SAN MARCOS     | 50                            | 0.315        | 0.101        | 0.11-0.57        |
| TOTONICAPAN    | 50                            | 0.410        | 0.070        | 0.20-0.51        |
| QUETZALTENANGO | 50                            | 0.287        | 0.116        | 0.14-0.68        |
| SOLOLA         | 50                            | 0.506        | 0.217        | 0.25-1.07        |
| SUICHITEPEQUEZ | 50                            | 0.351        | 0.119        | 0.18-0.92        |
| RETALHULEU     | 50                            | 0.310        | 0.097        | 0.15-0.59        |
| EL QUICHE      | 75                            | 0.428        | 0.121        | 0.16-0.66        |
| HUEHUETENANGO  | 75                            | 0.341        | 0.143        | 0.04-0.81        |
| PETEN          | 150                           | 0.516        | 0.253        | 0.08-1.20        |
| <b>TOTALES</b> | <b>1500</b>                   | <b>0.409</b> | <b>0.210</b> | <b>0.01-1.87</b> |

fuentes: datos recolectados durante el trabajo de campo

De los 22 departamentos de la República de Guatemala, los valores más altos de concentración de fluoruro en orina se encontraron en los estudiantes del Departamento de El Progreso, con una media de 0.683 ppm., y los valores más bajos correspondieron al Departamento de Jalapa de 0.260 ppm. En general la concentración de flúor en orina de los estudiantes fueron similares, la variabilidad no fue alta, aunque el rango fue amplio debido probablemente a altas concentraciones de fluoruro en el agua de algunas regiones y a la hora de recolección de la muestra.

**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**

88



**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  
SD  
SU  
RE  
QUI  
HU  
PE

NOMBRE DEPARTAMENTO

CHIQUMULA  
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

**CUADRO Y GRAFICA GENERAL NO.3**

**MEDIA, DESVIACION ESTANDAR Y RANGO DE LA CONCENTRACION DE  
FLUORURO EN ORINA EN PPM DE LOS ESTUDIANTES DE NIVEL  
MEDIO DE EDUCACION INSCRITOS EN EL AÑO DE 1994, DISTRIBUIDOS  
POR REGIONES DE SALUD**

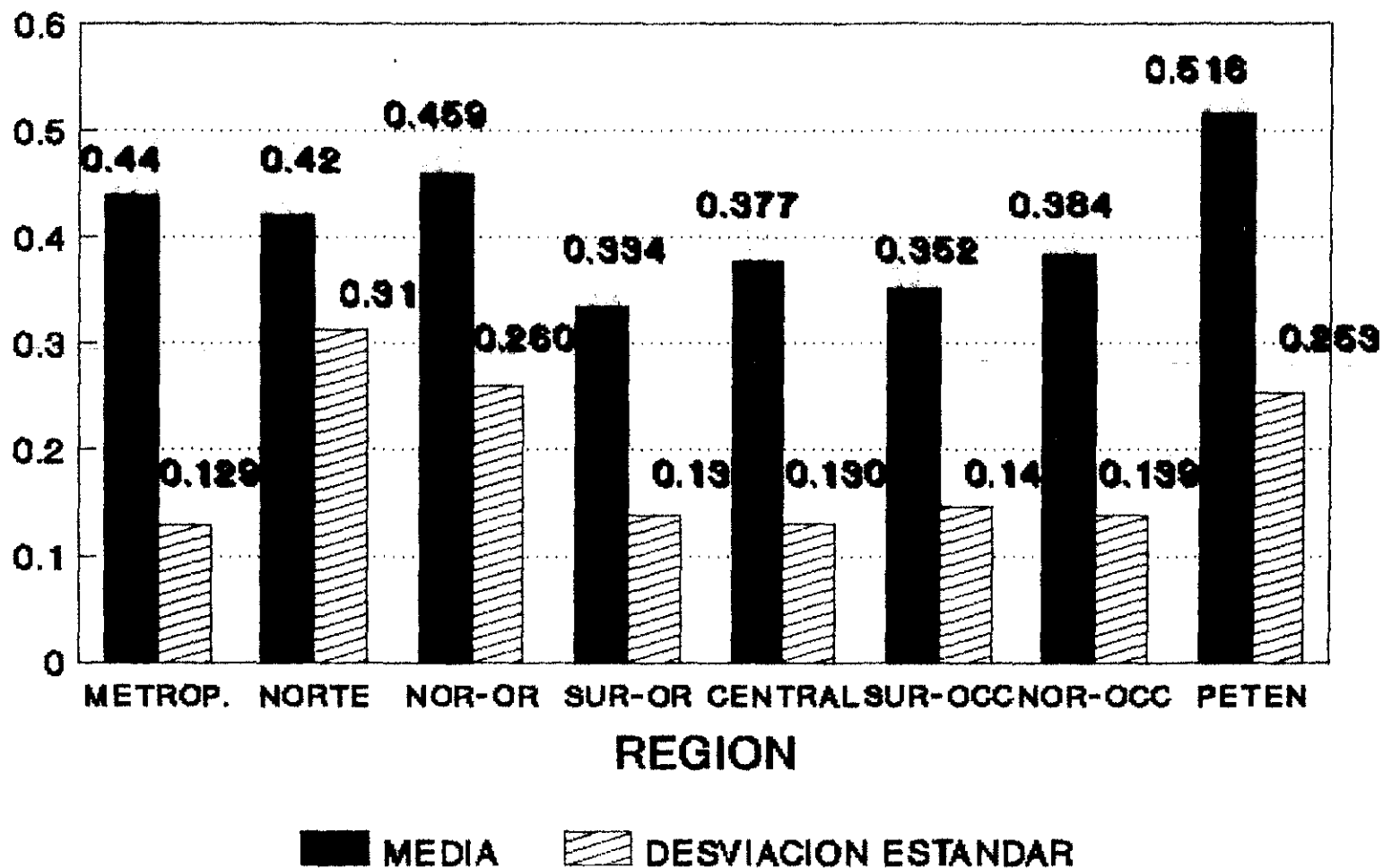
| REGION        | CONCENTRACION DE FLUORURO PPM |       |            |           |
|---------------|-------------------------------|-------|------------|-----------|
|               | N                             | MEDIA | DESV. EST. | RANGO     |
| METROPOLITANA | 150                           | 0.440 | 0.129      | 0.13-0.76 |
| NORTE         | 150                           | 0.420 | 0.313      | 0.06-1.87 |
| NOR-ORIENTE   | 300                           | 0.459 | 0.260      | 0.06-1.44 |
| SUR-ORIENTE   | 150                           | 0.334 | 0.139      | 0.03-0.82 |
| CENTRAL       | 150                           | 0.377 | 0.130      | 0.01-0.81 |
| SUR-OCCIDENTE | 300                           | 0.352 | 0.146      | 0.11-1.07 |
| NOR-OCCIDENTE | 150                           | 0.384 | 0.139      | 0.04-0.81 |
| PETEN         | 150                           | 0.516 | 0.253      | 0.08-1.20 |
| TOTALES       | 1500                          | 0.409 | 0.210      | 0.01-1.87 |

fuentes: datos recolectados durante el trabajo de campo

De los resultados obtenidos por regiones de salud de la República de Guatemala, los estudiantes de la región que presentó el promedio de concentración de fluoruro en orina más alto fue Petén, con un valor de 0.516 ppm. ( $\pm$  0.253 ppm) y el promedio más bajo corresponde a la Región de Salud Sur-Oriente con un valor de 0.334 ppm. Es importante observar que la región que presentó el dato aislado más alto de concentración de fluoruro en la orina fue la región norte con un valor de 1.87 ppm. En general las demás regiones tienen concentraciones de fluoruro y variabilidad similares.

