

**CONCENTRACION DE FLUORURO EN ORINA DE
ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO DE
EDUCACION INSCRITOS EN EL AÑO 1994, EN
LA REGION DE SALUD NORTE QUE COMPRENDE
LOS DEPARTAMENTOS DE ALTA Y BAJA
VERAPAZ**

TESIS PRESENTADA POR

KARLA MARIA FORTUNY GONZALEZ

**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

CONCENTRACION DE FLUORURO EN ORINA DE
ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO DE
EDUCACION INSCRITOS EN EL AÑO 1984, EN
LA REGION DE SALUD NORTE QUE COMPRENDE
LOS DEPARTAMENTOS DE ALTA Y BAJA
VERAPAZ

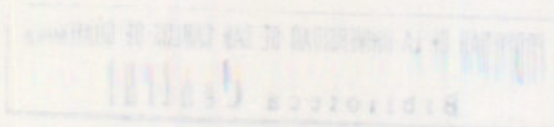
TESIS PRESENTADA POR

KARLA MARIA FORTUNY GONZALEZ

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

CIRUJANO DENTISTA

GUATEMALA, JUNIO DE 1984



DL
09
+(1037)

*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 Zavalá
Vocal Cuarto: Br. Jorge Alberto Tello Motta
Vocal Quinto: Br. Luis Arturo Orellana Valle
Secretario: Dr. Manuel Andrade Bourdet

*TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL
PUBLICO*

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

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A MIS PADRES

Lic. Fernando Fortuny López y Olga González de Fortuny, en reconocimiento a su amor y apoyo desde mis primeras letras, los amo.

A MIS HERMANOS

Renato, Ivonne, Luis y Patty con cariño.

A MI SOBRINA

María Alejandra con ternura.

A MI NOVIO

Julio Antonio Alburez G. con amor por su apoyo incondicional.

A MI FAMILIA

En general, en especial a mi abuelita María de González y a mi tía Rosa María Vda. de García.

A LAS FAMILIAS

Hasse Mayer, Santizo Alejos, Ramos Mejía con aprecio.

A LOS TECNO

Arturo Camposeco, José Hernández, José Molina, Luis Ramos por su amistad.

A MIS AMIGOS

Marta, Karla, Tatiana, Ingrid, Jessica, Osvaldo, Byron, Luis Carlos y Victor Hugo con cariño.

TESIS QUE DEDICO

A GUATEMALA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA

AL COLEGIO DE SEÑORITAS EL SAGRADO CORAZON

A LA CIUDAD DE TECPAN GUATEMALA

A HIS CATEDRATICOS

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR:

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

CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA DE LOS ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO DE EDUCACION, INSCRITOS EN EL AÑO 1994 EN LA REGION DE SALUD NORTE QUE COMPRENDE LOS DEPARTAMENTOS DE ALTA Y BAJA VERAPAZ

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

CIRUJANO DENTISTA

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

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

INDICE

	PAGINA
SUMARIO	1
INTRODUCCION	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
JUSTIFICACION	5
REVISION DE LITERATURA	7
OBJETIVOS	55
VARIABLES	57
METODOLOGIA	59
PRESENTACION Y DISCUSION	72
CONCLUSIONES	85
RECOMENDACIONES	97
LIMITACIONES	98
ANEXOS	99
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	109

SUMARIO

La presente investigación fue realizada en la Región de Salud Norte, con el objeto de determinar la concentración de fluoruro en orina de estudiantes del nivel medio de educación inscritos en el año 1994, comprendidos entre las edades de 13 a 17 años.

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

La muestra estuvo integrada por 150 alumnos de seis institutos de los departamentos de Alta Verapaz y Baja Verapaz; siendo 108 (72%) del sexo masculino y 42 (28%) del sexo femenino.

En cada instituto se recolectaron muestras de orina de 25 estudiantes, las cuales fueron analizadas 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 de fluoruro en orina de los estudiantes de la Región de Salud Norte estuvieron comprendidos entre 0.060 a 1.870 ppm, con una media de 0.42 ppm y una desviación estándar de 0.313 ppm., lo que indica una baja ingesta de fluoruros en esta región y hace necesario la implementación de un programa de fluoración 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. (40)

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 1993 se realizó un

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

En base a lo anteriormente expuesto, se realizó un estudio para estimar la concentración de fluoruro en la orina de estudiantes del nivel medio de educación inscritos en el ciclo escolar 1994, comprendidos entre las edades de 13-17 años en la República de Guatemala dividida por regiones de salud. Específicamente en el presente estudio se trabajó en la región de salud Norte que comprende los departamentos de Alta y Baja Verapaz.

Se seleccionó aleatoriamente los institutos (conglomerados) y en cada uno de ellos 25 estudiantes, haciendo una muestra total de 150 para cada región, de los cuales se obtuvieron muestras de orina que 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 la estimación de los niveles de ingesta de flúor en la población a través de la concentración de fluoruro en orina.

Por tal motivo en el año 1993 se realizó un estudio para determinar la concentración de fluoruro en orina de escolares comprendidos de 6-12 años a nivel Nacional. Debido a que el metabolismo de los fluoruros difiere en las distintas edades, el presente estudio se realizó con el propósito de dar respuesta a las siguientes interrogantes Cuál es la concentración de fluoruro en orina de los estudiantes del nivel medio de educación, comprendidos entre las edades de 13-17 años inscritos en 1994, en la región de salud Norte que comprende los departamentos de Alta y Baja Verapaz?, Cuál es la concentración de fluoruro en el agua de consumo de los institutos?, Cuál es la concentración de fluoruro en las colecciones totales de orina de los estudiantes del nivel medio de educación por instituto?.

3. JUSTIFICACION

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

Para la realización de estos programas es necesario hacer estudios base, para determinar la ingesta de fluoruro en la población, los cuales se pueden hacer analizando fluidos corporales como la orina, que es la más comúnmente utilizada por su 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 en los tejidos calcificados, es decir el estado de desarrollo del esqueleto. Longwell informó que los niños de 4 a 5 años excretan solo la mitad del fluoruro que eliminan los niños de 10 a 12 años.

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

Por lo que el presente estudio se realizó en los estudiantes

del nivel medio inscritos en el año escolar de 1994 en el área de salud Norte que comprende los departamentos de Alta y Baja Verapaz. 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, grados, y por sexo.

Los resultados obtenidos servirán como un indicador biológico de la ingesta del ion flúor, como un medio de control en los programas para poder modificar las dosis de fluoruro que se deberán aplicar en un programa de fluoruración sistémica.

Los estudios basales en diferentes grupos de edad, porque la edad es el factor que más fuertemente influye en la excreción de flúor en los tejidos calcificados, se basó el estado de desarrollo del sujeto. Longwell informó que los niños de 4 a 5 años excretan solo la mitad del fluoruro que excretan los niños de 10 a 12 años.

Bajo este marco de referencia en la Facultad de Odontología en 1983 se realizó un estudio que determinó la concentración de fluoruro en orina de escolares comprendidos entre los 8-12 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

REVISIÓN DE LITERATURA

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

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

Las enfermedades bucales, especialmente la caries dental y 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. (40)

Ante estos problemas la respuesta de la estomatología guatemalteca ha sido inadecuada e insuficiente, lo que refleja en

las magnitudes de los índices conocidos y su tendencia es a mantenerse o a incrementarse. Debido a las perspectivas anteriores, se hace evidente que la implementación de programas preventivos sería el único medio que permitiría la reducción de la prevalencia de estas enfermedades. (39)

El elemento más utilizado en la prevención de estas enfermedades es el ion flúor. (40)

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

El flúor es el elemento más reactivo de todos los elementos químicos, (41) su aspecto a temperatura ambiente es de un gas verde amarillento; su punto de fusión es de -218 C , su punto de ebullición corresponde a -188 C ; tiene una electronegatividad 4.0. Su número atómico es de 9 y su peso atómico corresponde a 19, (33); su densidad es de 1.14 gramos/cm cúbico. (47)

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

La molécula diatómica del flúor F_2 , es un agente oxidante más fuerte que cualquier otro elemento en su estado normal. El flúor mantiene reacciones de combustión del mismo modo que el oxígeno. La alta electronegatividad del átomo flúor a la par de

un fuerte poder de reacción química hace que el elemento flúor no se encuentre libre, por esta razón, el flúor es muy difundido en la naturaleza. (47)

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

La materia comercial del flúor, es el mineral fluorita, llamado también espatofluor o calcita (CaF_2 fluoruro de calcio). (47)

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, 36)

Tanto los fluoracetatos como los fluorfosfatos son acentuadamente

tóxicos. Los fluorocarbonos son muy inertes (en virtud de las uniones flúor-carbono), tienen baja toxicidad. Ninguno de los fluoruros orgánicos se emplea en fluoruración. (24)

EFECTO 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. (36)

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 haciendo 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 o 3% existe en forma iónica libre.

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

c) Efecto bacteriostático de flúor, solo se manifiesta con concentraciones mejores que las ideales. El flúor tiene efecto bactericida y bacteriostático sobre los estreptococos y, como es sabido el mutans es el principal formador de la placa (Sacarosa Dependiente). 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.

AIRE

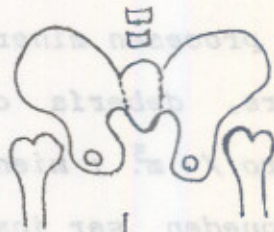
La ingesta puede ser por los pulmones (aire inspirado),
líquidos y sólidos. (35)

DEPOSICION

OSEA 45%

FLUORURO

PRE-ERUPTIVO



FLUORURO

INGERIDO



FLUORURO

POST-ERUPTIVO

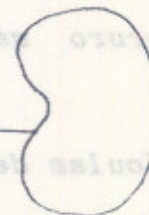
FLUORURO

POST-ERUPTIVO

EXCRESION

URINARIA

50%



EXCRESION

FECAL

5%

AGUA

La ingesta de fluoruro puede ser por los pulmones (aire inspirado), líquidos y sólidos. (35)

DEPOSICION

OSEA 45%

FLUORURO

PRE-ERUPTIVO

FLUORURO

INGERIDO

FLUORURO

POST-ERUPTIVO

EXCRESION

URINARIA

50%

EXCRESION

FECAL

5%

DISTRIBUCION DE LOS FLUORUROS

AIRE

Pueden encontrarse concentraciones inusuales de fluoruro en el aire, en localidades cercanas a fábricas que producen acero o aluminio, donde el fluoruro es utilizado en dichos procesos, o bien donde exploten y procesen minerales como criolita (Na_3AlF_6). Normalmente, el aire, debería contener aproximadamente 0.1 microgramos de fluoruro / m^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. (35)

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. (36)

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. (36)

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. (45)

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 pastillas que contienen 1 mg de F en forma de fluoruro sódico.

METABOLISMO GENERAL DEL FLUORURO

Si los comprimidos se ingieren con las comidas, la absorción del fluoruro es casi completa. Si bien depende de la composición del régimen alimenticio; así como entre comidas, la absorción es tan completa como en el caso del fluoruro sódico ingerido con el agua.

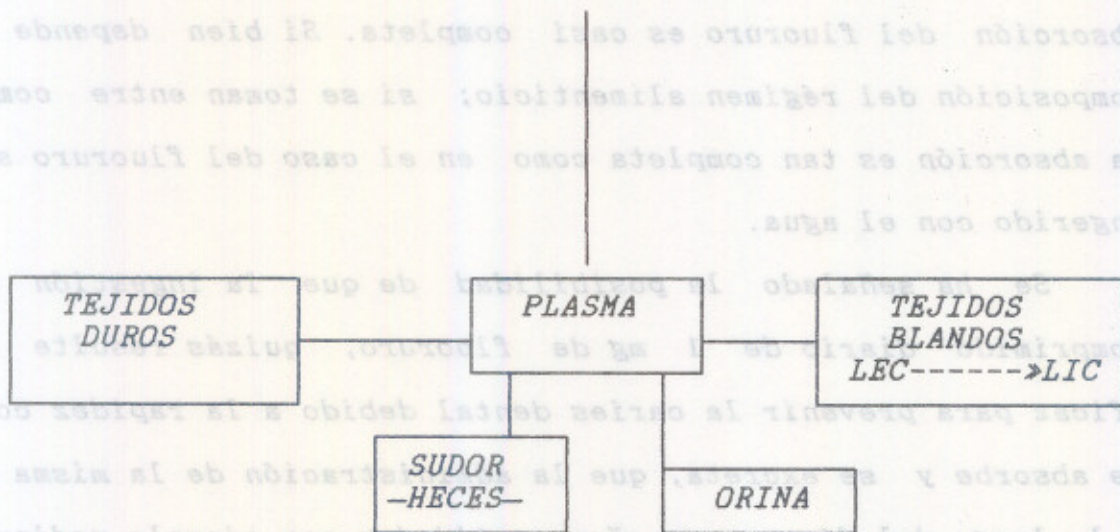


FIGURA 2. Metabolismo general del fluoruro. Los destinos finales del fluoruro absorbido en climas templados con su captura de los tejidos calcificados y excreción por la orina. La pérdida del fluoruro por el sudor puede ser una vía importante en los climas tropicales.

El metabolismo de los fluoruros se refiere a la 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. (45)

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. (36).

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. (35)

Sólo los estudios sobre el metabolismo humano proporcionan datos suficientes respecto a la proporción de fluoruros que se absorben en relación con la cantidad ingerida. (8)

Conviene recordar algunos aspectos generales:

- 1) Los fluoruros pueden proceder de fuentes orgánicas o inorgánicas.
- 2) Los compuestos inorgánicos de flúor se pueden clasificar en solubles, insolubles e inertes.

Los compuestos inorgánicos, en función de su solubilidad, liberan iones flúor que posteriormente son absorbidos. En relación con los efectos el flúor es importante indicar que solamente el ion 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 influenciada en primer lugar por la edad, ya que en los niños con tejidos duros en formación, puede haber una retención del 50% de la dosis diaria ingerida; en el adulto sólo se retendrá de 2 al 10%, mientras que en la vejez, en base a estudios realizados al incremento de la fijación del fluoruro, contrarrestaría la osteoporosis senil. (37, 42)

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 leche, la saliva y la transpiración, pudiendo llegar esta última a cantidades apreciables en épocas y zonas calurosas.

Otro factor que hace variar la absorción del flúor, es la presencia de calcio (el cual precipita en forma de fluoruro de calcio), cuya solubilidad, disminuye sensiblemente la presencia de iones flúor libres. Esta acción bloqueadora de calcio, fue demostrada experimentalmente por Sognes y colaboradores (36), quienes observaron que al suministrar flúor con agua destilada, se obtenía una absorción del 90% mientras que, si se le agregaba una pequeña porción de cloruro de calcio, la absorción descendía al 25%.