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

16



GRAFICA GENERAL NO.3

**CUADRO Y GRAFICA GENERAL NO.4**

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

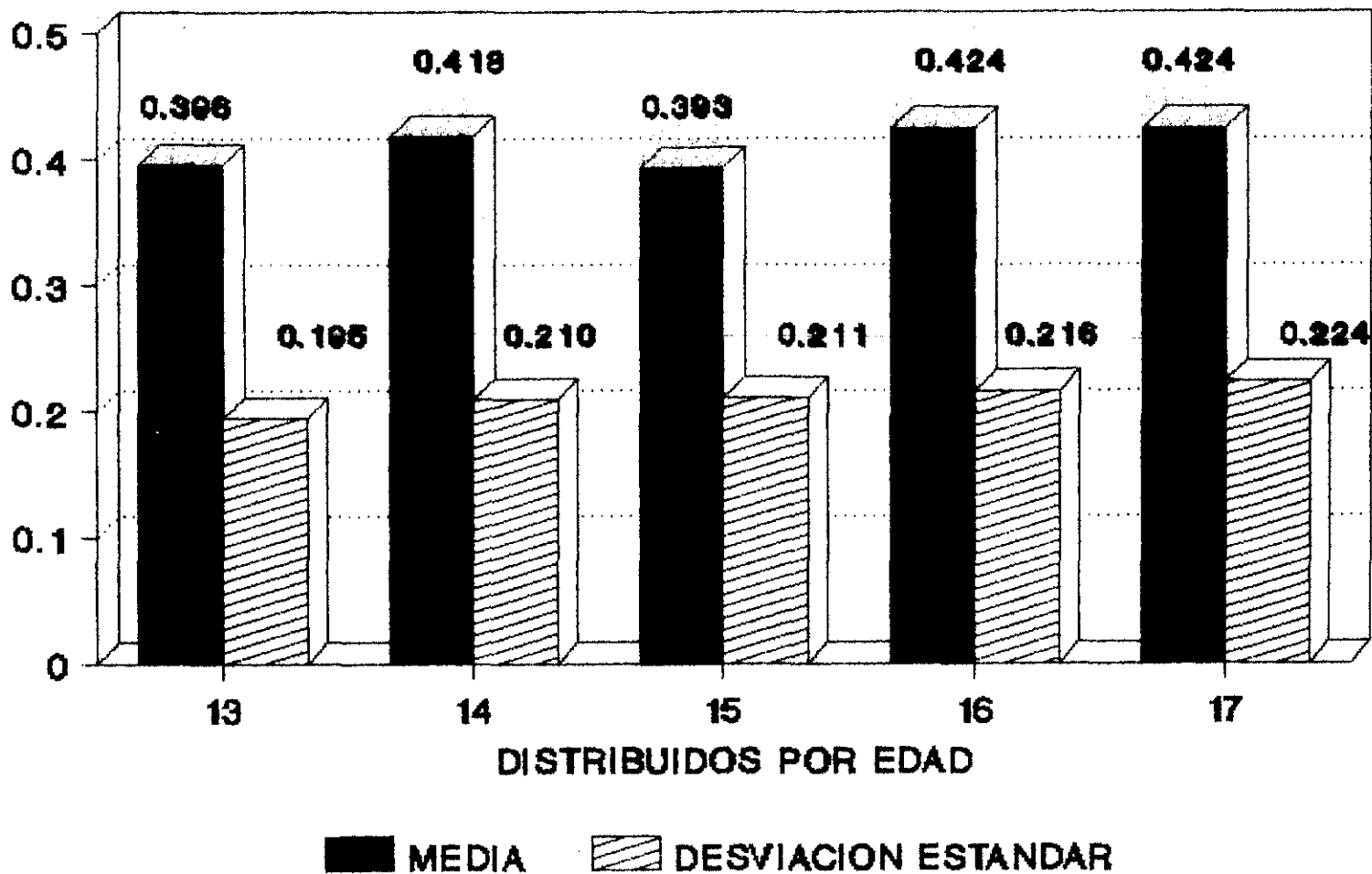
| EDAD           | CONCENTRACION DE FLUORURO PPM |              |                         |
|----------------|-------------------------------|--------------|-------------------------|
|                | N                             | MEDIA        | DES. EST. RANGO         |
| 13             | 358                           | 0.396        | 0.195 10.10-1.37        |
| 14             | 323                           | 0.418        | 0.210 10.03-1.43        |
| 15             | 322                           | 0.393        | 0.211 10.01-1.87        |
| 16             | 257                           | 0.424        | 0.216 10.04-1.38        |
| 17             | 240                           | 0.424        | 0.224 10.04-1.43        |
| <b>TOTALES</b> | <b>1500</b>                   | <b>0.409</b> | <b>0.210 10.01-1.87</b> |

fuelle: datos recolectados durante el trabajo de campo

Las concentraciones de fluoruro en orina más altas corresponden a las edades de 16 y 17 años, con una media de 0.424 ppm. y desviación estándar de (0.216 ppm y 0.224 ppm) respectivamente el valor más bajo a la edad de 15 años con una media de 0.393 ppm( $\pm$  0.393ppm), resultados que confirman que a mayor edad la concentración de fluoruro en orina aumenta, por las diferencias de metabolismo del fluoruro en las distintas edades (44). Pues se sabe que a mayor edad la captación de fluoruros por los tejidos calcificados es menor. 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**

93



**GRAFICA GENERAL NO.4**

**CUADRO Y GRAFICA GENERAL NO.5**

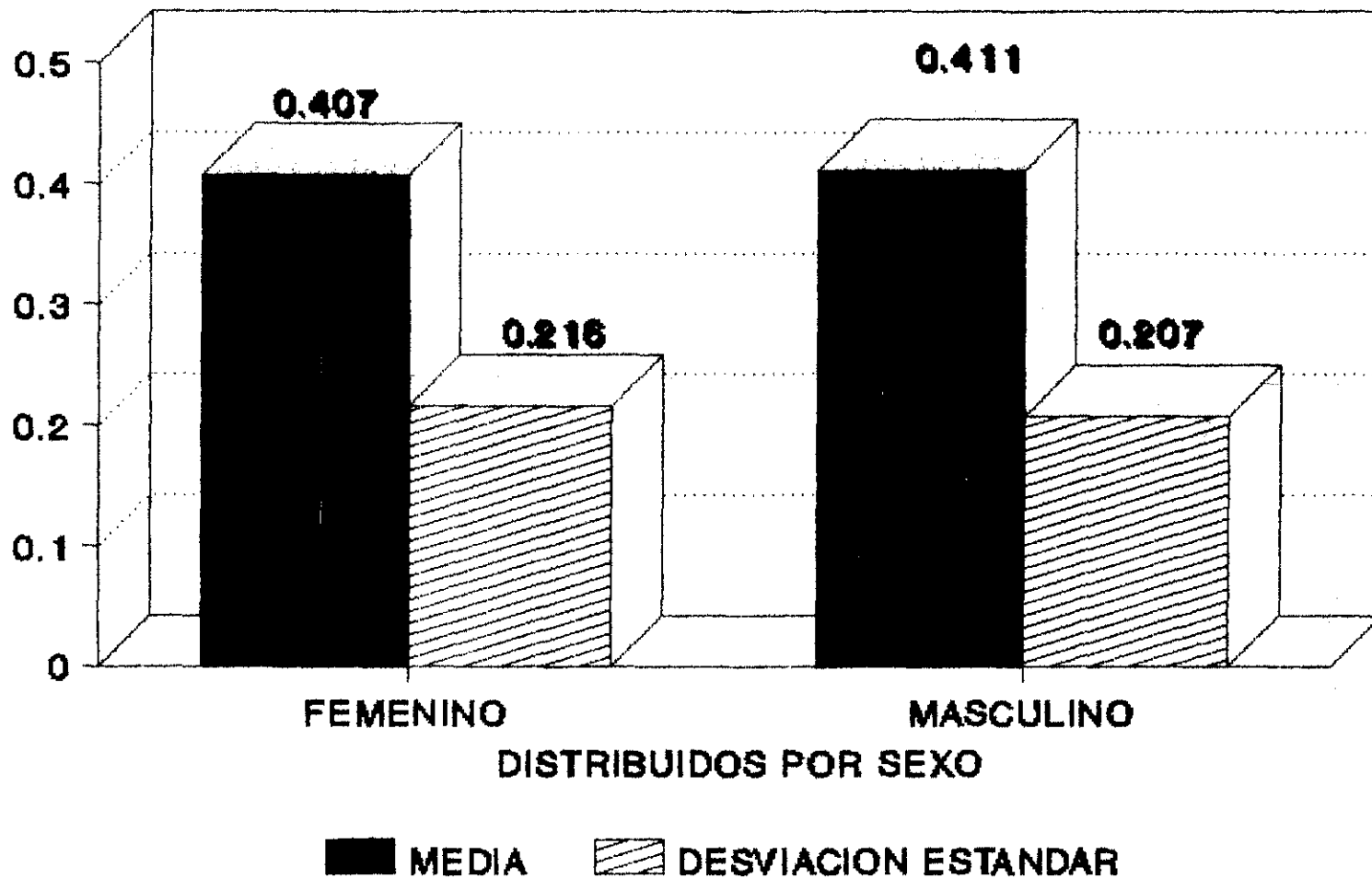
MEDIA, DESVIACION ESTANDAR Y RANGO DE LA CONCENTRACION DE  
FLUORURO EN ORINA EN PPM DE LOS ESTUDIANTES DE NIVEL MEDIO  
DE EDUCACION INSCRITOS EN EL AÑO DE 1994, DISTRIBUIDOS POR  
SEXO