Más del 95% de la absorción del flúor ingerido ocurre a través de la mucosa gastrointestinal, ganando acceso a los fluidos y tejidos del cuerpo humano. La absorción también puede ocurrir a través de la mucosa bucal, particularmente de soluciones acidificadas, pero la tasa es muy baja comparada con la absorción gastrointestinal. (5, 33, 35, 45)

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. (36, 45)

Este proceso es influenciado por el pH del medio, y si éste es menor de 3 la mayor cantidad de flúor está en forma de HF

La absorción de los fluoruros disueltos en el agua potable cuyas moléculas, por ser de volumen mas pequeño que el ion flúor, se difunden mas rápidamente; por esto al ser el pH del estómago de 1 a 3, llega a una rápida penetración y absorción directamente desde este órgano. (5)

Estudios realizados en animales de laboratorio han demostrado que la tasa de absorción de los fluoruros a partir del estómago es mayor cuando la acidez de su contenido alcanza el punto máximo. Este hallazgo sugiere que la difusión del ácido débil, ácido fluorhídrico (HF; $pka=3.4$), es el mecanismo subyacente de la absorción. Por lo tanto, la magnitud y el tiempo que toman los fluoruros para alcanzar su punto máximo en el plasma, están inversamente relacionados con el pH del contenido gástrico. (44)

Se ha demostrado que:

- 1) Existe una relación directa entre la velocidad de la difusión y el área de la pared intestinal a través de la

que tiene lugar éste proceso.

- 2) Que los tóxicos enzimáticos (ejemplo cianuro sódico, yodoacetato sódico o 2.4-dinitrofenol) no alteran la difusión de adentro hacia afuera de las distintas partes del intestino.

- 3) Las variaciones de la temperatura entre 30 y 37 grados centígrados no ejercen influencia alguna en la difusión del ion fluoruro a través del intestino.

Estas observaciones indican que los iones flúor se absorben por un proceso de difusión normal a través de la pared gastrointestinal. (36)

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

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

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

Tanto los compuestos del flúor que se encuentran naturalmente en el agua como los que añaden a la de abastecimiento público (NaF , Na_2SiF_6 , HF , $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$) con el objeto de aumentar hasta un ppm la concentración de flúor, libera iones de flúor que son absorbidos casi totalmente en el conducto gastrointestinal. (8)

Todas las bebidas contienen, como es lógico, los iones de flúor presentes en el agua utilizada para su preparación. Este fluoruro se absorbe en la misma medida que el contenido en el agua. Tampoco existe diferencia alguna entre el agua corriente y

las aguas minerales y los vinos (que pueden contener hasta 10 ppm y 6 ppm de F, respectivamente) en lo que se refiere a la absorción de iones flúor.

La absorción de los fluoruros presentes en la leche y en el té se han utilizado 18 F y concentraciones de F de 1 y 4 ppm ha sido reportado. (9, 37) 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 solubles añadidos a los alimentos es un 20% menor. (8)

LUGAR DE LA ABSORCION

Los trabajos con el ^{18}F realizados en el hombre y en los animales domésticos hacen pensar que la absorción de los fluoruros se efectúa en el estómago y porciones del intestino delgado, a juzgar por la rápida aparición de éstos en la sangre.

Los experimentos in vitro han demostrado el paso del ion fluoruro a través de la pared gástrica como el conducto intestinal.

Según estudios realizados por Stookey, Crane y Muhler, en animales, el fluoruro se absorbe en la totalidad del conducto gastrointestinal, y posiblemente en el hombre suceda lo mismo.

El fluoruro se absorbe rápidamente y se excreta al poco tiempo por la orina, donde en las 12 horas siguientes a la ingestión, puede encontrarse por lo menos el 75% de fluoruro. (8, 36)

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.

(45)

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 (41). 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. (45)

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

Tal como se indicó anteriormente, la ingesta es sólo un aspecto de ese asunto. Los niveles de flúor en el plasma, orina y tejidos, también son influenciados por los aspectos cuantitativos del metabolismo de los fluoruros en cada individuo, al grado de que ellos pueden no estar directamente relacionados con la ingesta de los fluoruros. (45)

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. (45) 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. (45)

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. (45)

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. (45)

El fluoruro posee una notable afinidad por los tejidos duros y se encuentran en todas las muestras de huesos y dientes analizados. Posiblemente esto se deba a que no existe alimento alguno ni agua natural que no contenga fluoruros, aunque sea en forma de iones. ESTOMAGO. INTESTINO DELGADO. RINONES. CORAZON. HUESOS. HIGADO. MUSCULOS.

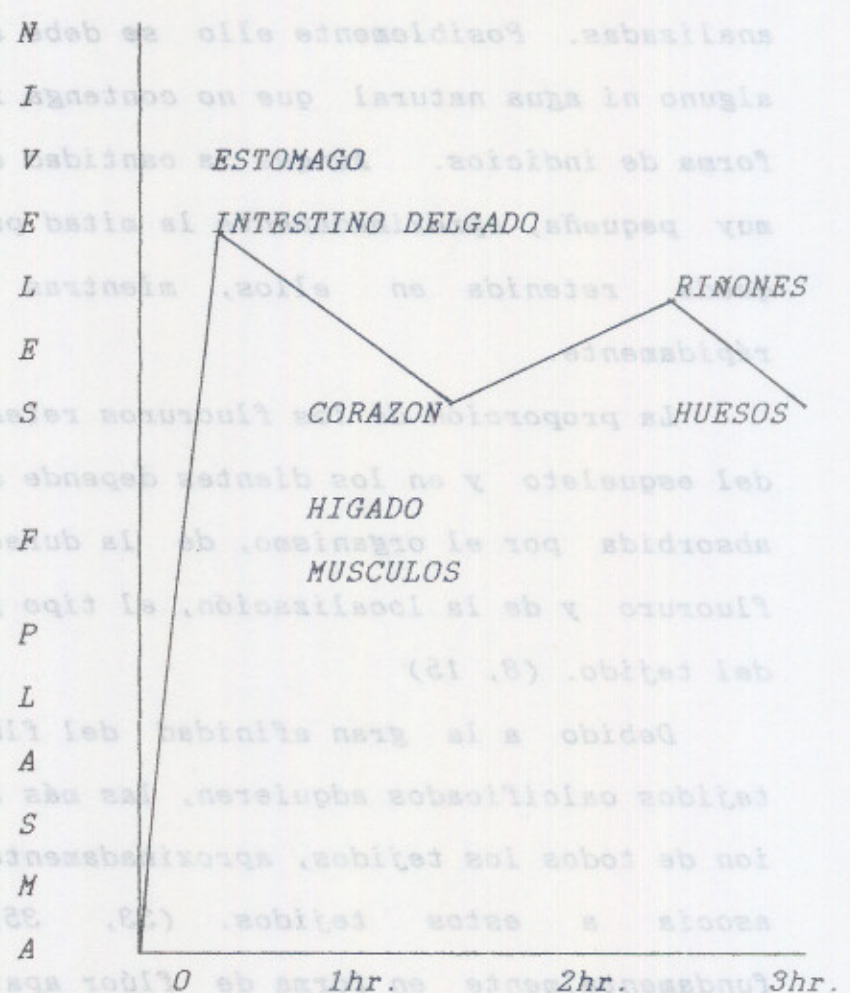


FIGURA 3. Cambios de las concentraciones de fluoruro en plasma después de la ingesta de pequeñas cantidades del ión. Se muestran los tejidos principales que determinan el curso. Las concentraciones no son indicadas; dependerán del tamaño de las dosis. El punto más alto usualmente se alcanza entre 30 y 60 minutos.

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

La proporción de los fluoruros retenida en diferentes partes del esqueleto y en los dientes depende de la cantidad ingerida y absorbida por el organismo, de la duración de la exposición al fluoruro y de la localización, el tipo y la actividad metabólica del tejido. (8, 15)

Debido a la gran afinidad del flúor por la apatita, los tejidos calcificados adquieren, las más altas concentraciones del ion de todos los tejidos, aproximadamente el 99% del ion flúor se asocia a estos tejidos. (33, 35) En ellos existe fundamentalmente en forma de flúor apatita ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$). En esta fase está grandemente unida a los minerales pero no es irreversible.

En los tejidos calcificados, la concentración de fluoruro va en disminución en este orden: cemento, hueso, dentina y esmalte.

Los tejidos calcificados, normales o ectópicos, tienden a fijar fluoruro, existiendo una relación lineal entre el contenido de fluoruro del esqueleto humano y aguas potables. Esto se debe, a que la mayor parte del fluoruro que se ingiere proviene del

agua, aunque esta aportación puede variar. El fluoruro se fija en la matriz cristalina mineral de los huesos y dientes y posiblemente también en la superficie de los cristales. (8)

El factor que más fuertemente influencia la toma de flúor por los tejidos calcificados es la edad de las personas, es decir el estado de desarrollo del esqueleto. (45, 49). 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. (49) 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 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, 49)

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

EXCRECION DE FLUORURO EN LOS INDIVIDUOS CONSTANTEMENTE EXPUESTOS

Relación entre la concentración urinaria y la ingestión. En el hombre, la concentración de fluoruro depende en gran parte de la concentración de éste en el agua potable, ambas son equivalentes.

La concentración urinaria de fluoruro en los habitantes de las poblaciones que consumen agua rica en flúor varía entre amplios límites. En una colectividad abastecida con agua fluorada a razón de 1 ppm, la concentración urinaria normal oscila entre 0.5 y 1.5 ppm (8) Estudios realizados por Zipkin, Likins, McClure y Steere, (47) 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 (41) se estudiaron dos poblaciones con contenidos de flúor en el agua de consumo de 0.06 ppm y 1.0-1.36 ppm respectivamente. Se observó que, a medida que la concentración de flúor aumentó de 0.06 a 1.36 ppm (veinte veces más), la concentración urinaria media aumentó de 0.06 a 1.12 ppm (diecinueve veces más).

Las personas que han residido mucho tiempo en poblaciones que consumen agua fluorada y en las que se llega probablemente a un balance equilibrado de fluoruro, acaban por excretar una cantidad diaria de flúor prácticamente igual a la que ingieren. Cierta proporción de la cantidad diaria ingerida se almacena en los huesos, pero esta retención queda compensada por el flúor movilizado de los depósitos del esqueleto.

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

Los alimentos aportan casi la mitad de la ingesta hídrica total y, salvo en casos de intensa sudoración, casi la mitad del agua ingerida se pierde insensiblemente por los pulmones. Así pues, el hecho de que las concentraciones del fluoruro en el agua

y en la orina coincidan, refleja la relación normal entre el consumo de agua potable y la excreción urinaria que tiene lugar en un estado de equilibrio de fluoruro. (8)

VARIACIONES INDIVIDUALES

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

También los hábitos del individuo son importantes; por ejemplo: si una persona bebe mucho té o consume con frecuencia algún otro alimento con alto contenido de flúor, excretará más fluoruro que otra persona que no consuma dichos alimentos sino por ejemplo, agua poco fluorada. (8, 33, 45)

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 (50) realizaron un

estudio, donde se determinaron valores de excreción de flúor en adultos normales:

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

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

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

Hennon, Stookey, Muhller (22) colectaron muestras de orina y sangre de adultos jóvenes luego de haber ingerido 1.0 mg de fluoruro de sodio (NaF) en tabletas vitamínicas. La concentración de fluoruro en la orina, aumentó significativamente durante la primera hora (2.5 ppm), alcanzó un máximo en término de 2 horas (2.56 ppm) y se mantuvo constante por un período aproximadamente

de 3 a 6 horas luego de lo cual la concentración regresó al nivel de control (0.73 ppm-0.91 ppm).

En los individuos poco expuestos al fluoruro y los que se les administra una dosis única, la mitad aproximadamente se excreta por la orina en las 24 horas siguientes y la otra mitad se deposita en el sistema óseo.

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

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

agua fluorada antes de la fluoración con 1ppm de flúor), durante el período inicial de exposición a agua fluorada, sugiere que la madurez del tejido óseo humano, influye en su capacidad para retener fluoruro." (49)

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. (45)

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 μM entonces la cantidad filtrada sería de 125 nanomoles por minuto.

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

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

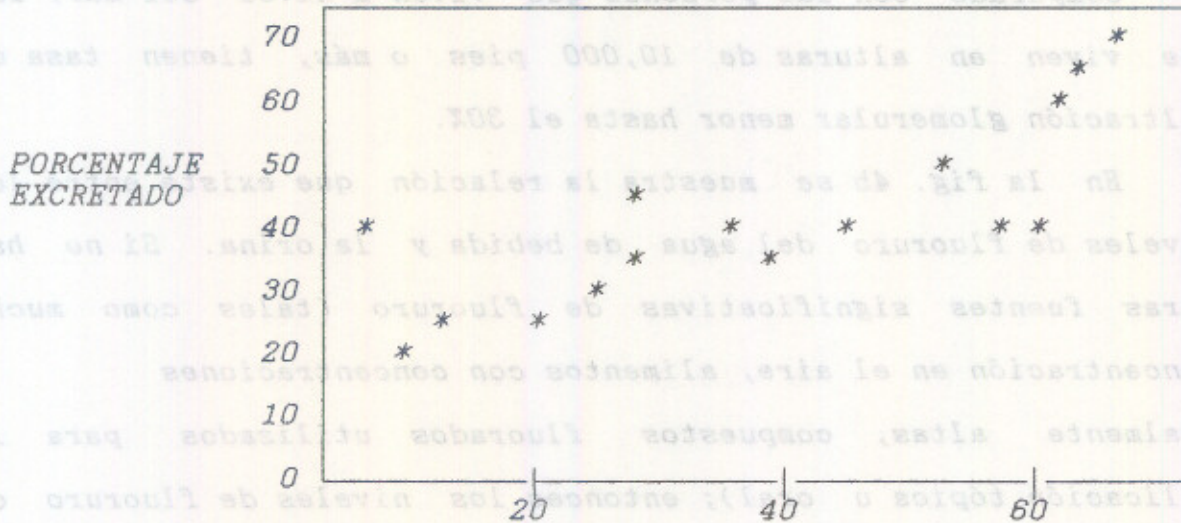
Comparado con las personas que viven a nivel del mar, las que viven en alturas de 10,000 pies o más, tienen tasa de filtración glomerular menor hasta el 30%.

En la fig. 4b se muestra la relación que existe entre los niveles de fluoruro del agua de bebida y la orina. Si no hay otras fuentes significativas de fluoruro (tales como mucha concentración en el aire, alimentos con concentraciones realmente altas, compuestos fluorados utilizados para la aplicación tópica u oral); entonces los niveles de fluoruro de los dos fluidos son similares en la población. Las concentraciones de fluoruro en muestras de orina individuales pueden ser o no similares al nivel de fluoruro en el agua. Más aun, la similitud entre una población no es evidente cuando la concentración en el agua cae por abajo de 0.5 ppm por que la concentración en la orina no tiende a caer en forma proporcional. Eso probablemente se debe a la ingestión de fluoruro en alimentos sólidos.

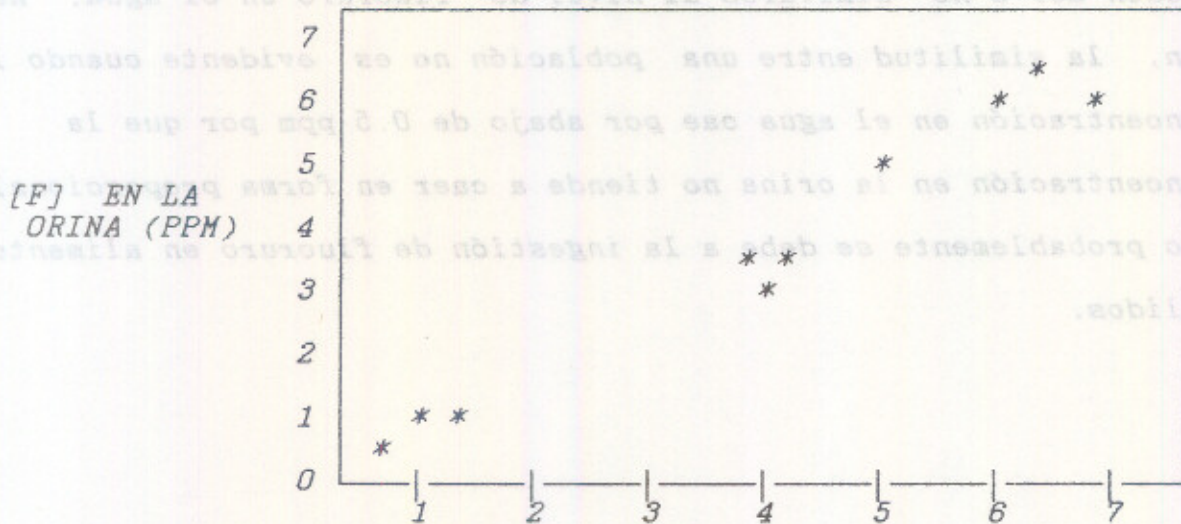


Figura 4. [R] EN EL AGUA (PPM) (199)

**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. (45)

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

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

parece no ofrecer ventajas adicionales.