| SEXO      | CONCENTRACION DE FLUORURO PPM |       |                  |
|-----------|-------------------------------|-------|------------------|
|           | N                             | MEDIA | DESV. EST. RANGO |
| FEMENINO  | 554                           | 0.407 | 0.216 0.01-1.87  |
| MASCULINO | 946                           | 0.411 | 0.207 0.03-1.44  |
| TOTALES   | 1500                          | 0.409 | 0.210 0.01-1.87  |

datos: recopilados durante el trabajo de campo

Para el estudio de la concentración de fluoruro en la orina la media más alta en la República de Guatemala corresponde al sexo masculino, con un valor de 0.411 ppm, fue muy similar al 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 ORINA EN PPM DE LOS ESTUDIANTES DE NIVEL MEDIO DE EDUCACION INSCRITOS EN EL AÑO DE 1994 EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA

| CONCENTRACION DE FLUORURO |       |                     |          |
|---------------------------|-------|---------------------|----------|
| N                         | MEDIA | DESVIACION ESTANDAR | RANGO    |
| 1,500                     | 0.409 | 0.290               | 0.01-1.8 |

fuentes: datos recopilados durante el trabajo de campo

Para la República de Guatemala, el valor promedio de la concentración de fluoruro en orina fue de 0.41 ppm con una desviación estándar de 0.210 ppm. El valor mínimo encontrado en toda la República fue de 0.01 ppm en Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla y el máximo fue de 1.87 ppm en el Municipio de Tukurú, Alta Verapaz.

En relación con un estudio realizado en Costa Rica en edades de 16 a 22 años, en febrero de 1992, presentan una media de 0.39 ppm para este grupo, los valores del presente estudio fueron similares con un valor promedio de 0.41 ppm para las edades comprendidas entre 13 y 17 años.

La estimación de la ingesta en estas edades es baja, lo que justifica un programa de fluoruración sistémica.

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

[F] agua - [F] colección total de orina:  $r = 0.25$

[F] agua - [F]  $\bar{X}$  orina:  $r = 0.39$

[F] colección total de orina - [F]  $\bar{X}$  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 de consumo y el promedio de la concentración de fluoruro en orina, debido a que probablemente el agua de consumo en los institutos no es la fuente principal de abastecimiento de los estudiantes de la muestra.

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

## 9. CONCLUSIONES

1. La concentración de fluoruro en orina más alta encontrada en la Región de Salud Nor-Oriente fue la de los estudiantes del nivel medio de educación del Departamento de El Progreso, con una media de 0.683 ppm ( $\pm$  0.347 ppm) y la más baja, en el Departamento de Izabal con una media de 0.304 ppm ( $\pm$  0.125 ppm). La ingesta de flúor es baja en los estudiantes de la región de salud nor-oriente, lo que se puede deducir a través de los resultados de concentración de flúor en orina.
2. Los valores más altos se presentaron en los alumnos del Instituto Privado Mixto de Educación Diversificada de Ciencias Comerciales "Sanarate", con una media de 0.871 ppm ( $\pm$  0.360ppm) y los valores más bajos corresponden a los estudiantes del Instituto de Educación Básica por Cooperativa de Santa Cruz, Rio Hondo, Zacapa. Con una media de 0.275 ppm ( $\pm$  0.075ppm).
3. Los estudiantes de 17 años de edad de la Región de Salud Nor-Oriente presentaron la más alta concentración de fluoruro en orina en dicha región, con una media de 0.529 ppm y una desviación estándar de 0.251 ppm.

Los valores más bajos se encontraron en los estudiantes de 13 años, su media fue de 0.415 ppm, con una desviación estándar de 0.235 ppm.

4. En cuanto al sexo, el que presentó mayor concentración de fluoruro en la orina en la Región de Salud Nor-Oriente fue el sexo femenino, con una media de 0.486 ppm y una desviación estándar de 0.271, pero al compararlos con los resultados generales de la República de Guatemala, el sexo masculino presentó las concentraciones más altas, con una media de 0.411 ppm y una desviación estándar de 0.207 ppm, siendo estos resultados similares a los dos sexos.
5. A nivel nacional, quienes presentaron la mayor concentración de fluoruro distribuidos por regiones de salud fueron los estudiantes de la Región de Salud de Petén, con una media de 0.516 ppm y una desviación estándar de 0.253.
6. En el estudio que se realizó en el año de 1993 en el grupo etéreo, comprendido entre las edades de 6 a 12 años, se encontró una media de la concentración de flúor en orina de 0.416 ppm y una desviación estándar de 0.258 ppm, valores más bajos que los correspondientes al grupo comprendido entre los 13 a 17 años. Los resultados confirman que a mayor edad la concentración de fluoruro en orina aumenta.

7. La concentración más alta de fluoruro en la orina de los estudiantes del nivel medio de educación, en la República de Guatemala, se encontró en el departamento de El Progreso con una media de 0.683 ppm ( $\pm$  0.347 ppm), y la más baja concentración se encontró en el departamento de Jalapa con una media de 0.260 ppm ( $\pm$  0.108 ppm).
  
8. La concentración de fluoruro en la orina de los estudiantes de nivel medio en la República de Guatemala fue de 0.409 ppm ( $\pm$  0.290), a través de los resultados indica que la estimación de la ingesta de fluoruros es baja. Resultados similares se encontraron en adolescentes en Costa Rica.
  
9. La técnica utilizada fue la adecuada para este tipo de investigación por su confiabilidad y reproductividad.
  
10. Existe una relación positiva entre los promedios de las concentraciones de orina y las colecciones totales de orina.

## 10. RECOMENDACIONES

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

## **11. LIMITACIONES**

Durante la realización del presente trabajo de investigación se encontraron las limitaciones siguientes:

1. Falta de colaboración de algunos directores de los institutos donde se realizó el estudio.
2. Falta de colaboración de algunos estudiantes para proporcionar las muestras de orina.
3. Dificultad en la adquisición de equipo de laboratorio para el análisis de las muestras.

## 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; \_\_\_\_\_ a que obtenga muestras de orina de los estudiantes del Instituto \_\_\_\_\_, el cual se encuentra asignado, como parte del trabajo de campo del estudio de su tesis "Concentración de Fluoruro en la Orina de los Estudiantes de Nivel Medio de Educación Inscritos en el Ciclo 1994, En la Región de Salud, Nor-Oriente, que comprende los departamentos de Zacapa, Chiquimula, El Progreso e Izabal".

(f)

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



## INSTRUCTIVO PARA LLENAR LA FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

En cada uno de los renglones se escribió lo siguiente:

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

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

**Departamento:**

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

**Instituto:**

Se anotó el nombre del instituto seleccionado para este estudio, con su respectivo código.

**Localización:**

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

En la columna correspondiente a:

**Número de la muestra:**

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

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

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

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

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

**Hora de micción:**

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

**Volumen de orina:**

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

**Preservante:**

Se anotó con una "X" si ya se le agregó preservante a la muestra de orina. (EDTA y NaOH)

**ANEXO 3**

DISTRIBUCION DE DATOS OBTENIDOS EN EL TRABAJO DE CAMPO DE LA  
CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA DE LOS ESTUDIANTES DEL  
NIVEL MEDIO INSCRITOS EN EL AÑO DE 1994, EN LA REGION DE SALUD  
NOR-ORIENTE