Las unidades de concentración más usadas son las de partes por millon (ppm) o micromoles por litro ($\mu\text{M}/\text{l}$). La primera unidad es igual al número de miligramos de fluoruro por litro de orina. Este es el caso ya que la densidad de la orina es para propósitos prácticos, la misma que la del agua, de manera que la masa de un litro de orina es de 1.00 Kg o sea un millon de mgs. El peso atómico del flúor es 19, de manera que 1.0 mg contiene 0.0526 milimoles o sea 52.6 micromoles. Por lo tanto, una concentración urinaria de flúor de 1.0 ppm es equivalente a 52.6 micromoles. Una concentración de 1.0 μM es equivalente a 0.019 ppm (45).

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, presenta 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 DE SALUD II DE GUATEMALA

CARACTERISTICAS FISICAS Y DEMOGRAFICAS

La región norte comprende los departamentos de Alta y Baja Verapaz; colinda al norte con el departamento de El Petén y la República de México; al sur con los departamentos de Guatemala, El progreso y Zacapa y al oeste con el Quiché.

Su extensión territorial es de 11,810 Km (10.45% del total del país), se agrupan en este espacio geográfico, 23 municipios. El departamento de Alta Verapaz es el de mayor extensión con 8,686 Km, Baja Verapaz cuenta con 3,124 Km. Fisiográficamente posee tierras altas volcánicas, cristalinas y sedimentarias, y la depresión de Izabal. Su elevación varía de 940 a 1,313 metros sobre el nivel del mar.

La población total para 1990 era de 753,323 (8.19% de la población de la república), con una densidad promedio de 64 h/Km (84 h/Km a nivel nacional). Por departamentos, Alta Verapaz tiene 493,756 habitantes y Baja Verapaz 259,567 con una densidad de 57 y 83 h/Km respectivamente.

La población es predominantemente rural (370,026 habitantes; 84%) mientras que la urbana apenas alcanza los 70,584 habitantes (16%). Esta situación determina una fuerte dispersión de la población, que en su mayoría ocupa los llamados lugares poblados (caserío, cantón, paraje). De ambos departamentos, el más

ruralizado es Baja Verapaz, con 81% de población rural.

La región posee un alto porcentaje de población indígena, en su mayoría monolingüe (80%), hablante de achí, cakchiquel, pocomchí y kekchí.

El 51% de la población total corresponde al sexo masculino y el 49% al femenino, por lo que se estima que para 1990 hay 104 hombres por cada 100 mujeres.

La población menor de 5 años constituye el 19% del total y la menor de 15 años representa el 52%. El grupo adolescente de 10 a 19 años representa el 24%, mientras que la población anciana sólo representa el 5%. Esta distribución etárea hace que la región norte, al igual que las demás regiones del país, conforme una pirámide de base ancha.

ASPECTOS SOCIOECONOMICOS

La base económica de la región esta constituida por la producción de granos básicos, café, cardamomo, madera, ganado y algunos productos artesanales; bienes que exporta al exterior del país o a otras regiones. Mantiene estrechas relaciones comerciales con el Rancho, Guastatoya, Zacapa y Puerto Barrios.

La población económicamente activa (PEA) para 1989 era de 228,909 (58% de la nacional, de los cuales solamente 38% (87,679) se encontraba en calidad de ocupados y el restante 62% (95,229), desocupados o parcialmente ocupados.

En 1990, la región norte contribuyó con Q609.7 millones al Producto Interno Bruto (3.1% del PIB nacional), lo que la coloca en el quinto lugar en materia de producción. Esta proviene,

mayormente de los sectores agrícola (47%) y comercial (18%), y de la prestación de servicios públicos y privados (13%); el sector industrial está poco desarrollado.

El ingreso per cápita de los trabajadores es de Q834.30; la renta anual global de los dueños de los medios de producción alcanzó para 1989 los Q354.8 millones. El bajo ingreso económico de la mayoría de la población se traduce en imposibilidad de acceso a la canasta básica, vivienda, vestuario, recreación, educación, etc. Esto se refleja en la situación de pobreza y de éstas el 75%, en extrema pobreza.

La población crece a ritmo relativamente bajo (1.7% de crecimiento vegetativo); posee una alta dinámica de migración principalmente a los departamentos de El Petén, Guatemala, Izabal y Escuintla. Sin embargo, la migración se da principalmente interno de Baja Verapaz a Alta Verapaz; la causa básica de este movimiento es de índole económico, las personas buscan otras regiones que oferten ocupaciones mejor remuneradas y, a veces cambian su actividad agrícola por la de obreros no calificados de servicio.

La región tiene un alto grado de analfabetismo (73%), incrementado en 5% de 1989 a la fecha; éste se da principalmente en el sexo femenino y en la población rural.

Existe un serio déficit de infraestructura en educación: 186 aulas a nivel preprimario y 50 a nivel primario; por otra parte, únicamente el 37% de la población en edad escolar está matriculado; 19% estudia los tres primeros años primarios y sólo

y sólo el 10% concluye la escuela primaria.

El déficit habitacional también es importante, se estimó en 77,300 viviendas y se refiere básicamente a aspectos cualitativos ya que la mayoría de la población, sobre todo la rural, vive en ranchos de uno o dos cuartos, con cocina incorporada y piso de tierra.

EPIDEMIOLOGIA DE LAS ENFERMEDADES Y TRANSTORNOS DEL APARATO ESTOMATOGNATICO DE LOS ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO DE EDUCACION, DE LA REGION DE SALUD NORTE

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

2. Aproximadamente un tercio de los estudiantes manifiestaron participar en su escuela en programas de limpieza de los dientes y cerca de tres tercios ha recibido escasa e ineficiente educación en salud bucal y el 35.8% afirman participar en programas de aplicación de flúor; estos datos deben observarse con cautela debido a que los escolares que respondieron afirmativamente a estas preguntas no pudieron explicar técnica de

cepillado, en que consiste profilaxis dental y las aplicaciones de flúor.

3. Un poco menos de un tercio de los estudiantes refieren haber sido atendidos en el último año por el odontólogo. La mayoría de ellos por dolor. La mayor atención es proporcionada por el dentista, aunque este dato debe ser cuestionado debido a que posiblemente los escolares ignoran que pueden ser atendidos por una persona no profesional. La mitad de los estudiantes manifiestan que la principal razón por la que no han buscado atención odontológica es: por no saber; el resto de los escolares manifiestan que no han buscado por no tener nada malo y en menor proporción porque no los han llevado sus padres y por miedo al dentista. El 53.3% de los estudiantes afirman que tiene problemas bucales, la totalidad señalan que los tienen en los dientes.

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

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

6. Los estudiantes de la región norte de Guatemala mantienen pobres condiciones de higiene bucal.

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

8. El 68.3% de los estudiantes presentan cálculos dentarios. La totalidad de los estudiantes presentan signos de gingivitis. El 73.3% de los estudiantes presenta alguna forma de periodontitis.
9. La mayoría de los estudiantes presenta un patrón de maloclusión Clase I, seguido por maloclusión Clase II y por último maloclusión Clase III, según la clasificación de Angle.
10. Se detectó que un 80.8% necesita servicio odontológico de emergencia; sin embargo, presentan lesiones de caries dental. El 1.7% tiene necesidad de atención inmediata actualmente, debido a que en su mayoría presentan piezas dentarias con lesiones profundas de caries dental que producen dolor.
11. La prevalencia y experiencia de caries dental en la región Norte de Guatemala es alta. Se observaron condiciones similares en cuanto a la experiencia de caries dental entre ambos sexos y edades.
12. La gravedad del problema de la caries dental puede deberse a: analfabetismo, excesivo consumo de azúcar, desconocimiento de medidas educativas y preventivas en salud bucal, deficiencia de cobertura de los servicios de salud, condición económica baja.
13. Se encontró evidencia clínica de fluorosis dental en la Aldea El Progreso del Municipio de San Miguel Chicaj, Departamento de Baja Verapaz, en donde 10 de 20 alumnos presentaron signos de fluorosis.

MAPA SEÑALANDO LA REGION

OBJETIVOS

2.1 GENERAL:

Determinar la concentración de fuero en la zona de los estudiantes de nivel medio de educación, inscritos en el año de 1984, de la república de Guatemala en las diferentes regiones de

Determinar la concentración de fuero en la zona de los estudiantes de nivel medio de educación, inscritos en el año de 1984, en la zona de la zona norte que comprende los departamentos de Alta y Baja Verapaz



2.2 ESPECIFICOS:

Determinar la concentración de fuero en la zona de los estudiantes de nivel medio de educación, por sexo.

Determinar la concentración de fuero en la zona de los estudiantes de nivel medio de educación, por

edad.

54.a

5. OBJETIVOS

5.1 GENERAL:

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

Determinar la concentración de fluoruro en la orina de los estudiantes del nivel medio de educación, inscritos en el año de 1994, en la región de salud norte que comprende los departamentos de Alta y Baja Verapaz.

5.2 ESPECIFICOS:

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

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

54

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

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

5.3 COLATERALES:

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

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

6. VARIABLES

6.1. CONCENTRACION 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 norte que comprende los departamentos de Alta y Baja Verapaz.

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 CONCENTRACION DE FLUORURO EN EL AGUA DE CONSUMO

Es la cantidad del ion flúor medida en partes por millón (ppm), en el agua de consumo de los institutos del nivel medio de la región de salud norte que comprende los departamentos de Alta y Baja Verapaz.

6.2.1. Indicador de la variable de concentración de fluoruro del agua de consumo.

Cantidad de fluoruro en el agua de consumo de los institutos, expresada en partes por millón (ppm) o miligramos/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 CONCENTRACION DE FLUORURO EN LAS COLECCIONES TOTALES DE ORINA

Es la cantidad del ion fluor medida en partes por millón (ppm), en las colecciones totales de orina de los estudiantes del nivel medio de educación de la región de salud norte que comprende los departamentos de Alta y Baja Verapaz, por instituto.

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

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

7. METODOLOGIA

7.1 Población:

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

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 norte que comprende los departamentos de Alta y Baja Verapaz.

El procedimiento fue el siguiente:

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

En donde :

n = tamaño de la muestra.

Nc = 1.96.

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

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

Var = Varianza del nivel de concentración del fluoruro en orina. Estimada a partir de una desviación estandar de 0.18 mg/litro, de los resultados de un estudio sobre fluoruria realizado en escolares de educación primaria de Los Amates, Izabal .(38, 44)

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

N = 322,644 alumnos inscritos en los institutos de nivel medio de la República de Guatemala en el año de 1994.¹

ED = Efecto de diseño por utilizar muestreo por

¹ Anuario estadístico 1992. Ministerio de Educación, Guatemala C.A.

conglomerados. Para el presente estudio se ha decidido utilizar

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

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

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 norte del año de 1994, con sus respectivas matrículas.

Se definió $K=25$. Este número se eligió en base a que se considero un número adecuado de estudiantes para ser controlados por el investigador.

Se calculó el número de conglomerados "m" a incluir en la muestra, $m=n/k$, $=150/25$, $m=6$ conglomerados.

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

REGION DE SALUD NORTE

ALTA VERAPAZ

07 COBAN Instituto Básico Oficial Mixto de Educación Básica

EMILIO ROSALES PONCE

3 Avenida 6-22 Zona 4

18 TUCURU Instituto Mixto de Educación Básica por cooperativa
de enseñanza

43 COBAN Instituto Privado Mixto de Educación Básica
6 Avenida 1-15 Zona 4

BAJA VERAPAZ

21 SAN MIGUEL CHICAJ Instituto Mixto de Educación por
Cooperativa de Enseñanza
Calzada 15 de Septiembre

09 SALAMA Instituto Mixto de Educación Básica por Cooperativa
de Enseñanza

22 SAN JERONIMO Instituto Mixto de Educación Básica por
Cooperativa de Enseñanza

7.2.3.2 Segunda etapa de selección: para llevar a cabo

esta etapa, se solicitó a los directores 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 realizaron sesiones de trabajo con el objeto de calibrar a todos en las técnicas de recolección de las mismas.

La comisión encargada de analizar las muestras de orina en el Laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Ciencias Químicas de Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala realizó prácticas con los asesores para conocer y manejar la metodología y unificar criterios al momento de analizar las mismas, además se realizó una práctica de campo en un instituto en Santa Lucía Cotzumalguapa del departamento de Escuintla.

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

TOMA DE MUESTRA:

1. Se estableció el período de tiempo que se utilizó; el mismo fue de cuatro horas no variando el tiempo entre muestreo y muestreo.
2. Se identificó adecuadamente cada frasco (plástico de boca ancha, con capacidad mínima de 500 ml.); y se le indicó al participante del muestreo, cuál frasco le correspondía.
3. Se instruyó en forma adecuada a todos los participantes sobre la metodología de recolección de muestra a usar.
4. Se le indicó al participante que debía evacuar su orina (en forma completa. Se anotó la hora en que esto se realizó, correspondiendo al tiempo I. Esta primera micción se descartó.

5. Se colectaron todas las micciones posteriores que la persona emitió en el mismo frasco, hasta completar el tiempo establecido, obteniéndose así una muestra. Se recolectó el total de cada micción.
6. Se anotó la hora en que se recogió la última muestra, lo que representa el tiempo II.
7. Se midió el volumen de la muestra.
8. Se tomaron tres muestras de 10 ml en los recipientes plásticos de 1 Onz. Una para el análisis en el laboratorio y dos de reserva.
9. A cada muestra se le agregó dos gotas de EDTA al 8 % y una gota de NaOH 0.01 normal, se cerró cada recipiente con su respectiva tapadera de plástico.
10. Se identificaron las muestras de orina en forma codificada para cada estudiante.
11. Se recolectó una muestra de agua de las principales fuentes de abastecimiento de los institutos.
12. Se transportaron en una hielera todas las muestras para su análisis posterior en el Laboratorio de 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 medir la concentración de fluoruro.

- c) *Agitador magnético*: para mantener la agitación constante y uniforme.
- d) *Barras magnéticas*: para homogenizar la solución.
- e) *Beakers plásticos*: para recolectar desechos.
- f) *Pipetas de polipropileno de 10 ml*: para medir volumen.
- g) *Succionador*: accesorio para pipeterar soluciones.
- h) *Pipetas de plástico*: para medir volumen.
- i) *Micropipeta de 1 ml*: para medir volumen.
- 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*: solución estándar de fluoruro de sodio 100 ppm., a partir de la cual se prepararán cinco soluciones de fluoruro de sodio de 0.05, 0.2, 0.5, 1.00, 1.5 ppm respectivamente.
- c) *EDTA al 8%*: se utilizó para destruir los complejos que forma el flúor naturalmente con el hierro (Fe).
 $Fe-3+6F \text{ ----- } FeF_6-3$, 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:



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 F), para que las variaciones de éstos no sean significativos, haciendo que el electrodo sea sensible únicamente a las variaciones de fluoruro.

Preparación del Tisab de bajo nivel: En un Beaker de 1 litro se colocó 500 ml. de agua destilada, se le agregó 5 ml de ácido acético glacial y 58 grs. de NaCl de grado reactivo. Se colocó en un baño de agua para enfriar, luego se introduce en un electrodo medidor de ph en la solución y se agregó en incrementos una solución al 5 molar de hidroxido de sodio (NaOH) hasta que el ph llegó a un valor de 5 - 5.5, luego se enfría a temperatura ambiente y se aforó hasta 1 litro en 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 (Fisher Accumet medidor de ph modelo 620).

Las muestras de orina para poder ser analizadas estuvieron 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. CALIBRACION 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 y el electrodo, se esperó que estabilizara la lectura en milivoltios en la pantalla del potenciómetro y se le agregó 1 mililitro de la solución standar de fluoruro 0.1 molar, hasta que la lectura de la pantalla llegó a 0.0 . En este momento se le agregó 10 ml. más del mismo standar. Y se esperó hasta que apareció en la pantalla un valor de más o menos 56 milivoltios (con lo que se comprobó el buen funcionamiento del electrodo).

b. CURVA DE CALIBRACION:

b.1 Se preparó una solución standar de fluoruro de 10 ppm. más Tisab de Bajo nivel en igual volumen.

b.2 Se colocó en un Beacker de plástico 50 ml. TISAB de bajo nivel y 50 ml. de agua destilada, se colocó en un agitador magnético, se introdujo el electrodo y se esperó hasta que la

pantalla del potenciómetro se estabilizó en la lectura, luego se le agregó por incrementos la solución mencionada en el inciso b.1, y se procedió a la elaboración de la curva de calibración de la siguiente manera:

MILILITROS	PPM	M. V.
0.1	0.01	REGISTRO EN MILIVOLTIOS
0.1	0.02	
0.2	0.04	
0.2	0.06	
0.4	0.10	
2.0	0.30	
2.0	0.50	
2.0	0.70	
3.0	1.0	
2.0	1.2	
3.0	1.5	

b.3 Establecida la cantidad de Milivoltios que correspondía a cada concentración de fluoruro (expresada en ppm). Se procedió a chequear con las soluciones estandars de fluoruro de sodio ya conocida (0.05, 0.2, 0.5, 1.0, 1.5) 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. ANALISIS DE LA CONCENTRACION DE LAS MUESTRAS DE ORINA Y AGUA

c.1 A cada muestra de orina se le agregó 10 ml. de TISAB de bajo nivel previo a ser analizada.

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

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

c.4 Se sumergió el electrodo en la muestra.

A los tres minutos se tomó la lectura de la concentración de fluoruro en 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 y se secó cuidadosamente antes de proceder a leer otra muestra.

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

c.7 En base a las curvas de calibración diaria se anotó en la ficha correspondiente la concentración de fluoruro encontrada en la orina, en el agua de consumo y en las colecciones totales de orina. Para obtener la concentración de flúor en el agua y en las colecciones totales se utilizó la misma metodología.

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 esta colección total se tomaron 10 ml. para mezclarlas con Tisab de bajo nivel en igual volumen, para ser analizadas.

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

7.6 Procesamiento de la información.

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

Para establecer la relación entre las variables (promedio de las concentraciones de fluoruro en orina de cada instituto, concentración de fluoruro de las colecciones totales de orina, concentración de fluoruro en el agua de consumo) de este estudio se utilizó el coeficiente de correlación producto momento de Pearson a un nivel de significancia alfa de 0.05 .-

8. PRESENTACION Y DISCUSION

Se presentan a continuación los resultados obtenidos durante el trabajo de campo de esta investigación, los cuales fueron analizados por medio del programa estadístico Systat. Ordenados por instituto, departamento, región, edad y sexo. Y presentados por medio de estadísticos descriptivos como: media, desviación estándar y rango. La concentración de fluoruro fue expresada en partes por millón = mg/l (ppm).

CUADRO 1

FRECUENCIA Y PORCENTAJE DE LA MUESTRA DE ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO DE EDUCACION INSCRITOS EN EL AÑO 1994 EN LA REGION DE SALUD NORTE, POR DEPARTAMENTO.

DEPARTAMENTO	ESTUDIANTES	
	N	%
ALTA VERAPAZ	75	50
BAJA VERAPAZ	75	50
TOTAL	150	100

Fuente: Datos recolectados durante el trabajo de campo.

En la Región de Salud Norte se obtuvo muestras de orina de 150 estudiantes; de los cuales el 50% (75 estudiantes) pertenece al departamento de Alta Verapaz y el otro 50% (75 estudiantes) a Baja Verapaz.

8. PRESENTACION Y DISCUSION

Se presentan a continuación los resultados obtenidos durante el trabajo de campo de esta investigación, los cuales fueron analizados por medio del paquete estadístico Systat. Ordenados

CUADRO 2

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

EDAD	FEMENINO		MASCULINO		TOTAL	
	n	%	n	%	n	%
13	13	8.67	23	15.33	36	24
14	8	5.33	21	14.00	29	19.33
15	12	8.00	25	16.67	37	24.67
16	3	2.00	22	14.67	25	16.67
17	6	4.00	17	11.33	23	15.33
TOTAL	42	28.00	108	72.00	150	100%

Fuente: Datos recolectados durante el trabajo de campo.

Del total de 150 estudiantes que comprende la muestra de la Región de Salud Norte, 42 (28%) corresponde al sexo femenino y 108 (72%) al masculino. Los estudiantes estaban comprendidos de 13 a 17 años de edad, distribuidos en forma uniforme.

CUADRO 3
MEDIA, DESVIACION ESTANDAR Y RANGO DE LA CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA DE ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO DE EDUCACION INSCRITOS EN EL AÑO 1994 EN LA REGION DE SALUD NORTE, DISTRIBUIDOS SEGUN INSTITUTOS.

INSTITUTO	CONCENTRACION DE FLUORURO (PPM)			
	N	MEDIA	DESV. ESTANDAR	RANGO
Emilio Rosales Ponce A. V.	25	0.229	0.051	0.160- 0.35
Instituto Mixto Básico Tukurú A. V.	25	0.93	0.455	0.30 - 1.87
Instituto Mixto Básico Cobán A. V.	25	0.288	0.128	0.06 - 0.57
Instituto Mixto por cooperativa San Miguel Chica B. V.	25	0.337	0.076	0.22 - 0.48
Instituto Mixto Por cooperativa Las piedrecitas B. V.	25	0.382	0.176	0.21 - 1.03
Instituto Mixto Por cooperativa San Jerónimo B. V.	25	0.354	0.071	0.18 - 0.48
TOTAL	150	0.42	0.313	0.060 - 1.87

Fuente: Datos recolectados durante el trabajo de campo.

De los seis institutos tomados para el trabajo de campo, los valores más altos de concentración de fluoruro en orina se encontraron en los estudiantes del Instituto Mixto de Educación Básica de Tukurú Alta Verapaz con una media de 0.930 ppm (± 0.455) y los más bajos en el Instituto Emilio Rosales Ponce de Alta Verapaz con una media de 0.229 ppm (± 0.051).

Los promedios de las concentraciones fueron muy similares, no así en Tucurú donde se presentó la mayor variabilidad y el valor de concentración individual más alto, esto se puede dar por valores elevados de concentración de fluoruros en el agua de consumo de la región.

Se presentó variabilidad lo que se puede dar por la diferencia en las horas que se tomaron las muestras.

DESV. ESTANDAR	MEGIA	N	
0.30 - 1.87	0.455	25	Instituto Mixto Básico Tucurú A. V.
0.08 - 0.57	0.128	25	Instituto Mixto Básico Cobán A. V.
0.22 - 0.48	0.078	25	Instituto Mixto por cooperativas San Miguel Chica B. V.
0.21 - 1.03	0.178	25	Instituto Mixto por cooperativas Las Piedras B. V.
0.18 - 0.48	0.071	25	Instituto Mixto por cooperativas San Jerónimo B. V.
0.080 - 1.87	0.313	150	TOTAL

Fuente: Datos recolectados durante el trabajo de campo.
 De los seis institutos tomados para el trabajo de campo, los valores más altos de concentración de fluoruro en orina se encontraron en los estudiantes del Instituto Mixto de Educación Básica de Tucatú Alta Verapaz con una media de 0.930 ppm (± 0.455) y los más bajos en el Instituto Emilio Rosales Ponce de Alta Verapaz con una media de 0.228 ppm (± 0.051).

CUADRO 4
MEDIA, DESVIACION ESTANDAR Y RANGO DE LA CONCENTRACION DE
FLUORURO EN LA ORINA DE ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO DE
EDUCACION INSCRITOS EN EL AÑO 1994 EN LA REGION DE SALUD NORTE,
DISTRIBUIDOS POR DEPARTAMENTO.

DEPARTAMENTO	CONCENTRACION DE FLUORURO (PPM)			
	N	MEDIA	DESV. ESTANDAR	RANGO
ALTA VERAPAZ	75	0.482	0.419	0.06 - 1.87
BAJA VERAPAZ	75	0.359	0.118	0.18 - 1.03
TOTAL	150	0.420	0.313	0.06 - 1.87

Fuente: Datos recolectados durante el trabajo de campo.

En los departamentos que forman la Región de Salud Norte, los estudiantes que presentaron la concentración de fluoruro en orina más alta fueron los de Alta Verapaz con una media de 0.482 ppm (± 0.419) y la más baja se presentó en estudiantes de Baja Verapaz con una media de 0.359 ppm (± 0.118). La mayor variabilidad se presentó en Alta Verapaz lo que se da porque en este departamento se presentó el valor individual más alto de la República que fue de 1.87 ppm.

CUADRO 5
MEDIA, DESVIACION ESTANDAR Y RANGO DE LA CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA DE ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO DE EDUCACION INSCRITOS EN EL AÑO 1994 EN LA REGION DE SALUD NORTE.

REGION	CONCENTRACION DE FLUORURO (PPM)			
	N	MEDIA	DES. ESTANDAR	RANGO
NORTE	150	0.42	0.313	0.060 - 1.87

Fuente: Datos recolectados durante el trabajo de campo.

Para la Región de Salud Norte los resultados de la concentración de fluoruro en orina de los estudiantes, estuvieron comprendidos entre 0.06 - 1.870 ppm, presentando una media de 0.42 ppm y desviación estándar de 0.313 ppm., lo que representa una deficiente ingesta de fluoruros y sugiere la implementación de programas de fluoruración sistémica.

A nivel nacional los estudiantes de la región de Salud Norte presentaron la mayor concentración siendo esta de 1.870 ppm y el más bajo se presentó en la región Central con una concentración de 0.010 ppm.

La concentración de fluoruro en orina de un estudio realizado en escolares de 6 a 12 años comunicó una media de 0.477 ppm (± 0.405), siendo estos datos más altos a los presentados por los estudiantes del nivel medio, lo que se puede dar porque en algunos municipios de los departamentos de esta región se han encontrado concentraciones altas de fluoruro en el agua de consumo. (34) Además la metodología del estudio fue

diferente en relación al análisis en el laboratorio.

Los resultados de la concentración de fluoruro en orina de la región de Salud Norte fue más alta (0.42 ppm) que la encontrada en un estudio realizado en Costa Rica (0.39 ppm) en adolescentes de 16 a 22 años. (7)

CUADRO 6

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

EDAD	CONCENTRACION DE FLUORURO (PPM)			
	N	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	RANGO
13	36	0.299	0.207	0.130 - 1.370
14	29	0.376	0.245	0.060 - 1.180
15	37	0.409	0.316	0.160 - 1.870
16	25	0.473	0.326	0.220 - 1.380
17	23	0.625	0.407	0.300 - 1.430
TOTAL	150	0.420	0.313	0.060 - 1.870

Fuente: Datos recolectados durante el trabajo de campo.

Con relación a la edad las concentraciones de fluoruro en orina de los estudiantes del nivel medio más altas, se presentaron en la edad de 17 años con una media de 0.625 (± 0.407) y la más baja en la edad de 13 años con una media de 0.299 (± 0.207).

Al analizar los resultados se puede hacer notar que las concentraciones de fluoruro en orina se hacen más altas al aumentar la edad, al mismo tiempo la varibilidad también fue más alta y las distribución de las edades fue homogénea, lo que

confirma lo comunicado por la literatura sobre la disminución de la captación del fluoruro al aumentar la edad, debido a los procesos de maduración ósea. (45, 49).

CUADRO 7
MEDIA, DESVIACION ESTANDAR Y RANGO DE LA CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA DE ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO DE EDUCACION INSCRITOS EN EL AÑO 1994 EN LA REGION DE SALUD NORTE, DISTRIBUIDOS POR SEXO.

SEXO	CONCENTRACION DE FLUORURO (PPM)			
	N	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	RANGO
FEMENINO	42	0.521	0.435	0.130 - 1.87
MASCULINO	108	0.381	0.242	0.060 - 1.38
TOTAL	150	0.420	0.313	0.060 - 1.87

Fuente: Datos recolectados durante el trabajo de campo.

La concentración de fluoruro en la orina más altas se presentaron en el sexo femenino con una media de 0.521 (± 0.435 ppm), y la más baja en el sexo masculino con una media de 0.381 (± 0.242).

El sexo femenino presentó la variabilidad más alta dado a que en este grupo se encontró el valor de concentración individual más alto de toda la República que fue de 1.87 ppm.

CUADRO 8
CONCENTRACION EN PPM DE FLUORURO EN EL AGUA DE CONSUMO Y
COLECCIONES TOTALES DE ORINA DE LOS
INSTITUTOS DE LA REGION DE SALUD NORTE EN EL AÑO 1994.

INSTITUTO	CONCENTRACION DE FLUORURO PPM	
	AGUA DE CONSUMO	COLECCIONES TOTALES O.
Emilio Rosales Ponce A.V.	0.04	0.21
Instituto Mixto Básico Túcuru A.V.	0.04	1.24
Instituto Mixto Básico Cobán A.V.	0.07	0.32
Instituto Mixto por cooperativa San Miguel Chicaj B.V.	0.03	0.34
Instituto Mixto por cooperativa Las piedrecitas B.V.	0.1	0.38
Instituto Mixto por cooperativa San Jerónimo B.V.	0.03	0.38

Fuente: datos obtenidos durante el trabajo de campo.

De los seis institutos tomados para el trabajo de campo, el único que presentó datos elevados fue el de Túcuru con una colección total de orina de los estudiantes de 1.24 ppm lo que es significativamente elevado en relación con los demás institutos que se presentaron en una forma similar. Es importante observar que el Túcuru en el análisis del agua de consumo del instituto el valor es bajo y esto posiblemente se da porque la principal

fuelle de abastecimiento de agua de consumo de los estudiantes no es la del instituto.

En general los valores de las concentraciones fueron bajos tanto para el agua de consumo, como para las colecciones totales de orina lo que sugiere la necesidad de programas de fluoruración sistémica a nivel nacional.