INSTITUTO OFICIAL MIXTO "MIGUEL ANGEL LAVANDERRY GUZMAN", QUEZALTEPEQUE, CHIQUIMULA

| Número de Muestra | Edad | Sexo | Grado | Volumen | Hora 1 | Hora 2 | Concentración F:<br>PPM |
|-------------------|------|------|-------|---------|--------|--------|-------------------------|
| 1                 | 14   | M    | 2     | 118     | 06:00  | 10:20  | 0.60                    |
| 2                 | 14   | F    | 2     | 50      | 06:00  | 09:10  | 0.46                    |
| 3                 | 14   | M    | 1     | 85      | 06:00  | 09:00  | 0.43                    |
| 4                 | 14   | M    | 2     | 182     | 06:30  | 10:25  | 0.41                    |
| 5                 | 13   | M    | 2     | 70      | 06:00  | 09:00  | 0.36                    |
| 6                 | 16   | M    | 2     | 140     | 05:30  | 10:20  | 0.27                    |
| 7                 | 15   | M    | 2     | 70      | 06:00  | 10:20  | 0.36                    |
| 8                 | 15   | M    | 2     | 70      | 05:30  | 08:45  | 0.39                    |
| 9                 | 16   | M    | 1     | 32      | 05:30  | 08:45  | 0.34                    |
| 10                | 13   | M    | 2     | 110     | 05:30  | 09:20  | 0.39                    |
| 11                | 13   | M    | 2     | 110     | 06:00  | 10:20  | 0.47                    |
| 12                | 14   | M    | 2     | 100     | 06:00  | 10:20  | 0.53                    |
| 13                | 15   | M    | 2     | 70      | 06:00  | 10:20  | 0.47                    |
| 14                | 13   | M    | 1     | 65      | 06:15  | 10:20  | 0.59                    |
| 15                | 14   | M    | 2     | 100     | 06:30  | 09:20  | 0.39                    |
| 16                | 15   | M    | 2     | 170     | 06:30  | 10:20  | 0.30                    |
| 17                | 15   | M    | 2     | 95      | 05:00  | 10:20  | 0.48                    |
| 18                | 14   | F    | 2     | 100     | 06:00  | 10:20  | 0.56                    |
| 19                | 13   | F    | 1     | 170     | 06:45  | 10:20  | 0.39                    |
| 20                | 13   | M    | 1     | 230     | 06:40  | 10:20  | 0.40                    |
| 21                | 13   | M    | 1     | 80      | 05:45  | 10:25  | 0.42                    |
| 22                | 13   | M    | 1     | 110     | 06:30  | 09:15  | 0.28                    |
| 23                | 13   | M    | 1     | 230     | 06:30  | 10:25  | 0.37                    |
| 24                | 13   | M    | 1     | 80      | 06:45  | 10:25  | 0.52                    |
| 25                | 13   | M    | 1     | 90      | 06:00  | 10:25  | 0.56                    |

Concentración de fluoruro en:

colección total de orina: 1.39 ppm

agua de consumo en los institutos: 0.10 ppm

INSTITUTO NORMAL PARA MAESTRAS DE PARVULOS DEL ORIENTE, CHIGUINULA

| Número de Muestra | Edad | Sexo | Grado | Volumen | Hora 1 | Hora 2 | Concentración F/PPM |
|-------------------|------|------|-------|---------|--------|--------|---------------------|
| 1                 | 17   | F    | 5     | 100     | 09:00  | 14:30  | 0.77                |
| 2                 | 17   | F    | 5     | 125     | 12:15  | 14:30  | 0.59                |
| 3                 | 17   | F    | 5     | 90      | 11:30  | 14:30  | 0.81                |
| 4                 | 17   | F    | 5     | 40      | 11:00  | 14:50  | 0.55                |
| 5                 | 16   | F    | 5     | 65      | 13:15  | 16:00  | 0.83                |
| 6                 | 16   | F    | 4     | 115     | 09:00  | 15:10  | 0.58                |
| 7                 | 16   | F    | 4     | 130     | 12:10  | 15:20  | 0.59                |
| 8                 | 17   | F    | 4     | 120     | 12:00  | 15:25  | 0.56                |
| 9                 | 17   | F    | 4     | 80      | 12:30  | 15:25  | 0.82                |
| 10                | 16   | F    | 5     | 170     | 09:00  | 15:25  | 0.58                |
| 11                | 17   | F    | 5     | 78      | 13:00  | 15:30  | 1.04                |
| 12                | 17   | F    | 5     | 65      | 13:00  | 15:40  | 0.47                |
| 13                | 16   | F    | 4     | 100     | 13:00  | 16:05  | 1.01                |
| 14                | 15   | F    | 4     | 155     | 12:00  | 16:05  | 0.51                |
| 15                | 17   | F    | 4     | 125     | 08:00  | 16:05  | 0.77                |
| 16                | 16   | F    | 4     | 175     | 07:30  | 16:10  | 0.49                |
| 17                | 17   | F    | 4     | 65      | 07:30  | 16:10  | 0.79                |
| 18                | 16   | F    | 5     | 110     | 12:15  | 16:15  | 0.43                |
| 19                | 17   | F    | 5     | 130     | 11:00  | 16:10  | 0.61                |
| 20                | 16   | F    | 5     | 160     | 08:00  | 16:15  | 0.77                |
| 21                | 17   | F    | 6     | 120     | 13:00  | 16:15  | 0.53                |
| 22                | 17   | F    | 5     | 140     | 13:00  | 16:45  | 1.01                |
| 23                | 15   | F    | 5     | 130     | 13:25  | 16:45  | 0.49                |
| 24                | 17   | F    | 6     | 100     | 12:50  | 16:45  | 0.92                |
| 25                | 17   | F    | 5     | 70      | 08:00  | 16:25  | 0.74                |

Concentración de fluoruro en:

colección total de orina: 0.43 ppm

agua de consumo en los institutos: 0.20 ppm

INSTITUTO OFICIAL MIXTO DE EDUCACION BASICA DE CAMOTAN, CHIQUIMULA

| Número de Muestra | Edad | Sexo | Grado | Volumen | Hora 1 | Hora 2 | Concentración F/PPM |
|-------------------|------|------|-------|---------|--------|--------|---------------------|
| 1                 | 13   | F    | 2     | 175     | 05:15  | 10:20  | 0.26                |
| 2                 | 16   | M    | 3     | 65      | 06:00  | 08:30  | 0.33                |
| 3                 | 14   | F    | 2     | 175     | 06:00  | 10:25  | 0.23                |
| 4                 | 15   | M    | 3     | 75      | 04:30  | 08:35  | 0.30                |
| 5                 | 14   | F    | 2     | 80      | 06:00  | 10:30  | 0.03                |
| 6                 | 15   | M    | 2     | 150     | 06:00  | 10:15  | 0.25                |
| 7                 | 15   | M    | 2     | 180     | 06:00  | 10:20  | 0.32                |
| 8                 | 16   | F    | 3     | 15      | 05:00  | 10:40  | 0.34                |
| 9                 | 15   | M    | 1     | 80      | 06:00  | 08:30  | 0.23                |
| 10                | 15   | F    | 3     | 310     | 07:00  | 08:35  | 0.40                |
| 11                | 13   | M    | 2     | 115     | 06:00  | 10:20  | 0.28                |
| 12                | 16   | F    | 2     | 50      | 06:30  | 08:37  | 0.30                |
| 13                | 16   | M    | 3     | 180     | 06:30  | 08:40  | 0.36                |
| 14                | 15   | F    | 2     | 115     | 06:30  | 10:40  | 0.32                |
| 15                | 13   | M    | 1     | 75      | 06:00  | 08:45  | 0.28                |
| 16                | 15   | F    | 3     | 85      | 06:00  | 08:50  | 0.30                |
| 17                | 13   | M    | 1     | 40      | 06:30  | 08:42  | 0.31                |
| 18                | 15   | F    | 3     | 100     | 06:20  | 08:43  | 0.19                |
| 19                | 13   | M    | 1     | 55      | 07:00  | 08:45  | 0.25                |
| 20                | 16   | F    | 1     | 300     | 07:00  | 08:45  | 0.27                |
| 21                | 13   | M    | 1     | 80      | 06:00  | 08:50  | 0.41                |
| 22                | 14   | F    | 1     | 140     | 06:00  | 08:55  | 0.24                |
| 23                | 13   | F    | 1     | 40      | 06:30  | 08:50  | 0.41                |
| 24                | 13   | F    | 1     | 45      | 06:00  | 08:50  | 0.31                |
| 25                | 13   | F    | 1     | 80      | 06:00  | 08:45  | 0.25                |

Concentración de fluoruro en:

colección total de orina: 0.31 ppm

agua de consumo en los institutos: 0.10 ppm

COLEGIO PRIVADO DE EDUCACION BASICA "AMIGOS", ZACAPA

| Número de Muestra | Edad | Sexo | Grado | Volumen | Hora 1 | Hora 2 | Concentración F/PPM |
|-------------------|------|------|-------|---------|--------|--------|---------------------|
| 1                 | 15   | M    | 3     | 170     | 07:20  | 10:08  | 0.56                |
| 2                 | 16   | M    | 3     | 70      | 07:00  | 08:45  | 0.52                |
| 3                 | 16   | M    | 3     | 50      | 03:00  | 08:50  | 0.43                |
| 4                 | 16   | M    | 3     | 35      | 07:00  | 08:45  | 0.28                |
| 5                 | 16   | M    | 3     | 100     | 05:30  | 09:50  | 0.28                |
| 6                 | 15   | M    | 3     | 70      | 07:00  | 08:40  | 0.47                |
| 7                 | 17   | F    | 3     | 90      | 06:20  | 08:45  | 0.28                |
| 8                 | 16   | M    | 3     | 55      | 06:00  | 08:45  | 0.26                |
| 9                 | 16   | M    | 2     | 35      | 07:00  | 08:50  | 0.42                |
| 10                | 14   | M    | 2     | 90      | 06:00  | 08:50  | 0.47                |
| 11                | 13   | M    | 2     | 75      | 06:00  | 09:00  | 0.51                |
| 12                | 14   | F    | 2     | 60      | 06:00  | 09:00  | 0.56                |
| 13                | 13   | F    | 2     | 62      | 06:00  | 09:00  | 0.31                |
| 14                | 15   | F    | 2     | 30      | 06:30  | 09:00  | 0.22                |
| 15                | 15   | F    | 2     | 60      | 06:30  | 09:50  | 0.29                |
| 16                | 17   | F    | 1     | 90      | 06:30  | 10:00  | 0.35                |
| 17                | 17   | F    | 1     | 170     | 06:30  | 10:40  | 0.33                |
| 18                | 14   | F    | 1     | 130     | 06:00  | 09:10  | 0.49                |
| 19                | 14   | F    | 1     | 30      | 06:00  | 09:10  | 0.60                |
| 20                | 17   | M    | 1     | 135     | 06:00  | 10:50  | 0.35                |
| 21                | 14   | M    | 1     | 75      | 06:00  | 09:00  | 0.21                |
| 22                | 13   | M    | 1     | 172     | 06:30  | 10:35  | 0.38                |
| 23                | 13   | M    | 1     | 102     | 05:30  | 11:10  | 0.37                |
| 24                | 13   | M    | 1     | 30      | 04:00  | 09:10  | 0.58                |
| 25                | 15   | F    | 1     | 208     | 07:00  | 10:55  | 0.31                |

Concentración de fluoruro en:

colección total de orina: 0.23 ppm

agua de consumo en los institutos: 0.13 ppm

ESCUELA: INSTITUTO MIXTO DE EDUCACION BASICA POR COOPERATIVA DE HUIITE, ZACAPA

| Número de Muestra | Edad | Sexo | Grado | Volumen | Hora 1 | Hora 2 | Concentración F PPM |
|-------------------|------|------|-------|---------|--------|--------|---------------------|
| 1                 | 16   | M    | 1     | 35      | 11:30  | 14:20  | 0.46                |
| 2                 | 13   | M    | 1     | 95      | 10:00  | 14:20  | 0.38                |
| 3                 | 17   | M    | 1     | 70      | 10:20  | 14:50  | 0.42                |
| 4                 | 13   | M    | 1     | 15      | 10:00  | 14:25  | 0.49                |
| 5                 | 13   | M    | 1     | 18      | 06:00  | 14:15  | 0.38                |
| 6                 | 15   | M    | 1     | 12      | 06:30  | 14:15  | 0.41                |
| 7                 | 17   | M    | 1     | 80      | 11:00  | 15:45  | 0.40                |
| 8                 | 15   | M    | 1     | 15      | 07:30  | 14:20  | 0.40                |
| 9                 | 13   | M    | 1     | 30      | 12:00  | 14:40  | 0.40                |
| 10                | 13   | M    | 1     | 55      | 06:00  | 14:55  | 0.49                |
| 11                | 13   | M    | 1     | 30      | 13:00  | 14:30  | 0.52                |
| 12                | 17   | M    | 1     | 55      | 12:00  | 14:40  | 0.47                |
| 13                | 13   | M    | 1     | 60      | 06:00  | 14:55  | 0.50                |
| 14                | 13   | M    | 1     | 18      | 13:00  | 14:30  | 0.48                |
| 15                | 13   | M    | 1     | 233     | 12:00  | 14:40  | 0.32                |
| 16                | 15   | M    | 1     | 36      | 12:00  | 15:40  | 0.58                |
| 17                | 13   | M    | 1     | 26      | 10:00  | 14:50  | 0.50                |
| 18                | 13   | M    | 1     | 40      | 08:00  | 15:45  | 0.52                |
| 19                | 13   | M    | 1     | 115     | 07:00  | 15:00  | 0.49                |
| 20                | 14   | M    | 1     | 56      | 09:00  | 14:50  | 0.52                |
| 21                | 16   | M    | 1     | 55      | 07:00  | 14:50  | 0.51                |
| 22                | 15   | M    | 1     | 65      | 07:00  | 15:30  | 0.40                |
| 23                | 16   | M    | 1     | 35      | 07:00  | 14:30  | 0.42                |
| 24                | 13   | M    | 1     | 25      | 12:00  | 14:40  | 0.58                |
| 25                | 14   | M    | 1     | 32      | 12:00  | 14:55  | 0.61                |

Concentración de fluoruro en:

colección total de orina: 0.56 ppm

agua de consumo en los institutos: 0.34 ppm

ESCUELA: INSTITUTO DE EDUCACION BASICA POR COOPERATIVA, SANTA CRUZ, RIO HONDO

| Número de Muestra | Edad | Sexo | Grado | Volumen | Hora 1 | Hora 2 | Concentración F/PPM |
|-------------------|------|------|-------|---------|--------|--------|---------------------|
| 1                 | 17   | M    | 3     | 25      | 10:00  | 15:25  | 0.25                |
| 2                 | 14   | M    | 3     | 35      | 09:00  | 15:30  | 0.35                |
| 3                 | 17   | M    | 3     | 110     | 12:00  | 15:45  | 0.27                |
| 4                 | 17   | M    | 3     | 45      | 10:00  | 15:45  | 0.38                |
| 5                 | 17   | M    | 3     | 185     | 06:00  | 15:25  | 0.25                |
| 6                 | 15   | M    | 3     | 70      | 12:30  | 15:50  | 0.33                |
| 7                 | 15   | M    | 3     | 10      | 11:00  | 15:20  | 0.31                |
| 8                 | 15   | M    | 3     | 60      | 12:30  | 16:45  | 0.27                |
| 9                 | 15   | M    | 3     | 10      | 13:30  | 15:30  | 0.16                |
| 10                | 15   | M    | 3     | 112     | 10:00  | 16:10  | 0.17                |
| 11                | 15   | M    | 3     | 60      | 08:00  | 15:25  | 0.30                |
| 12                | 16   | M    | 3     | 80      | 11:00  | 15:28  | 0.16                |
| 13                | 15   | M    | 3     | 75      | 09:00  | 15:45  | 0.29                |
| 14                | 16   | F    | 3     | 160     | 12:30  | 16:20  | 0.15                |
| 15                | 15   | M    | 2     | 45      | 10:30  | 15:40  | 0.35                |
| 16                | 17   | M    | 1     | 65      | 09:00  | 16:10  | 0.20                |
| 17                | 17   | M    | 1     | 80      | 07:00  | 15:50  | 0.34                |
| 18                | 15   | F    | 3     | 40      | 08:00  | 15:30  | 0.33                |
| 19                | 13   | F    | 2     | 80      | 10:00  | 15:40  | 0.29                |
| 20                | 14   | F    | 2     | 65      | 09:00  | 15:25  | 0.32                |
| 21                | 13   | F    | 2     | 50      | 13:00  | 15:45  | 0.24                |
| 22                | 15   | M    | 2     | 72      | 12:30  | 15:50  | 0.23                |
| 23                | 14   | F    | 2     | 18      | 12:30  | 16:45  | 0.27                |
| 24                | 13   | F    | 2     | 75      | 11:00  | 15:45  | 0.28                |
| 25                | 14   | F    | 2     | 60      | 08:30  | 15:45  | 0.29                |