0.21	0.04	Facilio Rosales Fonce A.V.
1.24	0.04	Instituto Mixto Básico Técnico A.V.
0.32	0.07	Instituto Mixto Básico Cobán A.V.
0.34	0.03	Instituto Mixto por cooperativas San Miguel Chontz B.V.
0.38	0.1	Instituto Mixto por cooperativas Las Piedras B.V.
0.38	0.03	Instituto Mixto por cooperativas San Jerónimo B.V.

Fuente: datos obtenidos durante el trabajo de campo.

De los diez institutos tomados para el trabajo de campo, el único que presentó datos elevados fue el de Itzuru con una colección total de orina de los estudiantes de 1.24 ppm lo que es significativamente elevado en relación con los demás institutos que se presentaron en una forma similar. Es importante observar que el Itzuru es el análisis del agua de consumo del instituto el valor es bajo y esto posiblemente es de porque la principal

CUADROS Y GRAFICAS GENERALES

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

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

CUADRO Y GRAFICA GENERAL No. 1

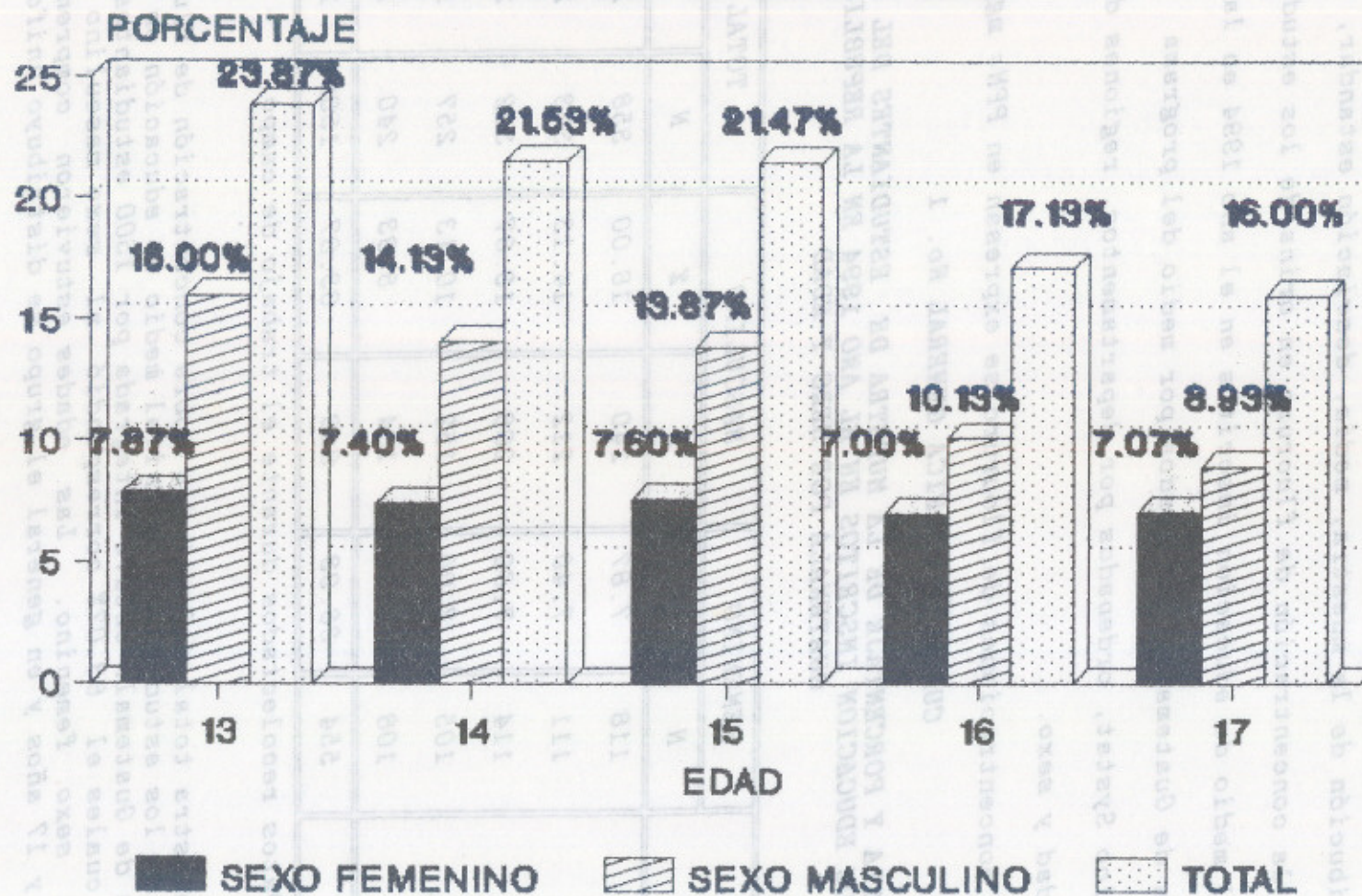
FRECUENCIA Y PORCENTAJE DE LA MUESTRA DE ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO DE EDUCACION INSCRITOS EN EL AÑO 1994 EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA POR SEXO Y EDAD

EDAD	FEMENINO		MASCULINO		TOTAL	
	N	%	N	%	N	%
13	118	7.87	240	16.00	358	23.87
14	111	7.40	212	14.13	323	21.53
15	114	7.60	208	13.87	322	21.47
16	105	7.00	152	10.13	257	17.13
17	106	7.07	134	8.93	240	16.00
TOTAL	554	36.93	946	63.07	1500	100 %

Fuente: Datos recolectados durante el trabajo de campo.

La muestra total del estudio sobre concentración de fluoruro en orina de los estudiantes del nivel medio de educación en la República de Guatemala estuvo integrada por 1500 estudiantes de los cuales el 63.07% correspondió al sexo masculino y el 36.93% al sexo femenino. Las edades estuvieron comprendidas entre 13 y 17 años y en general el grupo se distribuyo 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 LA ORINA DE LOS ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO DE EDUCACION INSCRITOS EN 1994 EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA, DISTRIBUIDOS POR DEPARTAMENTO.

DEPARTAMENTO	CONCENTRACION DE FLUORURO (PPM)			
	N	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	RANGO
GUATEMALA	150	0.440	0.029	0.130 - 0.760
ALTA VERAPAZ	75	0.482	0.419	0.060 - 1.870
BAJA VERAPAZ	75	0.358	0.118	0.180 - 1.030
CHIQUIMULA	75	0.472	0.204	0.190 - 1.040
ZACAPA	75	0.377	0.119	0.150 - 0.610
PROGRESO	75	0.683	0.347	0.240 - 1.440
IZABAL	75	0.304	0.125	0.060 - 0.780
SANTA ROSA	50	0.367	0.112	0.050 - 0.670
JUTIAPA	50	0.375	0.161	0.120 - 0.820
JALAPA	50	0.260	0.108	0.030 - 0.460
CHIMALTENANGO	50	0.339	0.108	0.090 - 0.640
ESCUINTLA	50	0.357	0.130	0.010 - 0.780
SACATEPEQUEZ	50	0.436	0.133	0.200 - 0.810
SAN MARCOS	50	0.315	0.101	0.110 - 0.570
TOTONICAPAN	50	0.341	0.070	0.200 - 0.510
QUETZALTENANGO	50	0.287	0.116	0.140 - 0.680
SOLOLA	50	0.506	0.217	0.250 - 1.070
SUCHITEPEQUEZ	50	0.351	0.119	0.180 - 0.920
RETALHULEU	50	0.310	0.097	0.150 - 0.590
QUICHE	75	0.428	0.121	0.160 - 0.660
HUEHUETENANGO	75	0.341	0.143	0.040 - 0.810
PETEN	150	0.516	0.253	0.080 - 1.200
TOTAL	1500	0.409	0.210	0.010 - 1.870

Fuente: 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. (± 0.35) los valores más bajos correspondieron a los estudiantes del departamento de Jalapa con una media de 0.260 ppm (± 0.108).

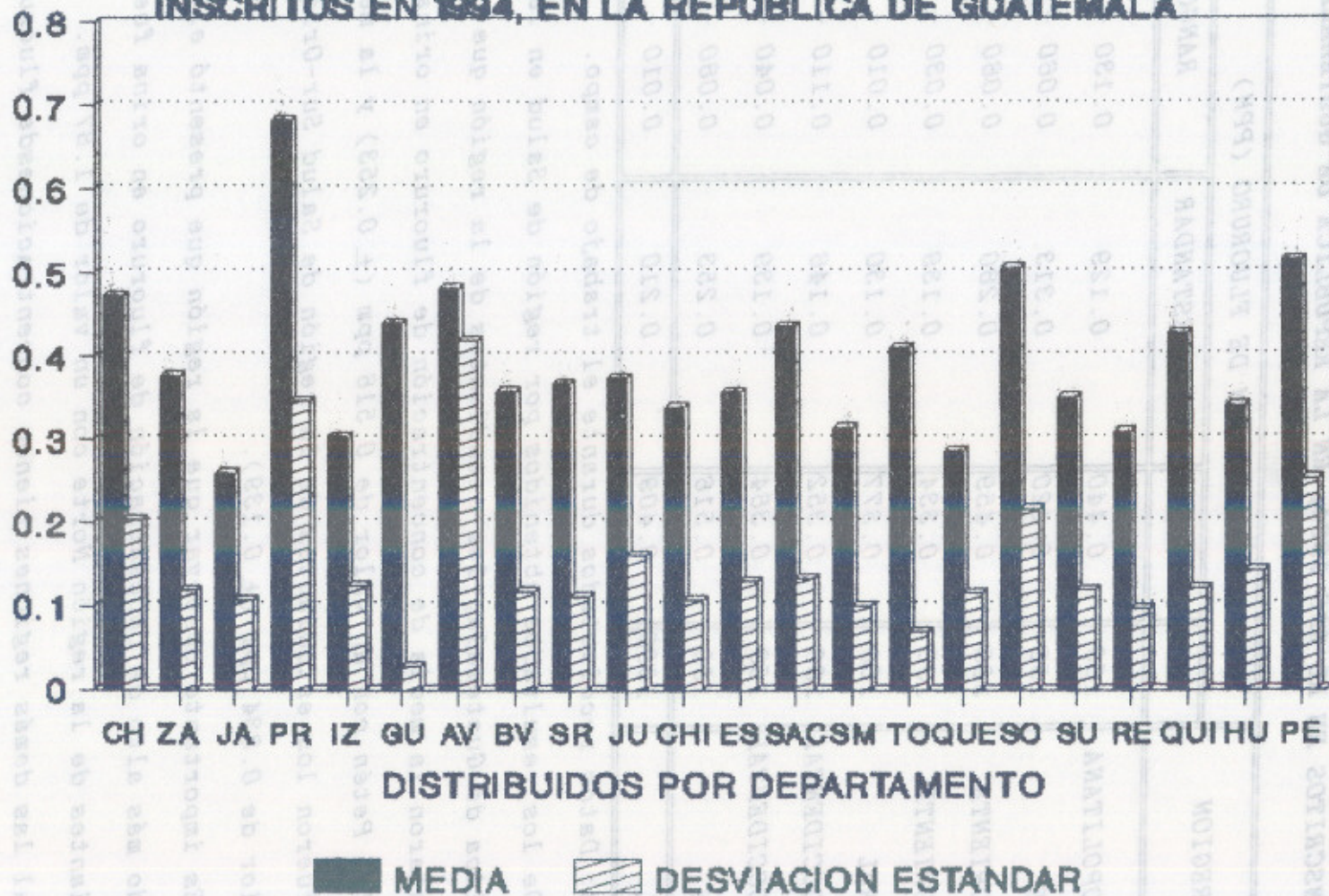
En general las concentraciones de fluoruro en los estudiantes del nivel medio fueron similares, la variabilidad del fenómeno no fue alta, aunque el rango fue amplio debido probablemente a altas concentraciones de fluoruro en el agua de algunas regiones, y a la hora de recolección de la muestra.

ABREVIATURA	NOMBRE DEL DEPARTAMENTO	N	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	RANGO
CH	CHIQUIMULA	75	0.440	0.029	0.130 - 0.780
ZA	ZACAPA	75	0.482	0.418	0.080 - 1.870
JA	JALAPA	75	0.304	0.118	0.180 - 1.030
PR	EL PROGRESO	50	0.112	0.204	0.110 - 0.570
IZ	IZABAL	50	0.181	0.119	0.110 - 0.570
GU	GUATEMALA	50	0.108	0.108	0.030 - 0.440
AV	ALTA VERAPAZ	50	0.108	0.108	0.090 - 0.640
BV	BAJA VERAPAZ	50	0.130	0.130	0.010 - 0.780
SR	SANTA ROSA	50	0.133	0.133	0.200 - 0.810
JU	JUTIAPA	50	0.101	0.101	0.110 - 0.570
CHI	CHIMALTENANGO	50	0.070	0.070	0.200 - 0.810
ES	ESCUINTLA	50	0.118	0.118	0.140 - 0.680
SAC	SACATEPEQUEZ	50	0.217	0.217	0.250 - 1.000
SH	SAN MARCOS	50	0.097	0.097	0.180 - 0.810
TO	TOTONICAPAN	50	0.121	0.121	0.180 - 0.810
QUE	QUETZALTENANGO	75	0.143	0.143	0.040 - 0.810
SO	SOLOLA	150	0.253	0.253	0.080 - 1.200
SU	SUCHITEPEQUEZ				
RE	RETALHULEU				
QUI	QUICHE	1500	0.410	0.210	0.010 - 1.870
HU	HUEHUETENANGO				
PE	PETEN				

ANEXO GRAFICA 2.

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. (± 0.25) los valores más bajos correspondieron a los estudiantes del departamento de Jalapa con una media de 0.280 ppm (± 0.108).

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



GRAFICA GENERAL NO.2

CUADRO Y GRAFICA GENERAL No. 3
MEDIA, DESVIACION ESTANDAR Y RANGO DE LA CONCENTRACION DE
FLUORURO EN LA ORINA DE ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO DE EDUCACION
INSCRITOS EN EL AÑO 1994, EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA POR
REGIONES DE SALUD.

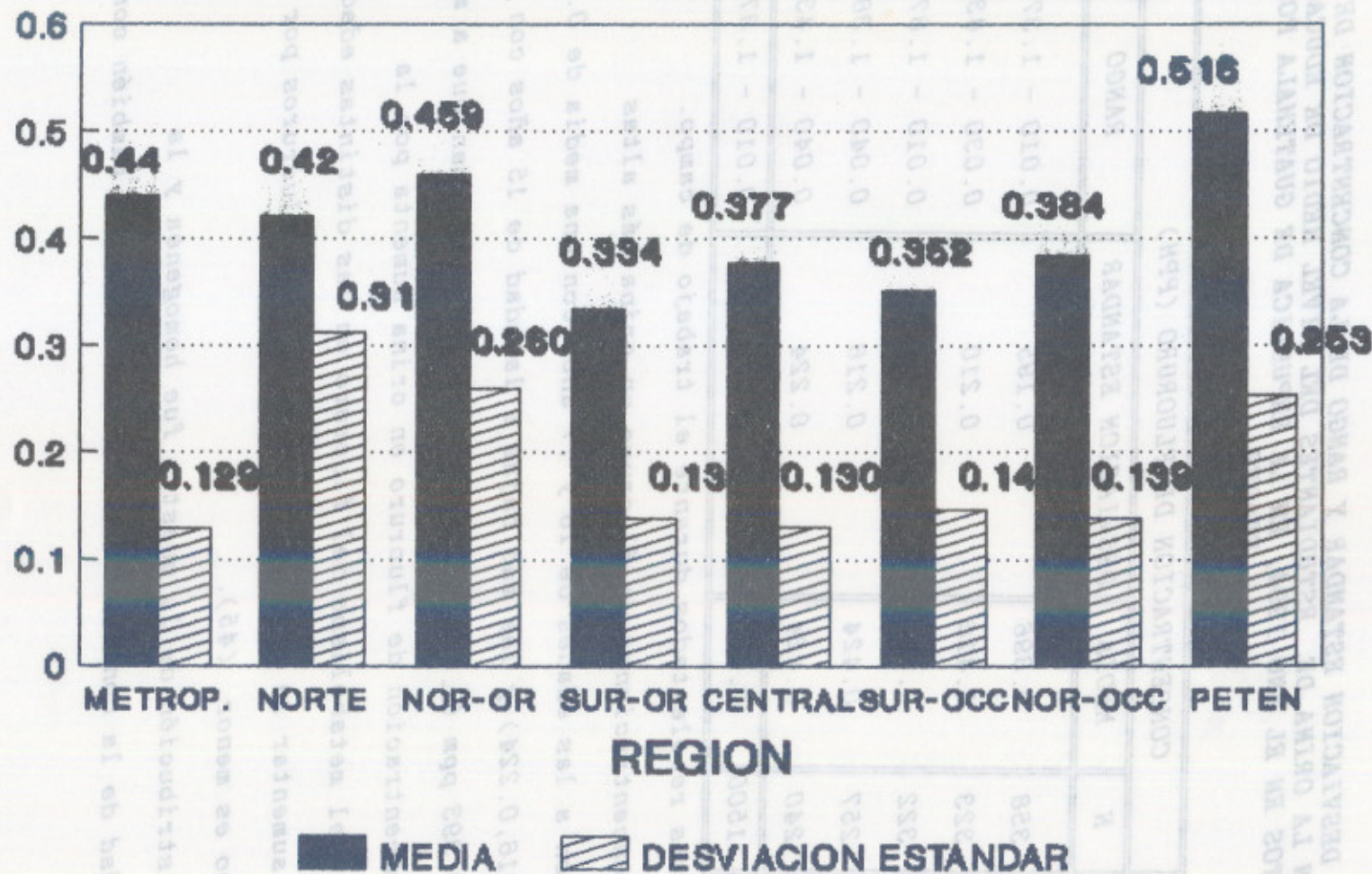
REGION	CONCENTRACION DE FLUORURO (PPM)			
	N	MEDIA	DESV. ESTANDAR	RANGO
METROPOLITANA	150	0.440	0.129	0.130 - 0.760
NORTE	150	0.420	0.313	0.060 - 1.870
NOR-ORIENTE	300	0.459	0.260	0.060 - 1.440
SUR-ORIENTE	150	0.334	0.139	0.030 - 0.820
CENTRAL	150	0.377	0.130	0.010 - 0.810
SUR-OCCIDENTAL	300	0.352	0.146	0.110 - 1.070
NOR-OCCIDENTAL	150	0.384	0.139	0.040 - 0.810
PETEN	150	0.516	0.253	0.080 - 1.200
TOTAL	1500	0.409	0.210	0.010 - 1.870

Fuente: Datos recolectados durante el trabajo de campo.

De los resultados obtenidos por región de Salud en la República de Guatemala, los estudiantes de la región que presentaron la media de concentración de fluoruro en orina más alto fue Petén con un valor de 0.516 ppm (± 0.253) y la media más baja fueron los estudiantes de la región de Salud Sur-Oriente con un valor de 0.334 ppm (± 0.139).

Es importante observar que la región que presentó el dato aislado más alto de concentración de fluoruro en orina fueron los estudiantes de 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



GRAFICA GENERAL NO.3

CUADRO Y GRAFICA GENERAL No. 4

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

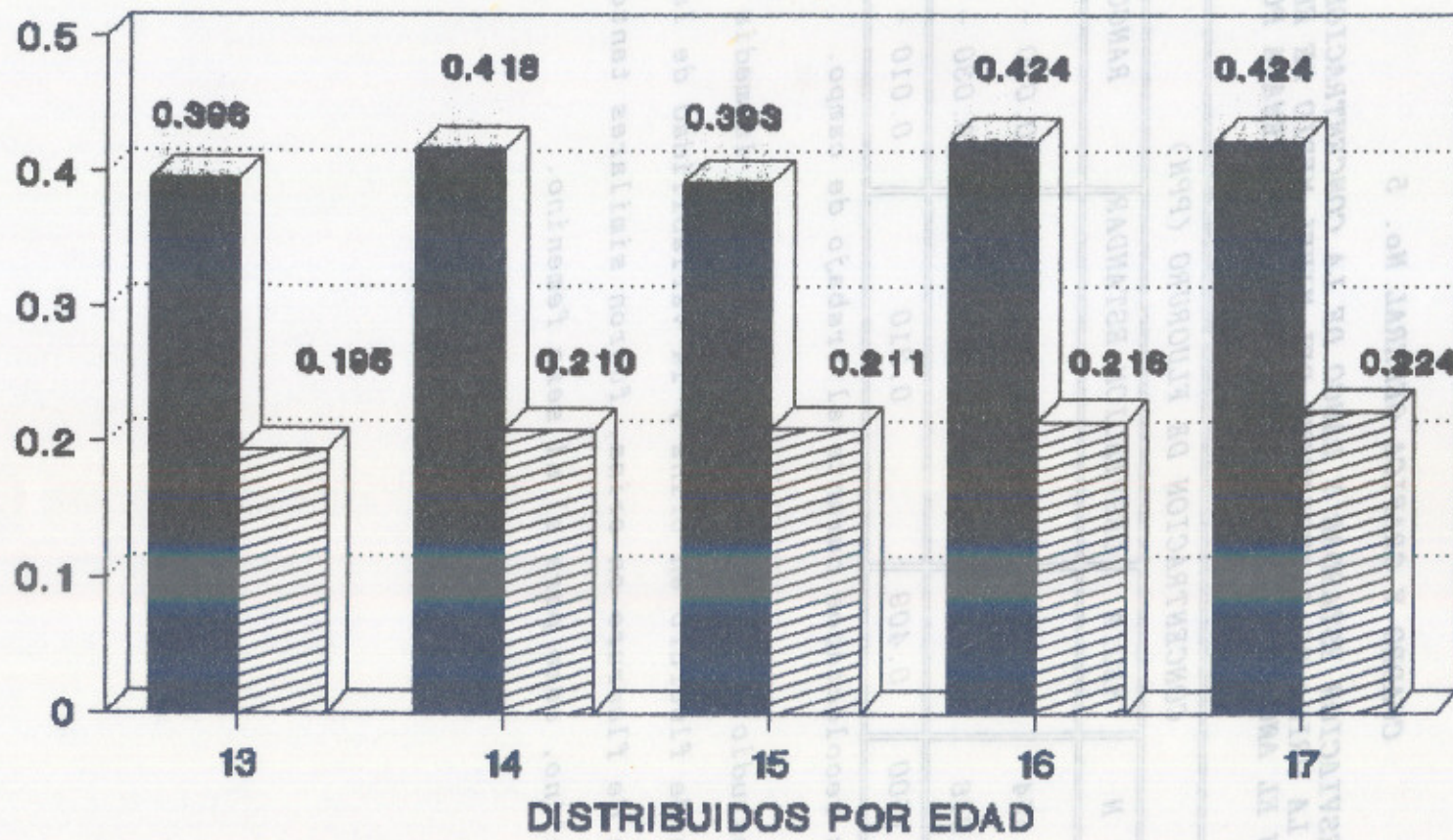
EDAD	CONCENTRACION DE FLUORURO (PPM)			
	N	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	RANGO
13	358	0.396	0.195	0.010 - 1.370
14	323	0.418	0.210	0.030 - 1.430
15	322	0.393	0.211	0.010 - 1.870
16	257	0.424	0.216	0.040 - 1.380
17	240	0.424	0.224	0.040 - 1.430
TOTAL	1500	0.409	0.210	0.010 - 1.870

Fuente: 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 ($\pm 0.216, 0.224$) y las más bajas a la edad de 15 años con una media de 0.393 ppm (± 0.21), resultados que confirman que a mayor edad la concentración de fluoruro en orina aumenta por la diferencia del metabolismo del fluoruro en las distintas edades, ya que al aumentar la edad la captación de los fluoruros por el tejido óseo es menor. (45).

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

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



■ MEDIA ▨ DESVIACION ESTANDAR

GRAFICA GENERAL NO.4

06

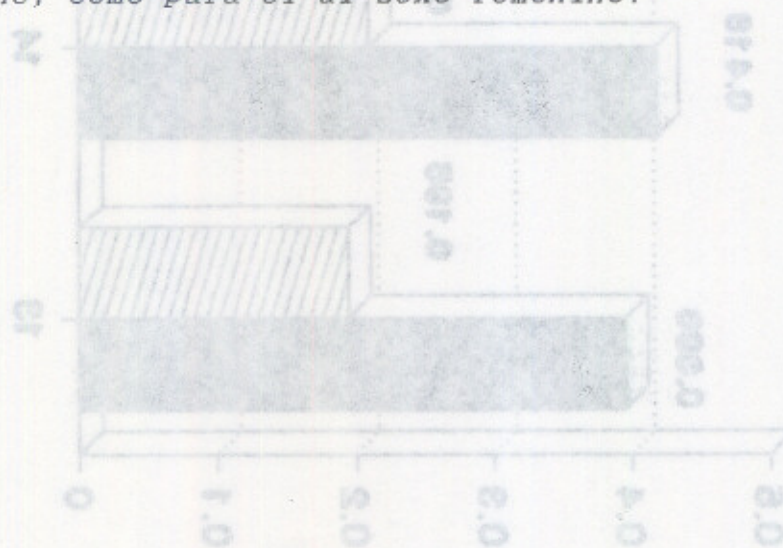
CUADRO Y GRAFICA GENERAL No. 5

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

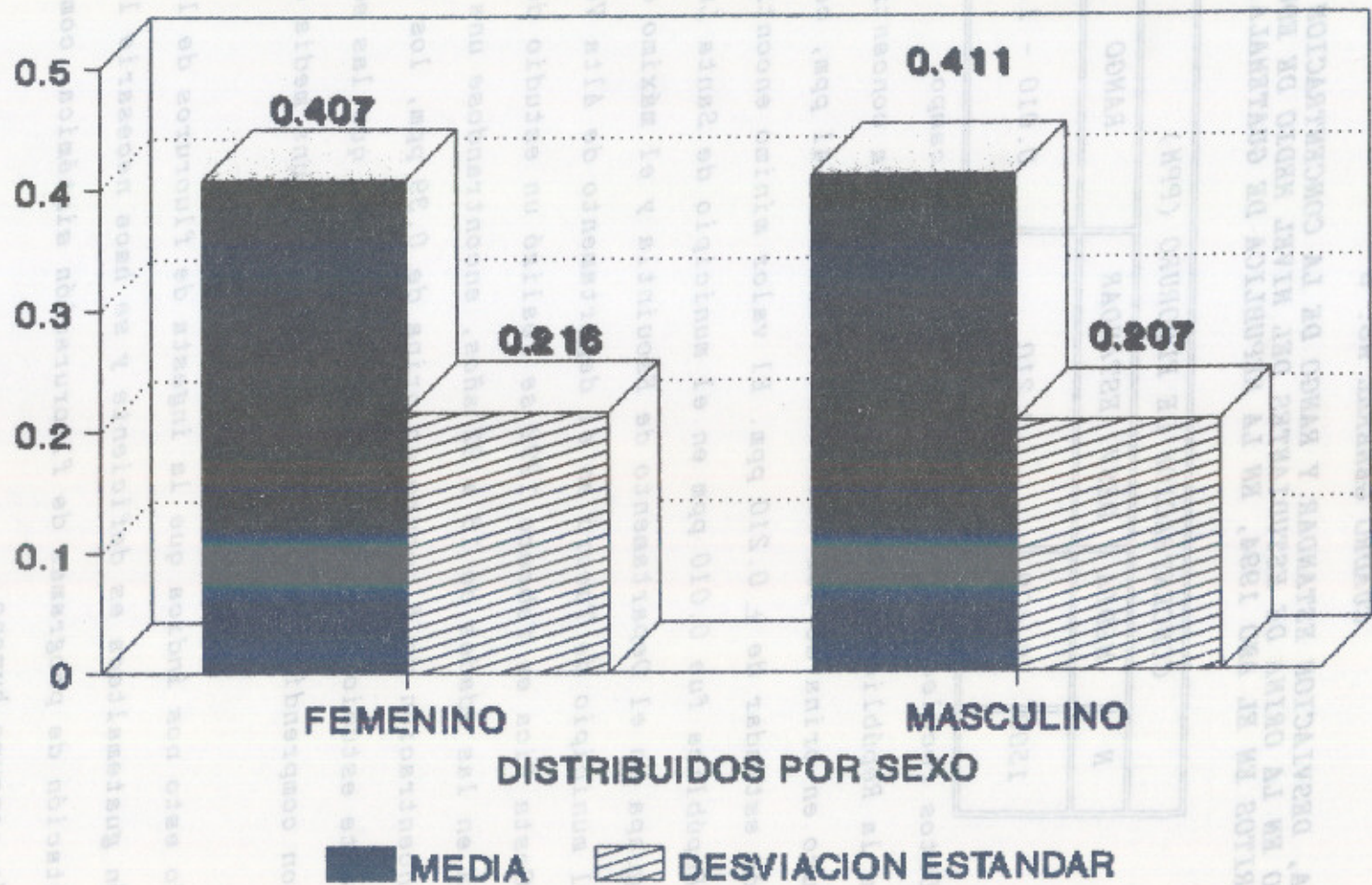
SEXO	CONCENTRACION DE FLUORURO (PPM)			
	N	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	RANGO
FEMENINO	554	0.407	0.216	0.010 - 1.870
MASCULINO	946	0.411	0.207	0.030 - 1.440
TOTAL	1500	0.409	0.210	0.010 - 1.870

Fuente: Datos recolectados durante el trabajo de campo.

Para el estudio de la República de Guatemala la media de concentración de fluoruro en orina y la variabilidad de la concentración de fluoruro en orina, fueron similares tanto para el sexo masculino, como para el 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 LA ORINA DE ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO DE EDUCACION INSCRITOS EN EL AÑO 1994, EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA.

CONCENTRACION DE FLUORURO (PPM)			
N	MEDIA	DESV. ESTANDAR	RANGO
1500	0.409	0.210	0.010 - 1.870

Fuente: Datos recolectados durante el trabajo de campo.

Para la República de Guatemala la media de la concentración de fluoruro en orina de los estudiantes fue de 0.41 ppm, con una desviación estándar de ± 0.210 ppm. El valor mínimo encontrado en toda la República fue 0.010 ppm en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa en el Departamento de Escuintla y el máximo de 1.87 ppm en el municipio de Tukurú en el departamento de Alta Verapaz.