Concentración de fluoruro en:

colección total de orina: 0.30 ppm

agua de consumo en los institutos: 0.06 ppm

INSTITUTO PRIVADO MIXTO DE EDUCACION DIVERSIFICADA DE CIENCIAS COMERCIALES, SANARATE

| Número de Muestra | Edad | Sexo | Grado | Volumen | Primera Micción | Ultima Micción | Concentración F/PPM |
|-------------------|------|------|-------|---------|-----------------|----------------|---------------------|
| 1                 | 15   | M    | 3     | 60      | 12:00           | 15:22          | 0.39                |
| 2                 | 14   | M    | 3     | 54      | 10:00           | 15:24          | 0.42                |
| 3                 | 15   | M    | 3     | 94      | 09:30           | 15:15          | 1.27                |
| 4                 | 15   | M    | 3     | 50      | 12:30           | 14:00          | 1.44                |
| 5                 | 15   | M    | 3     | 88      | 12:30           | 15:17          | 1.23                |
| 6                 | 14   | M    | 3     | 60      | 11:30           | 14:07          | 0.54                |
| 7                 | 17   | M    | 3     | 70      | 08:00           | 15:22          | 1.02                |
| 8                 | 15   | M    | 3     | 76      | 12:30           | 15:20          | 0.97                |
| 9                 | 14   | M    | 3     | 30      | 12:00           | 14:05          | 1.43                |
| 10                | 15   | M    | 3     | 214     | 08:30           | 15:15          | 1.04                |
| 11                | 16   | M    | 3     | 94      | 12:30           | 13:55          | 0.29                |
| 12                | 14   | M    | 3     | 36      | 13:30           | 15:15          | 0.97                |
| 13                | 13   | M    | 3     | 82      | 08:00           | 15:18          | 1.23                |
| 14                | 14   | M    | 3     | 564     | 11:30           | 15:15          | 0.31                |
| 15                | 14   | M    | 3     | 86      | 12:00           | 16:23          | 0.99                |
| 16                | 14   | F    | 3     | 36      | 09:00           | 14:14          | 0.62                |
| 17                | 13   | M    | 2     | 30      | 11:00           | 14:07          | 1.29                |
| 18                | 14   | F    | 3     | 64      | 11:45           | 14:15          | 0.95                |
| 19                | 13   | F    | 3     | 100     | 08:00           | 14:02          | 1.04                |
| 20                | 15   | F    | 3     | 34      | 12:15           | 14:15          | 0.99                |
| 21                | 15   | F    | 3     | 70      | 12:50           | 15:20          | 0.93                |
| 22                | 15   | F    | 3     | 56      | 10:00           | 14:00          | 0.37                |
| 23                | 14   | F    | 3     | 30      | 13:15           | 14:07          | 0.59                |
| 24                | 15   | F    | 3     | 40      | 13:15           | 16:00          | 0.97                |
| 25                | 13   | F    | 3     | 68      | 13:00           | 15:15          | 0.48                |

Concentración de fluoruro en:

colección total de orina: 0.97 ppm

agua de consumo en los institutos: 0.37 ppm

INSTITUTO OFICIAL MIXTO DE EDUCACION BASICA PROF. ERNESTO ENRIQUE CHAVARRIA, SANARATE

| Número de Muestra | Edad | Sexo | Grado | Volumen | Primera Micción | Segunda Micción | Concentración FPPM |
|-------------------|------|------|-------|---------|-----------------|-----------------|--------------------|
| 1                 | 13   | M    | 2     | 50      | 09:00           | 10:13           | 0.81               |
| 2                 | 15   | F    | 3     | 106     | 07:00           | 10:16           | 0.44               |
| 3                 | 14   | F    | 3     | 74      | 09:00           | 10:17           | 0.54               |
| 4                 | 15   | F    | 2     | 120     | 07:00           | 10:12           | 0.43               |
| 5                 | 13   | F    | 2     | 88      | 07:30           | 10:45           | 0.33               |
| 6                 | 14   | F    | 2     | 94      | 06:30           | 10:16           | 0.94               |
| 7                 | 16   | F    | 2     | 32      | 07:20           | 10:15           | 1.17               |
| 8                 | 14   | F    | 3     | 176     | 05:30           | 10:13           | 0.29               |
| 9                 | 14   | F    | 3     | 166     | 07:00           | 10:29           | 0.27               |
| 10                | 14   | F    | 3     | 72      | 09:30           | 10:13           | 0.26               |
| 11                | 16   | F    | 3     | 78      | 06:30           | 10:30           | 0.60               |
| 12                | 14   | M    | 3     | 78      | 06:00           | 10:14           | 0.59               |
| 13                | 14   | M    | 2     | 76      | 06:00           | 10:17           | 0.60               |
| 14                | 14   | M    | 2     | 210     | 06:00           | 10:10           | 0.40               |
| 15                | 16   | F    | 3     | 42      | 09:30           | 10:13           | 1.21               |
| 16                | 16   | F    | 3     | 88      | 07:00           | 10:25           | 0.56               |
| 17                | 13   | M    | 2     | 270     | 06:20           | 10:08           | 0.43               |
| 18                | 14   | M    | 2     | 194     | 08:00           | 10:10           | 0.39               |
| 19                | 14   | M    | 2     | 246     | 06:00           | 10:00           | 0.56               |
| 20                | 15   | M    | 2     | 220     | 07:00           | 10:10           | 0.56               |
| 21                | 15   | F    | 3     | 130     | 06:30           | 10:00           | 1.29               |
| 22                | 16   | F    | 2     | 80      | 06:00           | 11:27           | 0.37               |
| 23                | 13   | F    | 2     | 64      | 06:10           | 10:45           | 0.38               |
| 24                | 14   | F    | 3     | 54      | 07:30           | 10:35           | 0.80               |
| 25                | 15   | F    | 2     | 140     | 06:30           | 10:29           | 0.55               |

Concentración de fluoxuro en:

colección total de orina: 0.79 ppm

agua de consumo en los institutos: 0.43 ppm

INST. OFICIAL MIXTO DE EDUC. BAS. EXPERIMENTAL CON ORIENTACION OCUPACIONAL, GUASTATOYA

| Número de Muestra | Edad | Sexo | Grado | Volumen | Primera Micción | Última Micción | Concentración F/ PPM |
|-------------------|------|------|-------|---------|-----------------|----------------|----------------------|
| 1                 | 16   | M    | 3     | 30      | 10:30           | 12:05          | 0.43                 |
| 2                 | 16   | M    | 3     | 54      | 07:10           | 12:02          | 0.38                 |
| 3                 | 16   | M    | 3     | 30      | 11:30           | 12:00          | 0.38                 |
| 4                 | 17   | M    | 3     | 110     | 07:30           | 12:11          | 0.41                 |
| 5                 | 16   | M    | 3     | 132     | 11:15           | 12:07          | 0.43                 |
| 6                 | 14   | M    | 3     | 30      | 11:30           | 12:00          | 0.41                 |
| 7                 | 15   | M    | 3     | 65      | 09:30           | 12:09          | 0.59                 |
| 8                 | 16   | M    | 3     | 74      | 10:30           | 12:17          | 0.57                 |
| 9                 | 14   | M    | 3     | 122     | 10:30           | 12:15          | 1.29                 |
| 10                | 15   | M    | 3     | 30      | 10:45           | 12:06          | 0.59                 |
| 11                | 15   | F    | 3     | 242     | 10:00           | 12:15          | 0.26                 |
| 12                | 14   | F    | 3     | 104     | 10:00           | 12:14          | 0.43                 |
| 13                | 15   | F    | 3     | 250     | 06:00           | 12:20          | 0.36                 |
| 14                | 13   | F    | 1     | 134     | 10:00           | 10:10          | 0.24                 |
| 15                | 13   | M    | 1     | 132     | 07:00           | 10:13          | 0.40                 |
| 16                | 13   | M    | 1     | 232     | 05:00           | 10:25          | 1.22                 |
| 17                | 13   | F    | 1     | 196     | 06:00           | 10:08          | 1.01                 |
| 18                | 13   | M    | 1     | 170     | 06:15           | 10:10          | 1.35                 |
| 19                | 13   | M    | 1     | 212     | 06:30           | 10:00          | 0.43                 |
| 20                | 13   | M    | 1     | 80      | 10:00           | 10:10          | 0.98                 |
| 21                | 13   | M    | 1     | 144     | 07:00           | 10:00          | 0.57                 |
| 22                | 14   | M    | 1     | 126     | 06:00           | 11:27          | 0.59                 |
| 23                | 14   | M    | 1     | 120     | 06:00           | 10:45          | 0.46                 |
| 24                | 13   | M    | 1     | 70      | 07:15           | 10:35          | 0.45                 |
| 25                | 16   | M    | 1     | 168     | 06:30           | 10:29          | 0.44                 |