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

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

CONCLUSIONES

RELACION ENTRE LAS VARIABLES SEGUN EL COEFICIENTE DE CORRELACION DE PEARSON

[F] X en agua de consumo - [F] X colecciones totales: $r=0.25$
[F] X en agua de consumo - [F] X Orina de estudiantes: $r=0.39$
[F] X Colecciones totales - [F] X en orina estudiantes: $r=0.77$

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

Entre las variables concentración de fluoruro en colecciones totales de orina y promedio de concentración de fluoruro en orina, existe una alta asociación, lo que se puede dar porque ambas variables son indicadoras del metabolismo del fluoruro en el organismo, y dan una estimación adecuada de la ingesta del fluoruro.

9. CONCLUSIONES

1. La concentración de fluoruro en orina más alta de la Región de Salud Norte, se encontró en estudiantes del Departamento de Alta Verapaz, con una media de 0.482 ppm (\pm 0.419 ppm) y la más baja en estudiantes del Departamento de Baja Verapaz con una media de 0.358 ppm (\pm 0.118 ppm).
2. Los valores más altos se presentaron en los estudiantes del Instituto Oficial Mixto de Educación Básica del Municipio de Tucurú, Alta Verapaz con una media de la concentración de fluoruro en orina de 0.930 ppm (\pm 0.455 ppm) y la más baja en los estudiantes de Instituto Emilio Rosales Ponce de Cobán, Alta Verapaz con una media de 0.229 ppm (\pm 0.051 ppm).
3. Los estudiantes de 17 años de edad presentaron las más altas concentraciones de fluoruro en orina con una media de 0.625 ppm (\pm 0.407 ppm) y los de 13 años de edad la concentración de fluoruro en orina más baja con una media de 0.299 ppm (\pm 0.207 ppm).
4. En cuanto al sexo el que presentó mayor concentración de fluoruro en orina fue el femenino con una media de 0.521 ppm (\pm 0.435 ppm) y el masculino la menor concentración de fluoruro en orina con una media 0.381 ppm (\pm 0.242 ppm).

5. La concentración de fluoruro en orina encontrada en la Región de Salud Norte, fue de 0.42 ± 0.313 ppm, la cual es superior a 0.390 ppm encontrada en un estudio realizado en niños de 16 a 22 años de edad en Costa Rica en 1992. (18)

6. A nivel nacional los estudiantes de la región de Salud de Petén presentaron la mayor concentración de fluoruro en orina con una media de 0.516 ppm (± 0.253 ppm) y la más baja la región de Salud Sur-Oriente con una media de 0.334 ppm (± 0.139 ppm).

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

8. Existe una relación positiva entre los promedios de las concentraciones de orina y las colecciones totales de orina.

10. RECOMENDACIONES

1. En base a la revisión bibliográfica la fluoruración de la sal es recomendable como alternativa para la prevención de caries dental y enfermedad periodontal, por ser un medio de amplia cobertura y accesible a la población.
2. Utilizar los resultados de esta investigación como medidas de control para implementar el programa de fluoruración de la sal de consumo humano a nivel nacional.
3. Realizar estudios de este tipo a nivel nacional, en pre-escolares y adultos utilizando la misma metodología, para poder comparar los resultados con los obtenidos en niños y adolescentes.
4. Utilizar 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 trabajo de campo se encontraron las limitaciones siguientes:

1. Falta de colaboración de algunos estudiantes para proporcionar las muestras de orina.
2. Obtención de equipo de polipropileno ideal para manejar fluoruro en el Laboratorio.
3. Disponibilidad inmediata de Laboratorio de Bioquímica.

(A) DIRECTOR

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 y Excreción de Fluoruro en la Orina de los Estudiantes de Nivel Medio de educación Inscritos en el Ciclo 1994, En la Región de Salud _____ que comprende los departamentos de _____

(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.

<u>Departamento:</u>	Se anotó el departamento de la República de Guatemala al que pertenece la comunidad, con su respectivo código.
----------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<u>Instituto:</u>	Se anotó el nombre del instituto seleccionado para este estudio, con su respectivo código.
-------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------

<u>Localización:</u>	Se anotó la localización más exacta posible del instituto donde se recolectarán las muestras.
----------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------

En la columna correspondiente a:

<u>Número de la muestra:</u>	Se anotó en números arábigos y en forma correlativa el número que se le asigne a cada estudiante.
------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------

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

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

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

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

Hora de micción:
Se anotó con números arábigos la hora y minuto en que se tomó la muestra de orina.

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

No. MUESTRA	EDAD	SEXO	VOLUMEN (mm)	HORA
1	13	M	154	08:00 AM
2	13	M	90	08:00 AM
3	13	M	100	08:30 AM
4	13	M	100	08:30 AM
5	13	F	118	08:15 AM
6	13	F	124	07:00 AM
7	13	F	36	08:30 AM
8	13	F	234	07:20 AM
9	14	M	72	08:30 AM
10	13	M	280	07:00 AM
11	13	M	154	08:00 AM
12	13	M	150	07:00 AM
13	13	M	170	08:00 AM
14	13	M	180	07:00 AM
15	13	M	78	07:00 AM
16	14	M	270	07:00 AM
17	13	M	110	08:15 AM
18	14	M	124	08:15 AM
19	13	M	52	08:00 AM
20	13	F	68	07:00 AM
21	15	F	70	08:10 AM
22	15	M	110	08:20 AM
23	15	M	180	08:40 AM
24	15	M	98	08:30 AM
25	15	M	98	08:30 AM

Preservante:
Se anotó con una "X" si se le agregó preservante a la muestra de orina. (EDTA, NAOH).

CONCENTRACION FLUORURO EN AGUA DE CONSUMO: 0.04 FPM
CONCENTRACION FLUORURO EN COLECCIONES TOTALES DE ORINA: 0.21 FPM

ANEXO 3

DISTRIBUCION DE DATOS OBTENIDOS EN EL TRABAJO DE CAMPO DE
CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA DE LOS ESTUDIANTES DEL
NIVEL MEDIO DE EDUCACION INSCRITOS EN 1994 EN LA REGION DE
SALUD NORTE

COBAN, ALTA VERAPAZ.

INSTITUTO: BASICO OFICIAL MIXTO DE EDUCACION BASICA EMILIO ROSALES PONCE

No. MUESTRA	EDAD	SEXO	GRADO	VOL.	CONC. F	1era Micción	Ultima Micción
1	13	M	2do.	154	0.20	06:00 AM	10:00 AM
2	13	M	2do.	90	0.17	06.00 AM	9:00 AM
3	13	M	2do.	64	0.35	07:00 AM	9:50 AM
4	13	M	2do.	100	0.22	06:30 AM	9:50 AM
5	13	M	2do.	132	0.26	06:00 AM	10:00 AM
6	13	F	2do.	116	0.19	06:15 AM	10:20 AM
7	13	F	2do.	124	0.22	07:00 AM	10:30 AM
8	13	F	2do.	36	0.20	06:30 AM	10:25 AM
9	13	M	2do.	234	0.19	07:20 AM	9:50 AM
10	14	M	2do.	72	0.23	06:30 AM	9:50 AM
11	13	M	2do.	280	0.17	07:00 AM	10:45 AM
12	13	M	2do.	154	0.18	08:00 AM	9:50 AM
13	13	M	2do.	150	0.23	07:00 AM	10:45 AM
14	13	M	2do.	170	0.21	06:00 AM	9:30 AM
15	13	M	2do.	160	0.28	07:00 AM	9:45 AM
16	13	M	2do.	76	0.22	07:00 AM	9:45 AM
17	14	M	2do.	270	0.34	07:00 AM	9:40 AM
18	13	M	2do.	110	0.24	06:15 AM	9:50 AM
19	14	M	2do.	124	0.29	06:15 AM	10:05 AM
20	13	M	2do.	52	0.29	06:00 AM	10:00 AM
21	15	F	3ero.	68	0.19	07:00 AM	10:25 AM
22	15	F	3ero.	70	0.24	06:10 AM	10:20 AM
23	15	M	3ero.	110	0.27	06:30 AM	10:10 AM
24	15	M	3ero.	160	0.16	08:40 AM	10:25 AM
25	15	M	3ero.	96	0.17	06:30 AM	10:10 AM

CONCENTRACION FLUORURO EN AGUA DE CONSUMO: 0.04 PPM

CONCENTRACION FLUORURO EN COLECCIONES TOTALES DE ORINA: 0.21 PPM

INSTITUTO MIXTO DE EDUCACION BASICA COBAN ALTA VERAPAZ

TUCURU, ALTA VERAPAZ.

INSTITUTO MIXTO DE EDUCACION BASICA POR COOPERATIVA DE ENSEÑANZA TUCURU

NO. MUESTRA	EDAD	SEXO	GRADO	VOL.	CONC. F.	1ERA MICCION	ULTIMA MICCION
1	14	M	3ero.	310	0.59	09:00 AM	2:26 PM
2	17	F	3ero.	40	1.43	12:40 AM	2:28 PM
3	17	F	3ero.	32	1.35	11:30 AM	2:32 PM
4	17	M	3ero.	30	1.19	08:30 AM	2:35 PM
5	15	F	3ero.	30	1.87	08:30 AM	2:30 PM
6	15	F	2 do.	20	1.19	01:00 PM	2:35 PM
7	14	F	2 do.	110	1.15	01:00 PM	2:30 PM
8	14	F	2 do.	80	1.18	11:30 AM	2:40 PM
9	13	F	2 do.	26	1.37	01:05 PM	2:30 PM
10	17	M	2 do.	280	0.58	01:00 PM	2:26 PM
11	15	M	2 do.	30	0.59	12:30 PM	2:26 PM
12	17	M	2 do.	102	1.24	12:00 PM	2:28 PM
13	17	M	3ero.	100	0.41	06:00 AM	2:28 PM
14	17	M	3ero.	26	0.31	01:30 PM	2:28 PM
15	15	M	2 do.	54	0.30	12:30 PM	2:28 PM
16	17	M	2 do.	52	1.17	02:25 PM	4:00 PM
17	17	M	2 do.	50	0.45	12:00 AM	2:28 PM
18	16	M	2 do.	60	0.36	12:00 AM	2:30 PM
19	17	M	2 do.	30	1.32	01:30 PM	2:20 PM
20	16	M	3ero.	50	1.38	12:00 AM	2:26 PM
21	16	M	3ero.	52	1.18	10:00 AM	2:26 PM
22	17	M	3ero.	80	0.78	12:30 PM	2:27 PM
23	16	M	3ero.	56	0.42	08:00 AM	2:30 PM
24	14	M	3ero.	50	0.32	12:45 AM	2:28 PM
25	16	F	3ero.	60	1.20	01:00 PM	2:40 PM

CONCENTRACION DE FLUORURO EN EL AGUA DE CONSUMO: 0.04 PPM
 CONCENTRACION DE FLUORURO EN COLECCIONES TOTALES DE ORINA: 1.24 PPM.

COBAN, ALTA VERAPAZ

INSTITUTO OFICIAL MIXTO DE EDUCACION BASICA COBAN ALTA VERAPAZ							
NO. MUESTRA	EDAD	SEXO	GRADO	VOL.	CONC. F	1era. Micción	ULTIMA MICCION
1	14	M	1ero.	128	0.19	07:00 AM	10:50 AM
2	14	M	1ero.	234	0.06	07:30 AM	10:25 AM
3	14	M	1ero.	54	0.24	05:00 AM	11:40 AM
4	13	F	1ero.	86	0.30	07:00 AM	10:55 AM
5	13	M	1ero.	38	0.39	07:00 AM	12:00 AM
6	13	F	1ero.	32	0.44	07:20 AM	12:00 AM
7	14	M	1ero.	166	0.33	06:30 AM	12:00 AM
8	13	F	1ero.	296	0.13	06:30 AM	11:00 AM
9	13	M	1ero.	104	0.23	10:00 AM	11:40 AM
10	15	F	1ero.	150	0.17	06:55 AM	10:55 AM
11	13	F	1ero.	170	0.28	06:00 AM	10:00 AM
12	13	F	1ero.	108	0.57	07:00 AM	12:00 AM
13	13	M	1ero.	66	0.31	06:00 AM	12:00 AM
14	15	M	1ero.	36	0.20	09:00 AM	10:55 AM
15	15	F	1ero.	285	0.29	06:00 AM	11:00 AM
16	13	M	1ero.	260	0.14	07:00 AM	10:50 AM
17	14	F	1ero.	164	0.16	06:45 AM	12:00 AM
18	14	F	1ero.	114	0.45	06:40 AM	10:59 AM
19	13	M	1ero.	89	0.27	06:45 AM	10:55 AM
20	13	M	1ero.	230	0.20	10:00 AM	11:40 AM
21	15	M	1ero.	56	0.39	06:00 AM	12:00 AM
22	13	M	1ero.	180	0.16	10:40 AM	11:40 AM
23	14	M	1ero.	94	0.56	07:00 AM	12:00 AM
24	14	M	1ero.	250	0.31	06:30 AM	10:45 AM
25	13	M	1ero.	174	0.34	06:50 AM	10:55 AM

CONCENTRACION DE FLUORURO EN EL AGUA DE CONSUMO: 0.07 PPM

CONCENTRACION DE FLUORURO EN COLECCIONES TOTALES DE ORINA: 0.32 PPM

SAN MIGUEL CHICAJ BAJA VERAPAZ

INSTITUTO MIXTO DE EDUCACION BASICA, POR COOPERATIVA DE ENSEÑANZA B. V.