Concentración de fluoruro en:

colección total de orina: 0.58 ppm

agua de consumo en los institutos: 0.18 ppm

INSTITUTO PRIVADO MIXTO "JUSTO RUFINO BARRIOS", PUERTO BARRIOS

| Número de<br>Muestra | Edad | Sexo | Grado | Volumen | Primera<br>Micción | Última<br>Micción | Concentración F<br>PPM |
|----------------------|------|------|-------|---------|--------------------|-------------------|------------------------|
| 1                    | 13   | M    | 1     | 132     | 06:00              | 09:20             | 0.36                   |
| 2                    | 13   | M    | 1     | 112     | 06:15              | 10:45             | 0.39                   |
| 3                    | 13   | M    | 1     | 112     | 06:30              | 09:20             | 0.30                   |
| 4                    | 13   | M    | 1     | 164     | 06:45              | 10:45             | 0.38                   |
| 5                    | 13   | M    | 1     | 144     | 06:00              | 09:20             | 0.62                   |
| 6                    | 14   | F    | 1     | 102     | 06:15              | 09:26             | 0.14                   |
| 7                    | 13   | F    | 1     | 63      | 06:20              | 06:25             | 0.43                   |
| 8                    | 14   | F    | 1     | 220     | 06:00              | 09:25             | 0.25                   |
| 9                    | 13   | F    | 1     | 30      | 06:30              | 09:25             | 0.18                   |
| 10                   | 14   | F    | 1     | 110     | 05:00              | 09:25             | 0.06                   |
| 11                   | 17   | F    | 2     | 128     | 06:15              | 09:27             | 0.20                   |
| 12                   | 14   | F    | 2     | 80      | 06:30              | 09:25             | 0.22                   |
| 13                   | 13   | F    | 2     | 74      | 06:00              | 09:26             | 0.28                   |
| 14                   | 13   | M    | 1     | 170     | 06:15              | 09:45             | 0.36                   |
| 15                   | 13   | M    | 1     | 120     | 06:15              | 09:30             | 0.28                   |
| 16                   | 15   | M    | 3     | 130     | 06:30              | 09:50             | 0.26                   |
| 17                   | 17   | M    | 3     | 142     | 04:15              | 08:10             | 0.32                   |
| 18                   | 13   | M    | 3     | 90      | 07:00              | 09:50             | 0.32                   |
| 19                   | 17   | M    | 3     | 71      | 06:30              | 09:50             | 0.32                   |
| 20                   | 13   | M    | 1     | 180     | 06:30              | 10:00             | 0.34                   |
| 21                   | 13   | M    | 1     | 46      | 09:00              | 10:00             | 0.78                   |
| 22                   | 13   | M    | 1     | 140     | 06:00              | 10:00             | 0.37                   |
| 23                   | 13   | M    | 1     | 90      | 07:15              | 10:25             | 0.34                   |
| 24                   | 13   | M    | 1     | 150     | 08:00              | 10:45             | 0.17                   |
| 25                   | 14   | F    | 2     | 130     | 06:00              | 10:35             | 0.11                   |

Concentración de fluoruro en:

colección total de orina: 0.31 ppm

agua de consumo en los institutos: 0.16 ppm

INSTITUTO PRIVADO MIXTO DE EDUCACION BASICA MAYA, PUERTO BARRIOS

| Número de Muestra | Edad | Sexo | Grado | Volumen | Primera Micción | Ultima Micción | Concentración FPPM |
|-------------------|------|------|-------|---------|-----------------|----------------|--------------------|
| 1                 | 13   | M    | 1     | 32      | 10:30           | 14:55          | 0.11               |
| 2                 | 13   | M    | 1     | 32      | 08:15           | 15:00          | 0.10               |
| 3                 | 13   | M    | 1     | 56      | 12:30           | 15:00          | 0.12               |
| 4                 | 13   | M    | 1     | 156     | 11:30           | 14:57          | 0.33               |
| 5                 | 13   | M    | 1     | 44      | 11:00           | 14:57          | 0.20               |
| 6                 | 14   | M    | 1     | 88      | 07:30           | 15:00          | 0.33               |
| 7                 | 13   | M    | 1     | 110     | 11:55           | 14:57          | 0.45               |
| 8                 | 13   | M    | 1     | 90      | 10:00           | 14:57          | 0.22               |
| 9                 | 13   | M    | 1     | 92      | 06:00           | 14:55          | 0.20               |
| 10                | 15   | M    | 1     | 90      | 11:00           | 14:55          | 0.30               |
| 11                | 15   | M    | 1     | 30      | 05:00           | 14:58          | 0.26               |
| 12                | 13   | M    | 1     | 52      | 11:45           | 15:00          | 0.38               |
| 13                | 13   | M    | 1     | 80      | 08:00           | 14:57          | 0.41               |
| 14                | 13   | M    | 1     | 64      | 08:00           | 14:57          | 0.41               |
| 15                | 14   | M    | 1     | 58      | 07:30           | 13:05          | 0.34               |
| 16                | 17   | F    | 1     | 118     | 07:00           | 14:57          | 0.47               |
| 17                | 13   | F    | 1     | 90      | 12:00           | 15:05          | 0.34               |
| 18                | 13   | F    | 1     | 130     | 12:00           | 15:05          | 0.36               |
| 19                | 13   | F    | 1     | 60      | 12:00           | 15:05          | 0.22               |
| 20                | 13   | F    | 1     | 20      | 11:00           | 15:05          | 0.31               |
| 21                | 13   | F    | 1     | 34      | 12:00           | 15:05          | 0.36               |
| 22                | 13   | F    | 1     | 40      | 07:00           | 15:05          | 0.31               |
| 23                | 13   | F    | 1     | 118     | 08:30           | 15:05          | 0.35               |
| 24                | 13   | F    | 1     | 46      | 08:30           | 15:05          | 0.27               |
| 25                | 13   | F    | 1     | 36      | 06:00           | 15:05          | 0.21               |

Concentración de fluoruro en:

colección total de orina: 0.33 ppm

agua de consumo en los institutos: 0.11 ppm

INSTITUTO PRIVADO MIXTO "JUSTO RUFINO BARRIOS", PUERTO BARRIOS

| Número de Muestra | Edad | Sexo | Grado | Volumen | Primera Micción | Ultima Micción | Concentración FPPM |
|-------------------|------|------|-------|---------|-----------------|----------------|--------------------|
| 1                 | 13   | M    | 2     | 186     | 06:30           | 08:55          | 0.29               |
| 2                 | 15   | M    | 1     | 150     | 05:30           | 08:50          | 0.60               |
| 3                 | 13   | M    | 1     | 280     | 06:30           | 10:55          | 0.42               |
| 4                 | 14   | M    | 2     | 156     | 05:30           | 08:50          | 0.32               |
| 5                 | 13   | M    | 2     | 340     | 05:50           | 11:35          | 0.34               |
| 6                 | 13   | M    | 2     | 112     | 05:45           | 08:55          | 0.37               |
| 7                 | 13   | M    | 2     | 194     | 06:35           | 08:55          | 0.23               |
| 8                 | 13   | M    | 2     | 142     | 05:30           | 11:30          | 0.32               |
| 9                 | 13   | M    | 2     | 250     | 06:30           | 11:00          | 0.23               |
| 10                | 13   | M    | 2     | 120     | 06:30           | 11:00          | 0.11               |
| 11                | 13   | M    | 1     | 120     | 06:15           | 09:50          | 0.22               |
| 12                | 13   | M    | 2     | 80      | 06:30           | 09:10          | 0.54               |
| 13                | 14   | M    | 2     | 160     | 05:20           | 09:00          | 0.22               |
| 14                | 14   | M    | 2     | 88      | 05:20           | 10:55          | 0.26               |
| 15                | 14   | M    | 1     | 250     | 05:10           | 09:00          | 0.28               |
| 16                | 14   | M    | 1     | 94      | 06:15           | 11:30          | 0.28               |
| 17                | 13   | M    | 1     | 246     | 06:00           | 10:20          | 0.26               |
| 18                | 13   | M    | 1     | 75      | 06:00           | 11:30          | 0.21               |
| 19                | 13   | M    | 1     | 360     | 06:00           | 11:30          | 0.24               |
| 20                | 13   | M    | 1     | 154     | 06:00           | 09:35          | 0.26               |
| 21                | 14   | M    | 3     | 114     | 06:30           | 10:10          | 0.24               |
| 22                | 14   | M    | 3     | 116     | 05:45           | 11:00          | 0.25               |
| 23                | 15   | M    | 3     | 190     | 06:10           | 11:00          | 0.23               |
| 24                | 15   | M    | 3     | 94      | 06:00           | 09:40          | 0.60               |
| 25                | 14   | M    | 3     | 125     | 06:30           | 09:55          | 0.34               |

Concentración de fluoruro en:

colección total de orina: 0.31 ppm

agua de consumo en los institutos: 0.16 ppm

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Alvarez, E.J. Sugerencias para el seguimiento y vigilancia en la fortificación de la sal con yodo y flúor. Trabajo presentado durante la Primera reunión de expertos sobre la fluoración y yodación de la sal de consumo humano. Antigua Guatemala, Guatemala, Nov. 17-21, 1986, pp. 238-246.
2. Alvarez Guerra, T., Z. Díaz Sosa, C. Barcelo y R. Cangas. Estudio preliminar de la excreción de flúor en orina en una población abastecida de agua fluorada. Rev. Cubana Hig Epidemiol, 27(1):81-86, 1989.
3. Ankerman, M. Determinación de la concentración de fluoruro en orina y saliva, en niños que recibieron una dosis óptima de fluoruro. (Informe Final de Tesis), Guatemala, Universidad de San Carlos Facultad de Odontología, 1991. pp. 2-14.
4. Armstrong, W.D., I. Gedalia, L. Singer, J.A. Weatherell y S.M. Weidmann. Distribución de los fluoruros en el organismo. En: Adler, P. Fluoruros y salud. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1972. pp. 85-106. (OMS, Monografía No. 59).
5. Borgarello, L. (de). Flúor. Rev Fac Odont UNC, 2(1-2):63-106, 1983.
6. Cjlebna-Sokol, D. Changes in fluoride levels in the blood serum and urine of children with morred enamel. Przahl Lek, 46(12):793-797, 1989. (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 fluoración. Medellín, Colombia, Universidad de Antioquia, Escuela Nacional de Salud Pública, 1978. pp. 1-46.
16. Gall, F. Diccionario geográfico de Guatemala, compilación crítica. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional, 1983. V.1. pp. 88-91.
17. Gedalia, I. Urinary fluoride levels of children and adults. J Dent Res, 37(4):601-604. 1958.
18. González Avila, M., C.E. Poméz, y R. Sánchez. Fluorosis dental en Guatemala: epidemiología 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 47:710. 1968.



23. Hodge, H.C., F.A. Smith e I. Gedalia. Excreción de flúor. En: Adler, P. Fluoruros y salud. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1972. pp. 143-219. (OMS, Monografía No. 59)
24. Katz, S., J. McDonald y G. Stookey. Odontología preventiva, fluoruros por vía general y prevención de caries. Buenos Aires, Médica Panamericana, 1975. pp. 215.
25. Largent, E.J. Excreción urinaria de fluoruro en los individuos poco expuestos. En: Adler, P. Fluoruros y Salud. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1972. pp. 151-156, (OMS, Monografía No. 59)
26. López B., M.A. Concentración de fluoruro en la orina de los escolares del nivel primario, inscritos en el año de 1993, en la región de salud nor-oriente, que comprende los departamentos de Zacapa, Chiquimula, Izabal y El Progreso. Tesis (Cirujano Dentista) Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Odontología. Guatemala 1993, pp.1-115
27. Marthaler, T. Aspectos cuantitativos del flúor en el cuerpo humano; ocurrencia e ingesta. (Resumen). trabajo presentado durante la Primera Reunión de expertos sobre la fluoración y yodación de la Sal de consumo humano. Antigua Guatemala, Guatemala, Nov. 17-21, 1986. 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, Department of Health, Education and Welfare, 1970. pp.196-206.
32. Mejía R., L.I. Determinación de la concentración real y la concentración óptima de fluoruro en el agua de consumo humano en el departamento de Chimaltenango. Tesis (Cirujano Dentista), Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología. 1988. 104-111.



33. Messer, H.H. y L. Singer. Flúor. Traducido (del inglés) por Manuel González. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología. Departamento de Educación Odontológica, 1988. pp. 1-8.
34. Newburn, E. Fluorides and dental caries. 2nd ed. Illinois, Charles C. Thomas, 1975. pp. 31-78.
35. Quiñonez A., E.A. Concentración de flúor en el agua de consumo humano del departamento de Izabal. Tesis (Cirujano Dentista), Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1985. pp. 32-67.
36. Sognaes, J. The physiology of fluoride. Int Dent J 12:2, 1962.
37. Sánchez, R.J. Relación entre la concentración de fluoruro en el agua de consumo y la excreción y concentración de fluoruro en orina en una muestra de escolares de las Fincas Bananeras del Municipio de Los Amates, Izabal. Tesis (Cirujano Dentista), Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Odontología, 1992. pp. 8-56.
38. 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.
39. Las enfermedades bucales y el flúor. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1992. pp. 1-5.
40. Smith, F.A., D.E. Gardner y H.C. Hodge. Investigations on the metabolism of fluoride. II. Fluoride content of blood and urine as a function of the fluoride in drinking water." J Dent Res, 29:596-600, 1950.
41. Smoot, R.C. y J. Price. Química; un curso moderno. México, Continental, 1979. pp. 203-204.
42. Stare, F. Effect of fluorides on bone reconstruction. Dent Abstracts, ADA, 13(4):1-3, 1968.
43. Suchinni P., C. Relación entre la concentración de fluoruro en el agua de consumo y la excreción y concentración de fluoruro en orina en una muestra de escolares de las Fincas Bananeras del Municipio de Los Amates, Izabal. Tesis (Cirujano Dentista), Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1992. pp. 8-56.
44. Whiltford, G. Control biológico de la sal fluorada. (Resumen), Trabajo presentado durante la Reunión de expertos sobre fluoración y yodación de la sal consumo humano. Realizada en Antigua Guatemala, Guatemala, Nov 17-21, 1986. pp. 133-155.




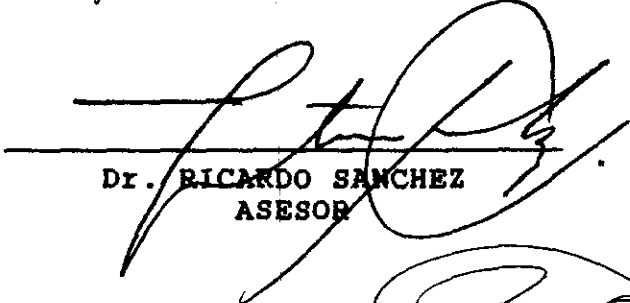
45. World Health Organization. Fluorine and fluorides.  
Geneva, WHO, 1984. pp. 37-45.
46. Wood, J.H., Ch.W. Keenan y W.B. Bull. Química general.  
Traducido [del inglés] por Juan Pacheco y José  
Doria. 2a. ed. Tennessee, Prensa Técnica, 1976.  
pp. 334-339.
47. Zipkin, I., R.C. Likins, F.J. McClure, y A.C. Streere.  
Urinary fluoride levels associated with use of  
fluoridates waters. Pub Health Rev, 71:767, 1956.
48. \_\_\_\_\_, W.A. Lee y N.C. Leone. Rate of urinary fluoride  
output in normal adults. Amer J Publ Health,  
47:848-851, 1957.

*Vo. Bo.*

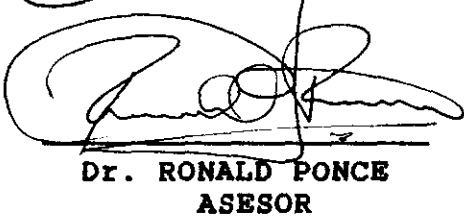
*Lde Estene*

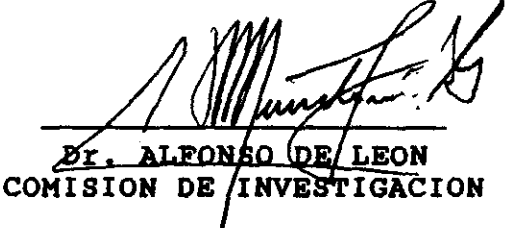



  
LUIS FERNANDO RAMOS MEJIA  
SUSTENTANTE

  
Dr. RICARDO SANCHEZ  
ASESOR

RLÉ  
Dr. RICARDO LEON  
ASESOR

  
Dr. RONALD PONCE  
ASESOR

  
Dr. ALFONSO DE LEON  
COMISION DE INVESTIGACION

  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
COMISION DE TESIS  
ERNESTO VILLAGRAN  
COMISION DE TESIS

IMPRIMASE:

  
Dr. MANUEL ANDRADE BOURDET  
SECRETARIO



PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