NO. MUESTRA	EDAD	SEXO	GRADO	VOL.	CONC. F	1era. Micción	Ultima Micción
1	16	M	2do.	238	0.22	03:00 PM	17:30 PM
2	15	M	2do.	130	0.27	01:00 PM	18:05 PM
3	14	M	2do.	90	0.37	01:00 PM	18:00 PM
4	15	M	2do.	108	0.42	10:00 AM	18:00 PM
5	16	M	2do.	460	0.28	11:30 AM	17:20 PM
6	15	M	2do.	350	0.24	10:00 AM	18:00 PM
7	14	M	1ero	100	0.30	10:00 AM	18:00 PM
8	17	F	2do.	130	0.42	09:00 AM	18:25 PM
9	13	F	2do.	100	0.40	10:00 AM	17:50 PM
10	16	F	2do.	140	0.26	08:00 AM	18:15 PM
11	16	M	1ero	74	0.25	12:00 PM	18:10 PM
12	14	M	1ero	220	0.45	12:00 PM	18:00 PM
13	14	M	1ero	150	0.44	03:00 PM	17:30 PM
14	14	M	1ero	134	0.33	01:30 PM	17:40 PM
15	16	M	3ero	250	0.22	02:00 PM	18:00 PM
16	15	F	2do.	80	0.40	10:00 AM	18:15 PM
17	17	F	2do.	126	0.38	08:00 AM	18:15 PM
18	14	F	2do.	190	0.34	07:30 AM	18:20 PM
19	15	F	2do.	200	0.30	11:00 AM	18:15 PM
20	13	F	2do.	130	0.29	10:30 AM	18:20 PM
21	14	M	2do.	114	0.28	11:00 AM	18:15 PM
22	17	M	2do.	190	0.33	11:00 AM	18:15 PM
23	16	M	2do.	68	0.48	12:30 AM	18:25 PM
24	17	M	2do.	114	0.39	11:30 AM	18:25 PM
25	16	M	2do.	110	0.32	11:30 AM	18:25 PM

CONCENTRACION DE FLUORURO EN EL AGUA DE CONSUMO: 0.03 PPM

CONCENTRACION DE FLUORURO EN COLECCIONES TOTALES DE ORINA: 0.34 PPM

SALAMA, BAJA VERAPAZ

INSTITUTO DE EDUCACION BASICA POR COOPERATIVA DE ENSEÑANZA SALAMA

NO. MUESTRA	EDAD	SEXO	GRADO	VOL.	CONC. F	1era. Micción	Ultima Micción
1	14	F	3ero.	50	0.22	05:00 PM	9:05 PM
2	14	F	3ero.	136	0.41	02:00 PM	9:00 PM
3	17	F	3ero.	104	0.33	04:00 PM	9:15 PM
4	16	F	3ero.	30	0.26	12:00 PM	9:13 PM
5	13	M	3ero.	174	0.38	04:00 PM	8:00 PM
6	15	M	3ero.	74	0.28	05:00 PM	9:25 PM
7	16	M	3ero.	94	0.22	05:00 PM	9:00 PM
8	15	F	3ero.	152	1.03	03:00 PM	8:15 PM
9	15	M	3ero.	170	0.59	08:15 PM	8:55 PM
10	13	F	3ero.	250	0.30	05:00 PM	8:45 PM
11	16	M	3ero.	220	0.34	12:00 PM	9:00 PM
12	17	F	3ero.	60	0.34	06:30 PM	9:05 PM
13	15	M	3ero.	60	0.34	06:30 PM	8:40 PM
14	16	M	2do.	112	0.60	04:30 PM	9:10 PM
15	15	M	2do.	106	0.34	07:45 PM	8:50 PM
16	16	M	2do.	190	0.60	07:00 PM	8:15 PM
17	14	M	2do.	290	0.21	05:30 PM	8:50 PM
18	15	M	2do.	36	0.31	05:30 PM	9:10 PM
19	17	M	2do.	44	0.36	07:45 PM	9:00 PM
20	16	M	2do.	62	0.43	08:15 PM	9:00 PM
21	15	M	2do.	130	0.41	08:15 PM	8:50 PM
22	14	M	2do.	60	0.24	06:00 PM	9:10 PM
23	14	M	2do.	250	0.21	04:00 PM	9:00 PM
24	17	M	3ero.	114	0.39	06:00 PM	9:05 PM
25	17	M	3ero.	564	0.40	06:00 PM	8:50 PM

CONCENTRACION DE FLUORURO EN EL AGUA DE CONSUMO: 0.1 PMM

CONCENTRACION DE FLUORURO EN COLECCIONES TOTALES DE ORINA: 0.38 PPM

1. Alvarez, R. J. Sugerencias para el seguimiento y vigilancia en la fortificación de sal con yodo y fluor. 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, 1988, pp. 238-248.

2. Alvarez Guerra, T. J. Das Soes, C. Barco y R. Canas. Estudio de la contaminación de agua fluorada en una población española de agua fluorada.

SAN JERONIMO, BAJA VERAPAZ

INSTITUTO MIXTO DE EDUCACION BASICA POR COOP. DE ENSEÑANZA SAN JERONIMO

NO. MUESTRA	EDAD	SEXO	GRADO	VOL.	CONC. F	1ERA MICCION	ULTIMA MICCION
1	16	M	3ero.	60	0.29	04:00 PM	05:20 PM
2	15	M	3ero.	194	0.33	12:00 AM	05:25 PM
3	15	M	3ero.	92	0.44	04:30 PM	05:45 PM
4	15	M	3ero.	240	0.38	11:00 AM	05:25 PM
5	15	M	3ero.	120	0.37	04:30 PM	05:30 PM
6	15	M	3ero.	156	0.39	12:00 AM	05:45 PM
7	15	M	3ero.	90	0.34	01:10 PM	05:20 PM
8	15	M	3ero.	128	0.38	05:05 PM	05:45 PM
9	17	M	3ero.	132	0.30	01:30 PM	05:30 PM
10	16	M	3ero.	66	0.46	12:00 AM	05:25 PM
11	15	M	3ero.	130	0.38	12:50 PM	05:20 PM
12	15	M	3ero.	208	0.39	12:15 PM	05:25 PM
13	17	M	3ero.	250	0.31	02:15 PM	05:45 PM
14	14	M	3ero.	192	0.28	12:00 AM	05:30 PM
15	17	M	3ero.	166	0.44	10:30 AM	05:30 PM
16	16	M	3ero.	232	0.30	10:00 AM	05:20 PM
17	16	M	3ero.	120	0.39	11:30 AM	05:25 PM
18	16	M	3ero.	94	0.33	05:10 PM	05:45 PM
19	16	M	3ero.	200	0.25	12:00 AM	05:15 PM
20	17	M	3ero.	220	0.48	11:00 AM	05:25 PM
21	15	F	3ero.	60	0.18	12:00 AM	05:00 PM
22	13	F	3ero.	95	0.45	12:30 PM	05:15 PM
23	15	F	3ero.	130	0.36	09:00 AM	05:20 PM
24	15	F	3ero.	52	0.32	01:30 PM	05:30 PM
25	14	F	3ero.	134	0.31	07:30 PM	05:00 PM

CONCENTRACION DE FLUORURO EN EL AGUA DE CONSUMO: 0.03 PPM
 CONCENTRACION DE FLUORURO EN COLECCIONES TOTALES DE ORINA: 0.38 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):83-106, 1983.
6. Cjlebna-Sokol, D. Changes in fluoride levels in the blood serum and urine of children with morred enamel. Przgl Lek, 46(12):793-797, 1989. (English abstract.)
7. Collado, P.J. Fluoruria en adultos costarricenses de 20 a 30 años en los estadios de fútbol. Fluoración al día (Costa Rica), 1(1):15-17, 1991.
8. Cremer, H. y W. Buttner. Absorción de los fluoruros. En: Adler, P. Fluoruros y salud. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1972. pp 75-90. (OMS, Monografía No. 59)
9. Day, R.A. Cómo escribir y publicar trabajos científicos. Traducido [del inglés] por Miguel Sáenz. Washington, Organización Panamericana de la Salud, 1990. pp 15-48. (OPS, Publicación científica No. 526.)



10. Díaz, G. Monitoreo biológico para la evaluación de ingesta y excreción de flúor. En: I Curso de Formación de Líderes en Programas de Fluoración de la Sal; Memoria [realizado] del 16 al 21 de septiembre 1991 [por] Programa de Fluoración de la Sal. San José, Costa Rica, 1991.
11. Monitoreo biológico de ingesta y excreción de flúor. San José, Costa Rica, Programa de Fluoración de la Sal, 1992. pp. 5-6. (Manual Técnico No.2).
12. Monitoreo biológico para la evaluación de ingestas y excreciones de flúor. En: II Curso de Formación de Líderes en Programas de Fluoruración de la Sal; Memoria [realizado] del 4 al 10 de octubre de 1992 [por] Programa de Fluoruración de la Sal. San José, Costa Rica, R.G.M. Createc, S.A., 1992. pp. 83-91.
13. Ericsson, Y. Urinary estimation optimal fluoride dosis in domestic salt. Acta Odontol Scand, 29(1):43-51, 1971.
14. Flores, R., A. Noguera y J. Matute. Diseño muestral en las encuestas sobre deficiencia de yodo en C.A. y Panamá. En: Informe de la reunión de trabajo del grupo técnico OPS/OMS/INCAP-UNICEF-JNSPHCC/IDD sobre control de los desórdenes por deficiencia de yodo en América Latina. Guatemala, INCAP, 1989. pp. 13-17.
15. Flores Trujillo, J. Aspectos epidemiológicos de la fluoración. Medellín, Colombia, Universidad de Antioquia, Escuela Nacional de Salud Pública, 1978. pp. 1-46.
16. Gall, F. Diccionario geográfico de Guatemala, compilación crítica. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional, 1983. V.1. pp. 88-91.
17. Gedalia, I. Urinary fluoride levels of children and adults. J Dent Res, 37(4):601-604, 1958.
18. González Avila, M., C.E. Poméz, y R. Sánchez. Fluorosis dental en Guatemala; epimediología y caracterización. Guatemala, Universidad de San Carlos, Dirección General de Investigación, 1989. pp. 54-70. (Cuaderno de Investigación No. 5).
19. Guatemala, Ministerio de Educación. Unidad Sectorial de Investigación y Planificación Educativa (USIPE). Estadísticas Educativas, Guatemala, 1991.



20. Guatemala, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Dirección General de Servicios de Salud. Enriquecimiento de la Sal con fluoruro. Guatemala, 1986. pp. 29-34.
21. Hellon, D.K., G.K. Stookey y J.C. Muhler. Blood and urinary fluoride levels in humans associated with ingestion of sodium fluoride-containing tablets. J Dent Res, 48:1211, 1969.
22. Hennon, D.K., G.K. Stookey y J.C. Muhler. Fluoride excretion with sodium-vitamin tablets. J Dent Res 47:710, 1968.
23. Hodge, H.C., F.A. Smith e I. Gedalia. Excreción de flúor. En: Adler, P. Fluoruros y salud. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1972. pp. 143-219. (OMS, Monografía No. 59)
24. Katz, S., J. McDonald y G. Stookey. Odontología preventiva. fluoruros por vía general y prevención de caries. Buenos Aires, Médica Panamericana, 1975. pp. 215.
25. Largent, E.J. Excreción urinaria de fluoruro en los individuos poco expuestos. En: Adler, P. Fluoruros y Salud. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1972. pp. 151-156, (OMS, Monografía No. 59)
26. Machuca M., S.E. Análisis de la situación de salud por regiones. Guatemala, Oficina Panamericana de la Salud, 1992. pp. 29-97. (Publicaciones Científicas y Técnicas).
27. Marthaler, T. Aspectos cuantitativos del flúor en el cuerpo humano: ocurrencia e ingesta. (Resumen). trabajo presentado durante la Primera Reunión de expertos sobre la fluoración y yodación de la Sal de consumo humano. Antigua Guatemala, Guatemala, Nov. 17-21, 1986. 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. pp. 104-111.
33. Messer, H.H. y L. Singer. Flúor. Traducido [del inglés] por Manuel González. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología. Departamento de Educación Odontológica, 1988. pp. 1-8.
34. Navarro, N. N. Concentración de fluoruro en la orina de los escolares del nivel primario, inscritos en el año de 1993, en la región de salud norte que comprende los departamentos de Alta Verapaz y Baja Verapaz. Tesis (Cirujano Dentista), Guatemala Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología. 1993, pp. 1-98.
35. Newburn, E. Fluorides and dental caries. 2nd ed. Illinois, Charles C. Thomas, 1975. pp. 31-78.
36. Quiñonez A., E.A. Concentración de flúor en el agua de consumo humano del departamento de Izabal. Tesis (Cirujano Dentista), Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1985. pp. 32-67.
37. Sognaes, J. The physiology of fluoride. Int Dent J 12:2, 1962.
38. Sánchez, R.J. Relación entre la concentración de fluoruro en el agua de consumo y la excreción y concentración de fluoruro en orina en una muestra de escolares de las Fincas Bananeras del Municipio de Los Amates, Izabal. Tesis (Cirujano Dentista), Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Odontología, 1992. pp. 8-56.
39. Sánchez, R. Epidemiología de las enfermedades y clínicos del aparato estomatológico de los escolares del nivel primario de Guatemala, estudio por regiones. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1992.

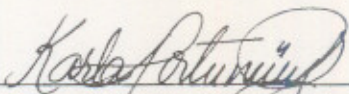


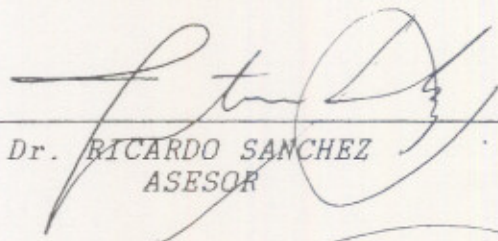
40. Las enfermedades bucales y el flúor. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1992. pp. 1-5.
41. Smith, F.A., D.E. Gardner y H.C. Hodge. Investigations on the metabolism of fluoride. II. Fluoride content of blood and urine as a function of the fluoride in drinking water." *J Dent Res*, 29:596-600, 1950.
42. Smoot, R.C. y J. Price. Química: un curso moderno. México, Continental, 1979. pp. 203-204.
43. Stare, F. Effect of fluorides on bone reconstruction. *Dent Abstracts, ADA*, 13(4):1-3. 1968.
44. Suchinni P., C. Relación entre la concentración de fluoruro en el agua de consumo y la excreción y concentración de fluoruro en orina en una muestra de escolares de las Fincas Bananeras del Municipio de Los Amates, Izabal. Tesis (Cirujano Dentista), Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1992. pp. 8-56.
45. Whiltford, G. Control biológico de la sal fluorada. (Resumen), Trabajo presentado durante la Reunión de expertos sobre fluoración y yodación de la sal de consumo humano. Realizada en Antigua Guatemala, Guatemala, Nov 17-21, 1986. pp. 133-155.
46. World Health Organization. Fluorine and fluorides. Geneva, WHO, 1984. pp. 37-45.
47. Wood, J.H., Ch.W. Keenan y W.B. Bull. Química general. Traducido [del inglés] por Juan Pacheco y José Doria. 2a. ed. Tennessee, Prensa Técnica, 1976. pp. 334-339.
48. Zipkin, I., R.C. Likins, F.J. McClure, y A.C. Streere. Urinary fluoride levels associated with use of fluoridated waters. *Pub Health Rev*, 71:767, 1956.
49. W.A. Lee y N.C. Leone. Rate of urinary fluoride output in normal adults. *Amer J Publ Health*, 47:848-851, 1957.

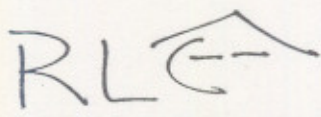
Vo. Bo.


[Handwritten signature]

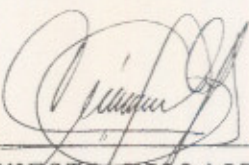



KARLA MARIA FORTUNY GONZALEZ
SUSTENTANTE

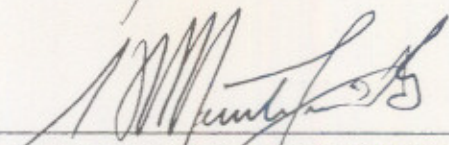

Dr. RICARDO SANCHEZ
ASESOR


Dr. RICARDO LEON
ASESOR

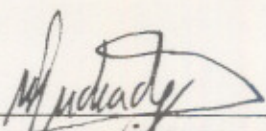

Dr. RONALD PONCE
ASESOR


Dr. ERNESTO VILLAGRAN
COMISION DE TESIS




Dr. ALFONSO DE LEON GODOY
COMISION DE INVESTIGACION

IMPRIMASE:


Dr. MANUEL ANDRADE BOURDET
SECRETARIO



Karla Fortuny
KARLA KARLA FORTUNY GONZALEZ
SUSTENTANTE

Ricardo Sanchez
DR. RICARDO SANCHEZ
ASESOR

Ronald Ponce
DR. RONALD PONCE
ASESOR

RLC
DR. RICARDO LEON
ASESOR



Ernesto Villagra
DR. ERNESTO VILLAGRA
COMISION DE TESIS

Alfonso Leon Godoy
DR. ALFONSO LEON GODOY
COMISION DE INVESTIGACION



Manuel Andrade Bourdet
DR. MANUEL ANDRADE BOURDET
SECRETARIO

IMPRESA: