

CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA
DE ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO DE
EDUCACION, INSCRITOS EN EL AÑO DE 1994
EN LA REGION DE SALUD CENTRAL QUE
COMPRENDE LOS DEPARTAMENTOS DE
ESCUINTLA, CHIMALTENANGO Y SACATEPEQUEZ

TESIS PRESENTADA POR

FLOR DE MARIA MORALES GALAN

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, JULIO DE 1994.

DL
09
+ (1048)

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA

Decano:	Jorge Martinez Solares
Vocal Primero:	Dr: Juan Luis Pérez Bran
Vocal Segundo:	Dr. Angel Rodolfo Soto Galindo
Vocal Tercero:	Dr. Victor Manuel Campollo Zabala
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 Martinez Solares
Vocal Primero: (Miembro JD)	Dr. Juan Luis Pérez Bran
Vocal Segundo: (Asesor)	Dr. Ricardo Sánchez Avila
Vocal Tercero:	Dr. Ronald Ponce De León
Secretario:	Dr: Manuel Andrade Bourdet

ACTO QUE DEDICO

A DIOS:

Por permitirme llegar hoy a este momento y a quién entrego la culminación de mi carrera.

A MIS PADRES:

Lic. Victor Alfredo Morales Rivas
Corina Galán de Morales.
Como una recompensa a sus multiples sacrificios, gracias por su ejemplo, esfuerzo y amor incondicional.

A MIS HERMANOS

A MI FAMILIA

A MIS AMIGOS Y COMPANEROS

DEDICO ESTA TESIS

A GUATEMALA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA

A MIS CATEDRATICOS E INSTRUCTORES

A MIS AMIGOS Y COMPANEROS

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Tengo a bien someter a su consideración mi trabajo de tesis titulado: "CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA DE ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO DE EDUCACION, INSCRITOS EN EL AÑO DE 1994, EN LA REGION DE SALUD CENTRAL QUE COMPRENDEN LOS DEPARTAMENTOS DE ESCUINTLA, CHIMALTENANGO Y SACATEPEQUEZ", conforme lo demandan los estatutos 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 al Dr. Ricardo Sánchez, Dr. Ricardo León y Dr. Ronald Ponce por su asesoría y orientación en la realización de este trabajo, así como al departamento de Bioquímica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, en especial a la Licda. Alba Marina de García por su valiosa colaboración y a todas aquellas personas que hicieron posible la realización de esta investigación.

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

INDICE

	PAG
SUMARIO	1
I INTRODUCCION	2
II PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
III JUSTIFICACION	5
IV REVISION DE LITERATURA	7
V OBJETIVOS	56
VI VARIABLES	58
VII METODOLOGIA	60
VIII PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS	73
IX CONCLUSIONES	90
X RECOMENDACIONES	92
XI LIMITACIONES	93
XII ANEXOS	98
XIII REVISION BIBLIOGRAFICA	104

SUMARIO.

La presente investigación fué realizada en la región de Salud Central que comprende los departamentos de Escuintla, Chimaltenango y Sacatepéquez con el objeto de determinar la concentración de fluoruro en la orina de los estudiantes del nivel medio de educación inscritos en 1994, comprendidos entre las edades de 13-17 años. Los resultados de este estudio servirán de marco de referencia sobre la ingesta del ión flúor, para el control y seguimiento de programas preventivos de caries dental y enfermedad periodontal a través de fluoruración sistémica entre ellos el de la sal de consumo humano. La muestra estuvo integrada por 150 estudiantes de 6 establecimientos de los departamentos de Escuintla, Chimaltenango y Sacatepéquez, siendo 56 (38%) de sexo femenino y 94 (63%) del sexo masculino.

En cada establecimiento se recolectaron muestras de orina de 25 estudiantes , las cuales se analizaron en el laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la USAC, por medio de la técnica del electrodo específico para el ión flúor. Los valores de la concentración de fluoruro en orina de los estudiantes del nivel medio de educación de la región de Salud Central estuvieron comprendidos entre 0.010-0.810ppm. con una media de 0.377ppm. y una desviación estandar de 0.130 ppm. , lo cuál indica una baja ingesta de fluoruro en esta región de salud, por lo que se hace necesario la implementación de programas de fluoruración sistémica.

1. INTRODUCCION

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

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

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

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

En la Facultad de Odontología en el año de 1993 se realizó un

estudio sobre concentración de Fluoruro en orina de escolares en el grupo etario comprendido entre 6-12 años, a nivel nacional, el cual sirvió como un indicador 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 Central que comprende los departamentos de Chimaltenango, Escuintla y Sacatepéquez.

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

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

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala se ha venido trabajando en el planteamiento, desarrollo, legislación e implementación de programas de fluoruración sistémica tales como el de la sal de consumo humano como alternativa de programas preventivos de las principales enfermedades bucales (caries dental y enfermedad periodontal).

Para el desarrollo de estos programas es necesario realizar investigaciones de carácter epidemiológico, entre ello los relacionados con las estimaciones de los niveles de ingesta de flúor en la población a través de la concentración de fluoruro en la orina. 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: Cúal es la concentración de fluoruro en la orina de los estudiantes del nivel medio, comprendidos entre las edades de 13-17 años inscritos en 1994, en la región de salud Central que comprende los departamentos de Escuintla, Chimaltenango y Sacatepequez. Cúal es la concentración de fluoruro en el agua de consumo de los diferentes establecimientos donde se realizó el estudio . Cúal es la concentración de fluoruro en las colecciones totales de orina de los estudiantes del nivel medio de educación.

3. JUSTIFICACION

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

Para la realización de estos programas es necesario hacer estudios base, para determinar la ingesta de fluoruro en la población, los cuales se pueden hacer analizando fluidos corporales como la orina, que es la más comúnmente utilizada por su confiabilidad y su fácil recolección. Se recomienda realizar los estudios basales en diferentes grupos de edad, porque la edad es el factor que más fuertemente influye en la captación de flúor por los tejidos calcificados, es decir el estado de desarrollo del esqueleto. Longwell informó que los niños de 4 a 5 años excretan 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 etáricos 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 Central que comprende los departamentos de Chimaltenango, Escuintla y sacatepequez. Los estudiantes están comprendidos entre los 13-17 años porque constituyen un grupo homogéneo, constante en el tiempo, ubicados en todas las áreas del país, distribuidos por niveles o grados, distribuidos por sexo.

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

Los resultados obtenidos servirán para estimar la ingesta del ión flúor para llevar control de los programas de fluoruración sistémica y poder modificar las dosis de fluoruro que se deberán aplicar en programas preventivos de este tipo.

REVISION DE LITERATURA.

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

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

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

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

Ante estos problemas la respuesta de la estomatología

guatemalteca ha sido inadecuada e insuficiente, lo que refleja en las magnitudes de los índices conocidos y su tendencia es a mantenerse o a incrementarse. Debido a las perspectivas anteriores, se hace evidente que la implementación de programas preventivos sería el único medio que permitiría la reducción de la prevalencia de estas enfermedades. (38)

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

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

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

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

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

fuerte poder de reacción química hace que el elemento flúor no se encuentre libre, por esta razón , el flúor es muy difundido en la naturaleza. (46)

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

La materia comercial del flúor, es el mineral fluorita, llamado también espatofluor o calcita (CaF_2 fluoruro calcio). (46)

Debido a su abundancia y gran capacidad de combinación se encuentra también en el cuerpo humano, siendo necesario para el organismo y la salud. Por su comportamiento químico el ión flúor es fisiológicamente el más activo de todos los iones elementales, en presencia de una concentración baja de este ión puede producirse una inhibición o exaltación de ciertos procesos enzimáticos, y el propio ión puede dar lugar a interacciones de gran importancia fisiológica con otros componentes orgánicos o inorgánicos del cuerpo humano.

CLASIFICACION DE LOS FLUORUROS

Diseminados a lo largo y ancho de la superficie terrestre existe una apreciable cantidad de fluoruros. Se conoce en general dos tipos de fluoruros: los orgánicos (fluoracetatos, como fluorfosfatados y fluorcarbonos) y los inorgánicos. Con la excepción de los fluoracetatos los otros fluoruros orgánicos no se producen como tales en la naturaleza. (15, 35)

Tanto los fluoracetatos como los fluorfosfatos son

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

EFFECTO REDUCTOR DE LA CARIES

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

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

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

fluorapatita y a la hidroxiapatita, y la fuerza directriz esta en favor del depósito más que la disolución del esmalte. La placa dental tiende a actuar como barrera de difusión y anular el efecto protector de la saliva.

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

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

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

La primera es la más aceptada y mejor fundamentada. Basándose en ella se pueden resumir los complejos mecanismos de la reducción de la caries, así:

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

c) Al producirse la reprecipitación de los fosfatos de calcio disueltos, el flúor favorecerá su cristalización como flúorapatita.

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

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

b) La inhibición del acúmulo de polisacáridos intracelulares. En esta forma se previene la acumulación de carbohidratos dentro de las células, impidiendo así la formación de ácidos aún cuando no haya ingesta.

c) Efecto bacteriostático de flúor, aunque solo se manifiesta con concentraciones mayores que las ideales. El flúor tiene efecto bactericida y bacteriostático sobre los estreptococos y, como es sabido el mutans es el principal formador de la placa sacarosa dependiente. Esta acción está en relación a la concentración, habiéndose comprobado que 1 ppm afecta la producción de ácidos y altera la actividad metabólica, 250 ppm inhiben el crecimiento y 1000 ppm tienen efecto bactericida.

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

VIAS DE INGESTA DE FLUOR.

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

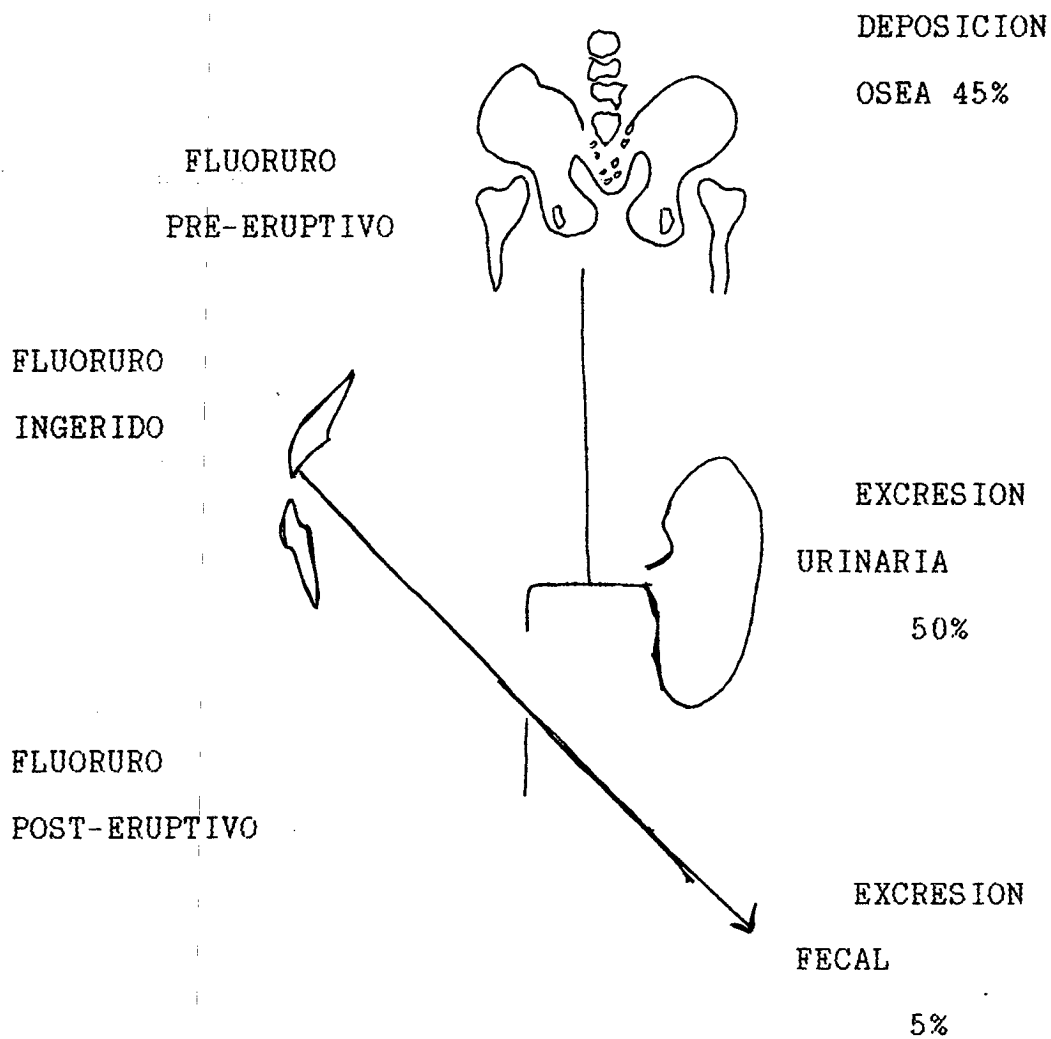


Figura No. 1

DISTRIBUCION DE LOS FLUORUROS

AIRE

Pueden encontrarse concentraciones inusuales de fluoruro en el aire, en localidades cercanas a fábricas que producen acero o aluminio, donde el fluoruro es utilizado en dichos procesos, o bien donde exploten y procesen minerales como criolita (Na_3AlF_6). Normalmente, el aire, debería contener aproximadamente 0.1 microgramos de fluoruro / m. ; mientras que concentraciones tan altas como 3mg/m pueden ser inspiradas por trabajadores en fábricas de aluminio. La absorción del fluoruro puede ser estimada de datos en huesos y orina. Por lo tanto, cuando aumenta la ingesta de fluoruro se encontrará más de éste en los huesos o en la orina.

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

AGUA POTABLE

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

La concentración de flúor en aguas naturales fluctúa entre

niveles casi no detectables y un valor reportado de 2800 ppm.

El nivel óptimo para la reducción de caries dental sin producción indeseable de dientes moteados es de 1 ppm para climas templados, lo que provee una ingesta diaria total de 0.5 a 1 mg. de flúor por día a niños durante el período de formación dental y 1.5 a 2 mg. a los adultos. (33)

EL FLUOR EN LA DIETA DIARIA DEL HOMBRE

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

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

que el ión flúor sea absorbible. (35)

POSIBLE CANTIDAD DE FLUOR EN DIETA DIARIA

Considerando que los alimentos en la dieta diaria pesan 2 Kg. y el contenido promedio del flúor en los alimentos es de 0.3 a 0.5 mg/kg. una persona podría estar recibiendo 0.6 a 1 mg. de flúor por día en los alimentos. (15)

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

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

Una dieta balanceada en el adulto debería consistir en:

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

INGESTION A PARTIR DE LOS ALIMENTOS

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

de iones de flúor disponible es variable. (5)

INGESTION A PARTIR DE PREPARADOS FLUORADOS

Para la prevención parcial de la caries se suelen utilizar comprimidos y pastillas que contienen 1 mg de F en forma de fluoruro sódico y que permiten administrar la dosis óptima de fluoruro sódico y que permiten administrar la dosis óptima necesaria. Si los comprimidos se ingieren con las comidas, la absorción del fluoruro es casi completa. Si bien depende de la composición del régimen alimenticio; si se toman entre comidas, la absorción es tan completa como en el caso del fluoruro sódico ingerido con el agua.

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

METABOLISMO DE LOS FLUORUROS

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

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

(44)

METABOLISMO GENERAL DEL FLUORURO

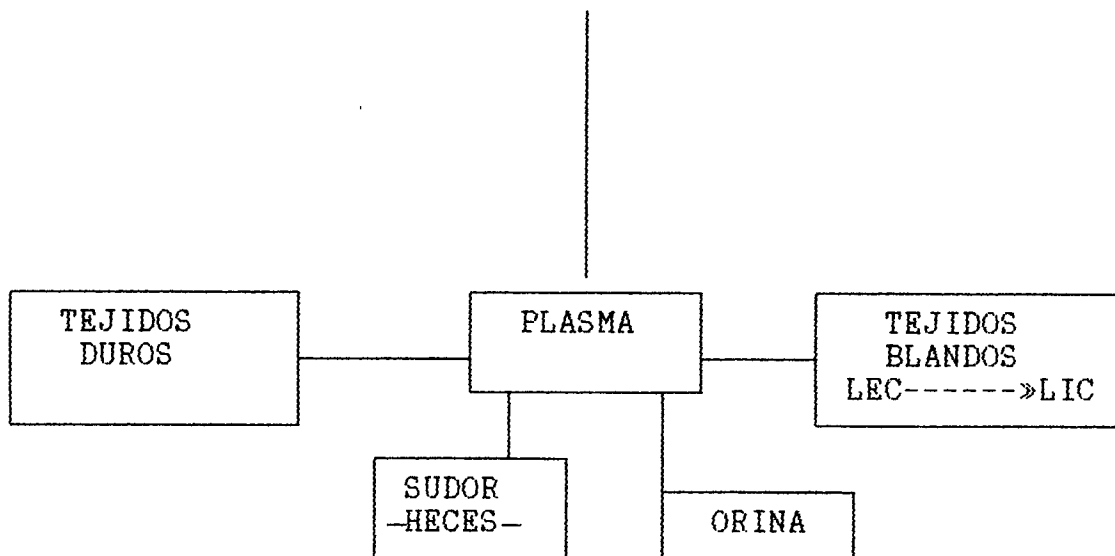


FIGURA 2. Metabolismo general del fluoruro. Los destinos finales del fluoruro absorbido en climas templados con su captura de los tejidos calcificados y excreción por la orina. La pérdida del fluoruro por el sudor puede ser una vía importante en los climas tropicales.

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

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

distintas épocas. (35).

ABSORCION DE FLUORURO

Debe ser definida como el transporte de materiales a través del lumen del tracto gastrointestinal, donde son absorbidos, por los capilares y distribuidos por todo el cuerpo para su utilización. (34)

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

Conviene recordar algunos aspectos generales:

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

Los compuestos inorgánicos, en función de su solubilidad, liberan iones flúor que posteriormente son absorbidos. En relación con los efectos del flúor es importante indicar que solamente el ión flúoruro desempeña un papel importante. (8)

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

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

ingestión , etc..

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

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

MECANISMO Y LUGAR DE LA ABSORCION

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

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

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

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

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

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

Mas del 95% de la absorción del flúor ingerido ocurre a través de la mucosa gastrointestinal, ganando acceso a los fluidos y tejidos del cuerpo humano. La absorción también puede ocurrir a través de la mucosa bucal, particularmente de soluciones acidificadas, pero la tasa es muy baja comparada con la absorción gastrointestinal. (5, 33, 34, 44)

Como se mencionó con anterioridad este proceso es realizado por difusión directa y simple, más que por transporte activo, que requiere energía y procesos enzimáticos.

La tasa de absorción de los fluoruros que se ingieren es

usualmente rápida, toda vez que se trate de fluoruros solubles en agua y que los iones que puedan combinarse con los fluoruros solubles estén en muy bajas concentraciones (calcio, magnesio, hierro, aluminio).

Generalmente, se acepta que si se reúnen estas condiciones, la mitad del tiempo para la absorción es de aproximadamente 30 minutos (el tiempo que toma absorberse el 50% del remanente del fluoruro no utilizado). Hasta el 75% de una dosis ingerida se absorberá en la primera hora y aproximadamente el 90% en 8 horas. Los niveles de flúor en el plasma aumentan en las mediciones antes de los primeros cinco minutos que siguen a la ingestión. Esto indica que a diferencia de muchas otras sustancias, los fluoruros son rápidamente absorbidos a través de la mucosa gastrointestinal (35, 44)

Este proceso es influenciado por el pH del medio, y si éste es menor de 3 la mayor cantidad de flúor esta en forma de HF cuyas moléculas, por ser de volumen mas pequeño que el ión flúor, se difunden mas rápidamente; por esto al ser el pH del estómago de 1 a 3, llega a una rápida penetración y absorción directamente desde este órgano. (5)

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

fluoruros para alcanzar su punto máximo en el plasma, están inversamente relacionados con el pH del contenido gástrico. (44)

Se ha demostrado que:

- 1) Existe una relación directa entre la velocidad de la difusión y el área de la pared intestinal a través de la que tiene lugar éste proceso.
- 2) Que los tóxicos enzimáticos (ejemplo cianuro sódico, yodoacetato sódico o 2.4-dinitrofenol) no alteran la difusión de adentro hacia afuera de las distintas partes del intestino.
- 3) Las variaciones de la temperatura entre 30 y 37 grados centígrados no ejercen influencia alguna en la difusión del ion fluoruro a través del intestino.

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

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

Cabe preguntarse hasta que punto la dureza del agua puede dificultar la absorción del fluoruro. A este respecto se sabe que, entre todos los elementos inorgánicos que se encuentran en el agua potable, sólo el calcio y el magnesio suelen alcanzar una

concentración suficiente (de 1 ppm en las aguas muy blandas a 100 ppm en las muy duras) para combinarse con el ion flúor.

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

Tanto los compuestos del flúor que se encuentran naturalmente en el agua como los que añaden a la de abastecimiento público (NaF, Na₂SiFa, HF, (NH₄)₂ SiFa) con el objeto de aumentar hasta un ppm la concentración de flúor, libera iones de flúor que son absorbidos casi totalmente en el conducto gastrointestinal. (8)

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

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

a la coagulación de leche en el estómago y a una difusión incompleta de los fluoruros.

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

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

La absorción de los fluoruros presentes en los alimentos depende de la solubilidad de los fluoruros orgánicos presentes en la dieta y de la riqueza en calcio de ésta.

Aproximadamente se absorbe el 80% de los fluoruros existentes en la alimentación humana. Si se añaden compuestos de calcio (fosfatos o carbonatos cálcicos) o de aluminio, la absorción disminuye de una manera notable (hasta un 50%) debido a que el fluoruro se combina para dar compuestos menos solubles con el consiguiente aumento de la cantidad eliminada en las heces.

Los compuestos de flúor solubles que se añaden a la dieta normal del hombre se absorben con la misma facilidad que si estuvieran disueltos en agua, mientras que la absorción de los compuestos de flúor menos soluble añadidos a los alimentos es un 20% menor. (8)

LUGAR DE LA ABSORCION

Los trabajos con el ^{18}F realizados en el hombre y en los

animales domésticos hacen pensar que la absorción de los fluoruros se efectúa en el estómago y porciones del intestino delgado, a juzgar por la rápida aparición de éstos en la sangre.

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

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

El fluoruro se absorbe rápidamente y se excreta al poco tiempo por la orina, donde en las 12 horas siguientes a la ingestión, puede encontrarse por lo menos el 75% de fluoruro. (8, 35)

El fluoruro puede penetrar ocasionalmente en el organismo por absorción cutánea por ejemplo cuando se maneja fluoruro de hidrógeno. La absorción de fluoruro en forma de fluoruro de hidrógeno, vapores o polvo de compuestos fluorados puede tener importancia en el campo de la higiene del trabajo. La absorción del fluoruro por los pulmones es rápida y casi total. (8)

DISTRIBUCION

Debido a la presencia casi universal del flúor en los alimentos y en agua, la ingestión de este elemento es inevitable y muy probablemente se ha producido a lo largo de todo proceso evolutivo del hombre. Esta circunstancia explica la presencia constante de fluoruro en los tejidos y en los líquidos orgánicos. (8)

Después de la absorción, los fluoruros pasan a la sangre para

su distribución en todo el cuerpo y su excreción parcial. (44)

Las concentraciones plasmáticas normales del flúor se ubican de 0.02 a 0.05 ug/ml cuando se tiene una ingesta óptima de 1.5 a 4 mg por día; en colectividades con agua fluorurada a razón de 1 mg. por litro el nivel fluoruro en el plasma en ayunas, es de 0.02 mg. por litro aproximadamente y su concentración en orina es unas 50 veces mayor. Después de la ingestión de fluoruros (dieta, agua) y su absorción, su concentración en el plasma empieza a subir casi de inmediato, antes de los 5 minutos, hasta alcanzar su valor máximo una hora después (de 30' a 60'). De tres a seis horas después se aproxima a los niveles anteriores de la ingestión. (11) El plasma constituye un medio adecuado para determinar el contenido de fluoruro en los líquidos orgánicos. Los resultados son más precisos que en la sangre completa, debido a la desigual distribución de fluoruro entre los glóbulos rojos y el plasma. A igualdad de volumen, el contenido de fluoruro de los hematíes equivale al 40-50% del plasma, en el que se encuentran las tres cuartas partes de fluoruro hemático total.

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

fluoruros se basa fundamentalmente en el gran volumen de líquidos extracelulares en los que se diluye el fluoruro absorbido. (8)

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

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

Tal como se indicó anteriormente, la ingesta es sólo un aspecto de ese asunto. Los niveles de flúor en el plasma, orina y tejidos, también son influenciados por los aspectos cuantitativos del metabolismo de los fluoruros en cada individuo, al grado de que ellos pueden no estar directamente relacionados con la ingesta de los fluoruros. (44)

Del plasma los fluoruros se difunden hacia los fluidos extra e intracelulares de la mayoría de los tejidos blandos donde rápidamente se establece una distribución de equilibrio dinámico. (44) Se exceptúan los tejidos del cerebro y tejido adiposo, donde la penetración es lenta y las concentraciones de fluoruro son relativamente bajas.

El término "equilibrio dinámico" indica que las concentraciones de flúor en los fluidos extra e intracelulares no son iguales, (los niveles intracelulares son ligeramente menores) además de que cambian proporcional y simultáneamente.

De esta manera, después de consumir sal fluorada o fluoruro de otras fuentes, se da un incremento temporal de los niveles de fluoruro del plasma y de otros fluidos del cuerpo humano. Estos fluidos incluyen los especializados del cuerpo humano, verbigracia la saliva de los conductos salivares, el fluido del surco gingival, la bilis y la orina. Durante el curso del día y de acuerdo al patrón de ingestión, sin embargo, los fluidos orgánicos elevan sus niveles de fluoruros y luego caen varias veces. (44)

Mientras los niveles de plasma aumentan, las concentraciones de fluoruro en los diferentes tejidos blandos también se elevan. El punto más alto de los niveles en el plasma usualmente siguen a una rápida caída en la concentración. Esto se debe, a que gran cantidad de fluoruro ha sido absorbida y a que una rápida clarificación del plasma ocurre en los riñones y los tejidos calcificados. (44)

Por el comportamiento del flúor en el plasma descrito anteriormente, perfectamente se puede llevar a cabo el control de ingesta de flúor; sin embargo, es importante considerar que la punción venosa para la obtención del plasma, representa un primer tropiezo en estudios de población tanto por su alto costo como por la poca participación en forma voluntaria de las personas seleccionadas; además las concentraciones tan bajas de flúor en el plasma nos lleva al límite de sensibilidad del electrodo específico (10-6M) usado para su medición, debiendo usarse el método de difusión y no el directo, aumentándose el costo y el tiempo de análisis. (11) Es importante tomar en cuenta que las concentraciones de flúor de la orina que entra a la vejiga,

concuerta minuto a minuto con los niveles de flúor en el plasma aún cuando los niveles de flúor en la orina son más altos. (44)

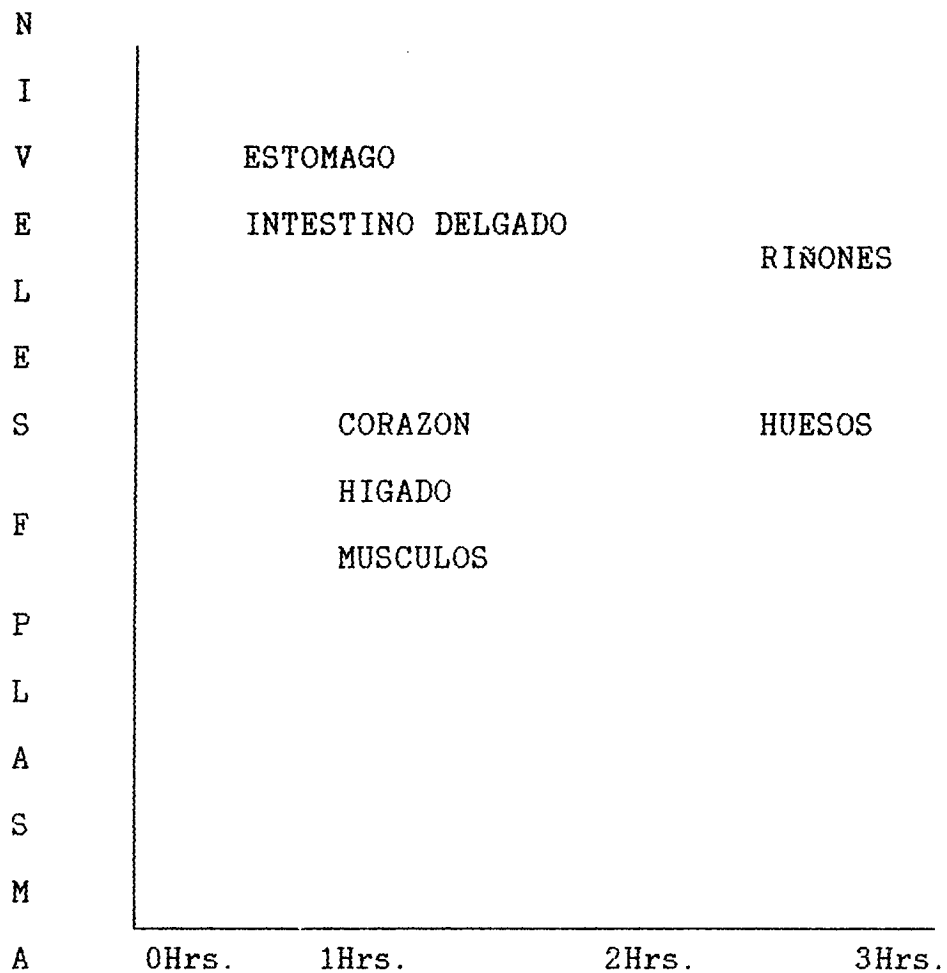


FIGURA 3. Cambios de las concentraciones de fluoruro en plasma después de la ingesta de pequeñas cantidades del ión. Se muestran los tejidos principales que determinan el curso. Las concentraciones no son indicadas; dependerán del tamaño de las dosis. El punto más alto usualmente se alcanza entre 30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

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

retenida en ellos, mientras el resto se excreta rápidamente.

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

Debido a la gran afinidad del flúor por la apatita, los tejidos calcificados adquieren, las más altas concentraciones del ión de todos los tejidos, aproximadamente el 99% del ion flúor se asocia a estos tejidos. (33, 34) En ellos existe fundamentalmente en forma de flúor apatita ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$). En esta fase está grandemente unida a los minerales pero no es irreversible.

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

Los tejidos calcificados, normales o ectópicos, tienden a fijar fluoruro, existiendo una relación lineal entre el contenido de fluoruro del esqueleto humano y aguas potables. Esto se debe, a que la mayor parte del fluoruro que se ingiere proviene del agua, aunque esta aportación puede variar. El fluoruro se fija en la matriz cristalina mineral de los huesos y dientes y posiblemente también en la superficie de los cristales. (8)

El factor que más fuertemente influye la toma de flúor por los tejidos calcificados es la edad de las personas, es decir el estado de desarrollo del esqueleto. (44, 48). Existen varios hallazgos relevantes en estudios hechos en humanos. Zipkin y colaboradores

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

(48) Gedalia, por su parte informó que las concentraciones de flúor en la orina de niños de 1 a 3 años de edad, eran tan solo la mitad de aquella de niños de 4 a 6 años de edad. (17)

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

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

Los factores que determinan la incorporación del flúor a las estructuras dentales son esencialmente los mismos que el caso de los huesos. Al igual que estos, los dientes también fijan el fluoruro más rápidamente durante el período del crecimiento y el desarrollo. Sin embargo, el tejido dentario se diferencia de los huesos en que una vez formado, no se reestructura. Por otra parte la poca permeabilidad de la dentina madura y sobre todo del esmalte, determina una restricción iónica que no se observa en el tejido óseo. En las fases iniciales de la odontogénesis, la escasa calcificación apenas dificulta el transporte iónico. Por lo tanto,

durante los períodos de formación y calcificación es máxima la absorción de fluoruro por la dentina y el esmalte. Aún después determinado el crecimiento, la fijación de fluoruro sigue siendo apreciable durante algún tiempo, probablemente porque los dientes incompletamente calcificados prosiguen su proceso de mineralización. (15)

EXCRECION

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

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

EXCRECION FECAL

Aproximadamente del 5 al 10% de la excreción diaria de fluoruro se realiza por las heces; sin embargo, si la alimentación contiene compuestos de flúor relativamente insolubles o compuestos que precipitan el fluoruro (ej: sales de calcio o aluminio), la excreción fecal puede ser considerablemente mayor, llegando hasta

el 30% o más. Por lo anterior, además de lo difícil de manipular este tipo de materia y la dificultad de manejar cantidades exactas de la misma, son razones que no permiten que se realicen exámenes de rutina con este tipo de muestra.

EXCRECION POR EL SUDOR

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

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

EXCRECION POR LA SALIVA

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

Aunque la metodología de recolección de la muestra, principalmente de la glándula parótida se logra estandarizar y ejecutar en un tiempo aproximado de cuatro minutos, para estudios de población y excreción en 24 horas no se presenta como una buena alternativa; además de que sus niveles de fluoruro están usualmente

cerca del límite de sensibilidad del electrodo, al igual que en plasma, aumentándose el costo y el tiempo del análisis.

EXCRECION URINARIA

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

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

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

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

INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE INGESTION DEL FLUORURO

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

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

En la mayoría de estos grupos la concentración urinaria de fluoruro suele ser bastante baja (de 1 a 2 ppm o incluso menos).

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

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

saturados ". En los 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, (46) muestran que el contenido de fluoruro en la orina de adultos, correspondía estrechamente al contenido natural de flúor en el agua de consumo. En lugares donde el agua estaba libre de flúor el contenido del ión en la orina de adultos fue de 0.3 a 0.5 ppm.

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

concentración urinaria media aumentó de 0.06 a 1.12 ppm (diecinueve veces más).

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

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

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

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

VARIACIONES INDIVIDUALES

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

individuo ingiere gran cantidad de líquidos puede emitir una orina diluida con una concentración más baja en fluoruro.

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

EXCRECION EN LOS INDIVIDUOS POCO EXPUESTOS

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

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

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

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

Esta rápida excreción tiene gran importancia como mecanismo protector en caso de intoxicación grave por fluoruro: en general,

el individuo fallece a las cuatro horas siguientes a la intoxicación o recobra la salud. La brevedad de este período crítico se debe en parte a la rápida eliminación del flúor de la sangre y los líquidos extracelulares por vía renal y en parte a la celeridad con que se deposita en el sistema óseo. (23)

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

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

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

La prueba más clara de las diferentes reacciones del esqueleto del niño y del adulto se encuentran en los análisis de muestras de orina realizados en el condado de Montgomery, (Maryland, E.E.U.U.), antes y después de la fluoración del

agua potable. La concentración urinaria de fluoruro en los adultos de 30 a 39 años aumentó inmediatamente después de fluorar el agua, pasando en un mes de 0.3 ppm a 1ppm, que era la concentración utilizada en el agua potable, y manteniéndose a partir de entonces entre 0.9 ppm y 1 ppm. La concentración urinaria de flúor en los niños de 5 a 14 años sólo ascendió de 0.3 ppm a 0.6 ppm en tres meses para

alcanzar 0.8 ppm a los 2 años y 0.9 ppm a los 3 años. "La diferencia en la concentración de flúor en la orina de adultos y niños (que no habían consumido agua fluorada antes de la fluoración con 1ppm de flúor), durante el período inicial de exposición a agua fluorada, sugiere que la madurez del tejido óseo humano, influye en su capacidad para retener fluoruro." (48)

El esqueleto de los sujetos más jóvenes con sus numerosos cristales hidratados, pequeños y pesados, es mucho más eficiente para la remoción del flúor del fluido extracelular que el esqueleto de aquellos individuos más viejos, que es más denso y compacto. (44)

MECANISMO DE LA EXCRECION URINARIA

La extraordinaria rapidez con que se elimina el fluoruro se manifiesta claramente en el hecho que 1 mg de fluoruro, consumido, absorbido y probablemente distribuido en la reserva halogenada normal del organismo (100 a 150 gms de cloruro), es tratado por el riñón de un modo tan rápido que aproximadamente la tercera parte aparece en la orina a las 4 horas siguientes a la ingestión. Varios estudios han demostrado que no parece necesario buscar un mecanismo especial de excreción si se demuestra que la depuración renal puede explicar por sí sola la celeridad con que aparece en la orina una

proporción apreciable de una pequeña dosis oral. Otros estudios señalan la depuración de fluoruro: a) fue siempre mayor que la de cloruro, b) aumento con el flujo urinario y c) fue siempre inferior a la depuración de creatinina.

La rapidez de la excreción urinaria de flúor puede explicarse por la acción de los mecanismos renales normales sin necesidad de pensar en una secreción tubular de fluoruro, pues como se mencionó anteriormente, la depuración de fluoruro es menor que la de creatinina. No cabe duda pues, de que la eliminación de fluoruro de la circulación se hace por filtración glomerular y que la rapidez de su excreción puede atribuirse a una reabsorción tubular menos eficaz. (8, 31).

La primera determinante de la excreción renal de fluoruro, es la tasa de excreción glomerular (TFG). Esta es la velocidad mediante la cual el ultrafiltrado del plasma pasa a través de los capilares glomerulares y entran en los túbulos del riñón. Esto constituye un ultrafiltrado, dado que es esencialmente idéntico al plasma en su composición, excepto que no contiene eventualmente proteínas. La tasa mediante la cual el fluoruro entra a los túbulos, por lo tanto, es igual al producto de la TFG y la concentración del flúor en el plasma.

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

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

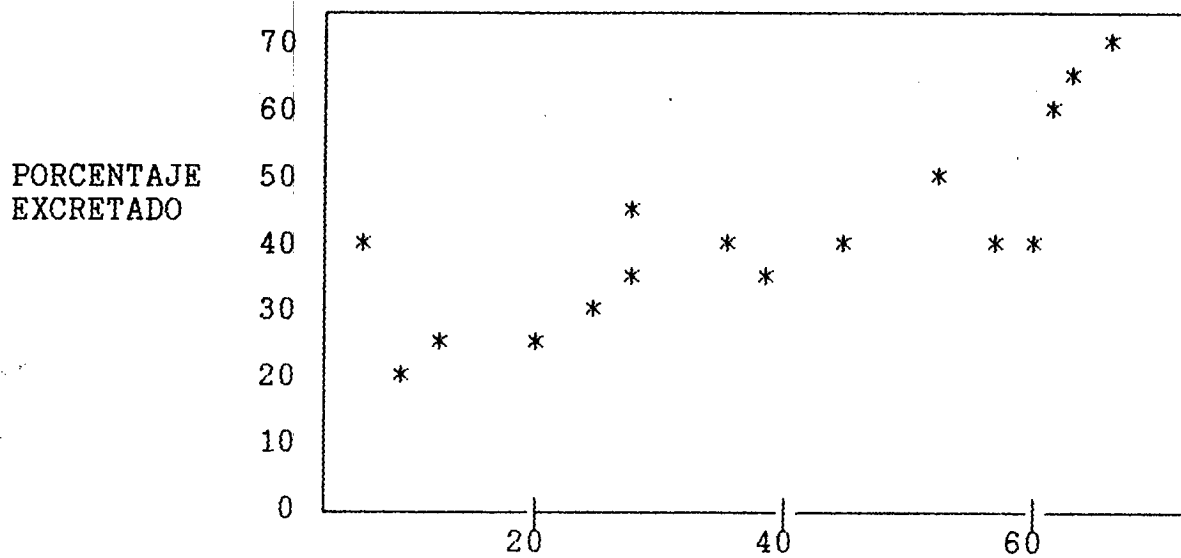
A los 2 o 3 años de edad y luego a través de la mayor parte de la edad adulta, la tasa de filtración glomerular se estabiliza a un valor fraccional relativamente constante del peso corporal (1.3 a

2.0 ml/min/Kg) (Fig. 4a). A medida que disminuye la masa renal funcional en la senectud o en ciertos tipos de enfermedad renal, se reduce la tasa de filtración glomerular. También se reduce durante el sueño, el ejercicio moderado o fuerte y en los periodos de tensión física o emocional.

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

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

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



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

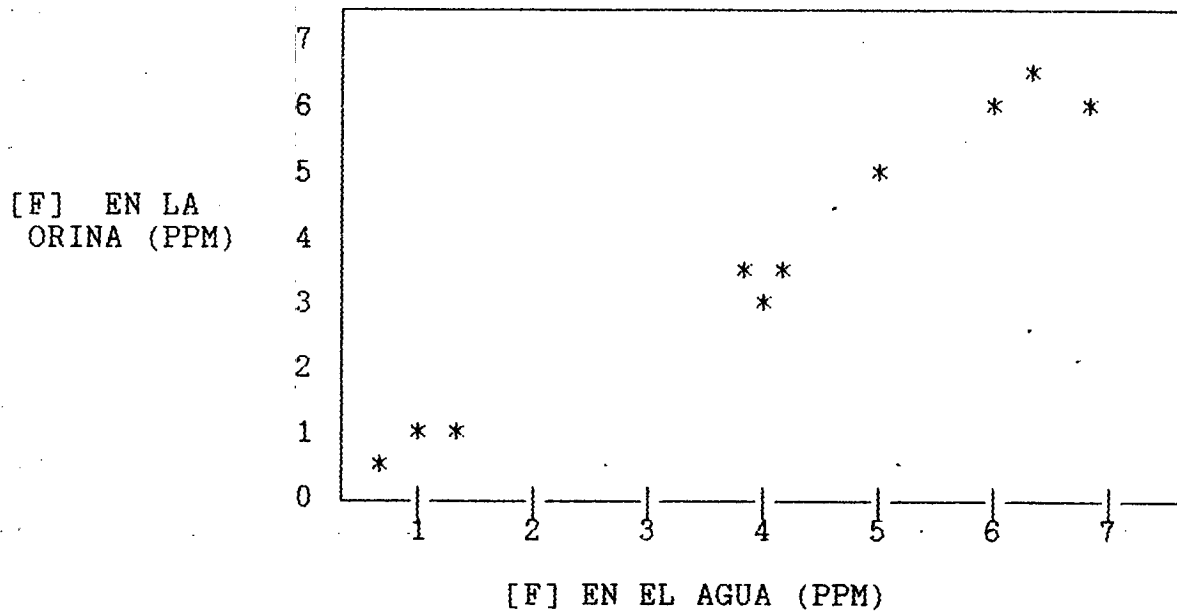


Figura 4.

CONTROL DE LA EXPOSICION AL FLUORURO

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

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

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

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

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

DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

MONOGRAFIA DE LA REGION CENTRAL

CARACTERISTICAS FISICAS Y DEMOGRAFICAS (REGION CENTRAL)

La Región Central del país está integrada por tres departamentos: Escuintla, Sacatepéquez y Chimaltenango; conformados a su vez por 45 municipios. Está situada en el altiplano central, en las formaciones montañosas de los Volcanes de Agua, Fuego, Acatenango y Pacaya; presenta además una importante franja en el litoral del Pacífico.

La población para 1990, se estimó en 1,035,213 habitantes, concentrados en una superficie de 6,828 km²; la cual representó para ese mismo año, el 11.25% del total de la población de Guatemala. El departamento de Sacatepéquez es el de menor extensión con 465 km² y, el mayor los constituye Escuintla con 4,384 km²; los tres presentan una densidad de población relativamente alta con 376,169 y 120 habitantes por km², respectivamente.

El 55.8%, del total de la población para 1990, era rural y el 42.2% urbano. El 51.9% corresponde al sexo masculino y el 48.1% al femenino, lo cual da como resultado que para ese año se estimaran 108 hombres por cada 100 mujeres. El 35.9% de la población de la región pertenece a la etnia indígena, compuesta mayormente de hablantes de Cakchiquel.

El departamento con mayor población indígena es Chimaltenango con el 71.9%, le sigue Sacatepéquez con 42.1% y Escuintla con 8.9%.

La población de la Región Central, además de ser mayoritariamente rural, es joven como lo demuestra distribución etárea, típica de un país subdesarrollado, con una población de menores de 15 años, de 44.8%; los cual conforma una pirámide de población de base ancha. El grupo adolescente de 10 a 19 años, contribuye con un 23.51% y la juventud integrada por la población de 15 a 25 años, con 19.4%; mientras que la población anciana sólo representa el 5.12% del total.

Las mujeres de 15 a 49 años, representaron en 1990, 219,641 personas, es decir, el 21.21% de la población de la región. El 15.12% de los nacimientos ocurrió en madres menores de 20 años y el 54.59% en el de las madres de 20 a 30 años; el grupo de mayores de 40 años, representa sólo el 4%.

Una característica importante de la Región V es el flujo trabajadores migrantes que llegan del altiplano a Escuintla cada año, a las cosechas de algodón, café y corte de caña de azúcar. Se calcula que en época de cosecha pueden reunirse hasta 200,000 trabajadores temporales. Un porcentaje importante se desplaza con su familia y habita, en general, en condiciones infrahumanas, determinando esto sus perfiles de enfermedad, incapacidad y muerte.

ASPECTOS SOCIOECONOMICOS

La región Central tiene un desarrollo económico y social disímil. De los tres departamentos, Escuintla es el que presenta un mayor desarrollo, dada sus actividades agrícolas e industriales con alto grado de tecnología, además que sus recursos naturales son de excelente calidad. Su producción principal es la agrícola, dentro de la cual figuran en primer término las producciones de caña de azúcar, algodón y café; y la producción de ganado bovino y procesadores de derivados de la leche. Cuenta también con importantes ingenios azucareros, beneficios de café, refinería de petróleo y uno de los puntos de mayor movimiento del país, el Puerto Quetzal.

Los datos de tenencia de la tierra del departamento de Escuintla demuestran la desproporción de la misma: el 47.7% de las microfincas posee únicamente el 4.5% de la superficie, con un promedio de manzanas de 2,235.

Los departamentos de Chimaltenango y Sacatepéquez tienen una producción predominantemente agrícola y artesanal realizada en minifundios; en las fincas mas grandes hay una producción cafetalera importante. La tenencia de la tierra en Chimaltenango tiene una estructura similar a Escuintla, con 0,9% de las fincas medianas que ocupan el 36.4% de la tierra cultivada y 0.05%, el 37.7%, y las grandes, 0.02%, el 0.7% de la tierra.

La población económicamente activa (PEA) de la región para 1990, representó un total de 314,871 personas (30.4% de la población total), de las cuales solamente 142,990, es decir, el 45.4% estuvieron en calidad de ocupadas. El sector primario

absorbió alrededor del 50% de todas las actividades; el sector secundario, el 20% y el terciario, el 30%; estas cifras demuestran el predominio de las actividades agrícolas y de servicios. La mayoría de la PEA es asalariada(52.3%), aunque hay un buen porcentaje de trabajadores por cuenta propia. La Región Central contribuyó con Q. 2,138.1 millones al producto interno bruto, o sea, aproximadamente el 10.8% de la cifra nacional.

Ya se mencionó la movilización masiva de grupos humanos que representan poblaciones enteras del altiplano que arriban en búsqueda de mejorar sus condiciones económicas precarias, lo cual impone cambios bruscos en sus patrones de vida.

El analfabetismo afecta al 40% de la Región Central; Chimaltenango es el departamento que presenta el mayor índice, con el 48% sigue Escuintla con 41% y, en menor grado, Sacatepéquez con el 28% (el índice nacional es 49%). Hay un déficit de infraestructura de educación primaria de 35.7% y de 86.7% en educación media. Se calculan 1.33 maestros por cada mil habitantes de la región, cifra que contrasta con la del nivel nacional, cuyo valor es de 5.84% por cada mil habitantes. Hay una serie de factores que inciden en este problema, entre los que se pueden destacar la pobreza generalizada, la dispersión de la población, las migraciones, las fallas de sistema educativo y el bajo número de maestros.

Aproximadamente el 60% de los hogares de la región percibe un ingreso menor de Q160.00 mensuales, lo cual refleja la situación de pobreza en que vive la población: el 87.4% de las familias viven en situación de pobreza y el 66.9% en pobreza extrema. Sacatepéquez es el departamento que presenta el índice de pobreza de familias,

mas bajo de la región con 82.8%, y de extrema pobreza de 65.2%. Escuintla y Chimaltenango tienen similares porcentajes de pobreza, pero la extrema pobreza es mayor en Chimaltenango con 71% mientras Escuintla registra el 66%.

Hay un déficit de viviendas para la región de 97,103, la mayoría de las casas no cuentan con agua ni sistemas de drenajes.

EPIDEMIOLOGIA DE LAS ENFERMEDADES Y TRASTORNOS CLINICOS DEL APARATO ESTOMATOGNATICO DE LOS ESCOLARES DEL NIVEL PRIMARIO DE LA REGION DE SALUD CENTRAL. (38)

Las principales conclusiones de este estudio son las siguientes:

- 1 La mayoría de los escolares, el 93% afirman efectuar limpieza de su boca con una frecuencia regular de 2 a 3 veces al día. Casi tres tercios de los escolares refieren que tienen y usan el cepillo dental, y que han aprendido a usarlo a través de la madre principalmente; también el padre y el maestro son proveedores importantes de esta instrucción. El 94% de escolares afirman que no usan el hilo dental en la higiene dental, porque no lo conocen, ni les han enseñado sobre su uso. Los pocos casos que afirman que usan el hilo dental refiere que recibieron instrucción de la madre sobre su uso.
2. Aproximadamente más de dos tercios de los escolares manifestaron participar en su escuela en programas de limpieza de dientes y tres tercios de la muestra han recibido escasa e ineficiente educación en salud bucal y el 78% afirman participar en programas de aplicación de flúor; estos datos deben observarse con precautela debido a que los escolares que respondieron afirmativamente

a estas preguntas no pudieron explicar la técnica del cepillado, en que consiste la profilaxis dental y las aplicaciones de flúor.

3 Más de la mitad de los escolares refieren haber sido atendidos en el último año por razones odontológicas. La mayoría de ellos por dolor. La mayor atención es proporcionada por el dentista, aunque este dato debe ser cuestionado debido a que posiblemente los escolares ignoran que pueden ser atendidos por una persona no profesional. El 59% de los escolares afirman que tienen problemas bucales y el 33% afirman que no, de los que afirman que tienen problemas bucales , 66% señalan que lo tienen en los dientes, 13% en encías y 11% en dientes y encías.

4 Un alto porcentaje de los escolares manifiesta interés por conocer y recibir tratamiento sobre problemas de salud bucal.

5 Los hallazgos más frecuentes de anomalías de la boca son: apéndice frenular, anquiloglosia, fístulas y úlcers traumáticas.

6. Los escolares de la región de salud Central de Guatemala manifiestan pobres condiciones de higiene bucal.

7. El 24% de los escolares presentan cálculos dentarios .

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

9. El 43% de los escolares presentan alguna forma de periodontitis.

10 Aproximadamente un tercio de los escolares examinados 23% no necesita de servicio estomatológico de emergencia; siembargo, presentan lesiones de caries dental. El 1% de los escolares necesitan servicio estomatológico de emergencia, debido a que en su mayoría presentan piezas dentarias con lesiones profundas de caries dental que producen dolor. A juzgar por las condiciones bucales de salud bucal 76% de los escolares necesitarán servicio odontológico

en el transcurso de un mes o menos debido a la presencia de fístulas y piezas dentales con lesión de caries dental, que de no ser atendidos llegarán a producir dolor.

11. La prevalencia y experiencia de caries dental en la región Central de Guatemala, es alta, como en la observada en otros estudios nacionales.

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

N=120	INDICES							
	ceo	ceo	ceo	is	CPO	CPO	CPO	IS
PROMEDIO	5.53	12.18	36.57	2.16	6.27	10.58	27.18	2.44
DESVIACION								
ESTANDAR	4.37	11.27	36.97	1.49	4.74	7.31	20.30	1.21

Se observó un aumento gradual de los valores promedios de los índices de caries dental, conforme aumenta la edad de los escolares.

12. Se observaron condiciones similares en cuanto a la experiencia de caries dental entre ambos sexos y edades.

13. No se observó ningún caso de fluorosis dental en los escolares. Se observó que en general el agua de bebida de las principales fuentes de abastecimiento de las poblaciones que integran la muestra de la región Central, del presente estudio, es deficiente en cuanto a la concentración de fluoruro, la cual varió entre 0.09 y 0.28 mg/de F.

MAPA DE GUATEMALA SEÑALANDO

LA REGION



5. OBJETIVOS

5.1 GENERALES

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

- 5.1.2 Determinar la concentración de fluoruro en la orina de estudiantes del nivel medio de educación, inscritos en el año de 1994, en la región de salud Central, que comprende los departamentos de Chimaltenango, Escuintla y Sacatepequez.

5.2 ESPECIFICOS

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

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

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

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

5.3 COLATERALES

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

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

6. VARIABLES

6.1. Concentración de fluoruro en la orina.

Es la cantidad del ión flúor medida en partes por millón (ppm), en la orina de estudiantes de nivel medio, inscritos en 1994 de la región de salud Central que comprende los departamentos de Chimaltenango, Escuintla y Sacatepequez.

6.1.1 Indicador de la variable concentración de Fluoruro en la orina.

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

6.2 Concentración de fluoruro en el agua de consumo.

Es la cantidad del ión flúor medida en partes por millón (ppm), en el agua de consumo de los distintos institutos de la muestra, en el año de 1994 de la región de salud Central que comprende los departamentos de Chimaltenango, Escuintla y Sacatepeques.

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

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

6.3 Concentración de fluoruro en las colecciones totales de orina.

Es la cantidad del ión flúor medido en partes por millón (ppm), en las colecciones totales de orina de estudiantes de nivel medio de educación, inscritos en 1994 en la región de salud Central que comprende los departamentos de Chimaltenango, Escuintla y Sacatepeques.

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

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

7. METODOLOGIA

7.1 Población:

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

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 asigno de manera uniforme, a la región de salud Central.

El procedimiento fue el siguiente:

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

En donde :

n= tamaño de la muestra.

Nc= 1.96.

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

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

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

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

N= -----322,694----- alumnos inscritos en los institutos de nivel medio de la República de Guatemala inscritos en el año de 1994.

ED= Efecto de diseño por utilizar muestreo por conglomerados. Para el presente estudio se ha decidido utilizar 3. ¹

¹(USIPE) Anuario estadístico, 1992, Ministerio de educación. Guatemala. C.A.

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

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

7.2.3.1 Primera etapa de selección:

Se solicitó a la oficina de Control Estadístico de la unidad sectorial de la investigación y planificación de educación el listado de todos los Institutos de nivel medio tanto públicos como privados, urbanos y rurales de la región de salud Central del año de 1993, con sus respectivas matrículas.

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

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

DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO:

1. 24 INSTITUTO PRIVADO MIXTO DE EDUCACION BASICA "VIRTUD Y CIENCIA" CANTON ORIENTE.
2. 63 INSTITUTO PRIVADO MIXTO DE EDUCACION BASICA Y BACHILLERATO EN CIENCIAS Y LETRAS POR MADUREZ.s

DEPARTAMENTO DE ESCUITLA;

3. 106 SANTA LUCIA COTZ. INSTITUTO OFICIAL MIXTO DE EDUCACION BASICA CON ORIENTACION OCUPACIONAL "MARIA ROSADO LARA" CALZADA 15 DE SEPTIEMBRE.
4. 80 INSTITUTO PRIVADO MIXTO DE EDUCACION BASICA TECNICO EXPERIMENTAL DEL SUR 1.ave.1-30 col. El Recreo z. 3. EPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ.
5. 05 SAN LUCAS SACATEPEQUEZ. INSTITUTO PRIVADO MIXTO DE EDUCACION DIVERSIFICAD, CENTRO EDUCATIVO GETSEMANI, 3a: calle y 2da. ave. esquina. A
6. 39 SUMPANGO. INSTITUTO MIXTO DE EDUCACION BASICA POR COOPERATIVA DE ENSEÑANZA 'OSCAR HUMBERTO ENRRIQUEZ' COL. Santa Rosita Z. 4.Y. s

7.2.3.2 Segunda etapa de selección: para llevar a cabo esta etapa, se solicitaron los listados de los alumnos de los institutos seleccionados. Una vez de obtenidos los listados se van a seleccionar 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, realizaron prácticas para conocer y manejar la metodología con los asesores y unificar criterios al momento de analizar las mismas. Además se realizó una práctica de campo en Santa Lucia Cotz para la recolección de muestras.

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

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

7.5 Procedimiento de campo:

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

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

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

Toma de muestra:

1. Se estableció el período de tiempo que se ha de usar; el mismo debe de ser de cuatro horas no variando el tiempo entre muestreo y muestreo.
2. Se identificó adecuadamente cada frasco (plástico de boca ancha, con capacidad mínima de 500 ml.); y se le indicó al participante del muestreo, cuál frasco le corresponde.
3. Se instruyó en forma adecuada a todos los participantes sobre la metodología de recolección de la muestra a usar.
4. Se le indicó al participante que debía evacuar su orina en forma completa.

Se anotó la hora en que esto se realizó, correspondiendo al tiempo I. Esta primera micción se descartó.
5. Se colectaron todas las micciones posteriores que la persona emitió en el mismo frasco, hasta completar el tiempo establecido, obteniéndose así una muestra. Debía de recolectarse el total de la micción.
6. Se anotó la hora en que se recoge la última muestra, lo que representa el tiempo II.
7. Se midió el volumen de la muestra.
8. Se tomaron tres muestras de 10 ml en los recipientes plásticos de 1 Onz. Una para el análisis en el laboratorio y dos de reserva.
9. A cada muestra se le agregó dos gotas de EDTA al 8 % y una gota de NaOH 0.01 normal, se cerró cada recipiente con su respectiva tapadera de plástico.
10. Se identificaron las muestras de orina en forma codificada para cada estudiante.

11. Se recolectó una muestra de agua de la fuente principal de abastecimiento en los distintos institutos.
12. Se transportaron en una hielera todas las muestras para su análisis posterior en el Laboratorio de Bioquímica.

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

7.5.2.1 Equipo requerido:

- a) Analizador selectivo de iones (potenciómetro), para expresar la lectura de las muestras.
- b) Electrodo de combinación de fluoruro: para medir la concentración de fluoruro.
- c) Agitador magnético: para mantener la agitación constante y uniforme.
- d) Barras magnéticas: para homogenizar la solución.
- e) Beakers plásticos: para recolectar desechos.
- f) Pipetas de polipropileno de 10 ml., para medir volúmenes.
- g) Succionador, accesorio para pipetear.
- h) Pipetas de plástico, para medir volúmenes.
- i) Micropipeta de 1 ml., para medir vols.
- j) Goteros de plástico, para dispensar los preservantes
- k) Probetas de polietileno de 500 ml., para medir soluciones.

- l) Un balón aforado de polietileno de 250 ml., para medir y mezclar soluciones.
- m) Servilletas de papel, para secar.

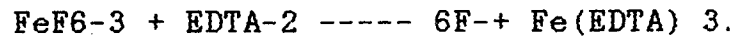
7.5.2.2 Soluciones Requeridas:

a) Agua Destilada: para preparar todas las soluciones, estándares y para lavar todo el instrumental de plástico, el electrodo y las barras magnéticas.

b) Solución Estándar: Se preparó una solución base de 0.1 Molar de fluoruro de sodio, a partir de la cual se prepararon cinco soluciones de fluoruro de sodio de 0.05, 0.2, 0.5, 1.0 y 1.5 ppm.

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

$Fe-3+6F \rightleftharpoons FeF_6-3$, este complejo no puede ser medido por el electrodo específico para el ión flúor, por lo que si no se le agregara EDTA se subvaluaría la cantidad de fluoruro presente, o sea que se estaría midiendo menos de lo que realmente existe. Al agregar EDTA se obtiene:



En esta reacción el flúor ya puede ser medido por el electrodo. Preparación de EDTA: 20 gr. de Titriplex III en 250 ml. de agua destilada, se obtiene EDTA al 8%.

d) Hidróxido de sodio (NaOH 0.01 normal): mantiene

la solución alcalina para evitar pérdida de fluoruro en forma de HF (gas). Si no se agregara el NaOH 0.01 N, se estaría subvaluando el fluoruro de la solución. Preparación del NaOH 0.01: 0.04 gr. de NaOH en 100 ml. de agua destilada.

e) TISAB III: es el ajustador del esfuerzo iónico total. El TISAB aporta una gran cantidad de iones (distintos al F), para que las variaciones de éstos no sean significativos, haciendo que el electrodo sea sensible únicamente a las variaciones de fluoruro.

7.5.3

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

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

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

a) Calibración de la Pendiente del Electrodo: Se colocaron en un beacker plástico 50 ml de agua destilada y 50 ml de TISAB de bajo nivel, se introdujo un agitador magnético, luego se introdujo el electrodo, se esperó que estabilizara la lectura

en milivoltios en la pantalla del potenciómetro y se le agregó 1 ml de la solución estandar de fluoruro a 0.1 M, hasta que la lectura de la pantalla llegaba a 0.0; en este momento se le agregó a la solución 10 mililitros del mismo estandar y debe aparecer una lectura de ± 56 mv (con lo que se comprueba el buen funcionamiento del electrodo). Esta calibración se efectuó diariamente previo a analizar las muestras.

b- Curva de Calibración:

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

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

b.1. De acuerdo a la siguiente tabla:

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

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

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

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

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

c.1. A cada muestra se le agregó 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(mg/l). En la ficha correspondiente, se anotó los dos valores que se mantengan más constantes y luego se obtuvo un promedio en milivoltios.

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

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

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

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

c.9. A partir de la curva de calibración de cada día se

obtuvo el valor de concentración de fluoruro en orina en ppm y por medio de un programa de regresión lineal.

7.6 Procesamiento de la información.

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

Para establecer la relación entre las variables se utilizó el coeficiente de correlación producto -momento de Pearson a un nivel de significancia alfa de 0.05 .- Las variables son: 1. Concentración de fluoruro en orina promedio por instituto. 2. Concentración en colecciones de orina. 3. Concentración en el agua de consumo.

PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS.

A continuación se presentan los resultados obtenidos durante el trabajo de campo de esta investigación por medio de los cuadros estadísticos tabulados por el programa Systat. Para ello los mismos fueron ordenados por región, departamento, instituto, edad y sexo. La unidad de concentración de fluoruro utilizada fue : ppm = mg/l..

CUADRO 1.
FRECUENCIA Y PORCENTAJE DE LA MUESTRA DE ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO DE EDUCACION, INSCRITOS EN EL AÑO DE 1994, EN LA REGION DE SALUD CENTRAL, POR DEPARTAMENTO.

DEPARTAMENTO	ESCOLARES	
	n	%
Chimaltenango	50	33.33
Escuintla	50	33.33
Sacatepéquez	50	33.33
Total	100	100

Fuente: datos recolectados durante el trabajo de campo.

En la región de salud Central que comprende los departamentos de Escuintla, Chimaltenango y Sacatepéquez, se obtuvo muestras de 150 estudiantes , en los cuales el 33.33% (50) corresponde a cada uno de ellos.

CUADRO 2.

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

EDAD	FEMENINO		MASCULINO		TOTAL	
	n	%	n	%	n	%
13	21	14.00	20	13.33	41	27.33
14	10	6.67	35	23.33	45	30.00
15	15	10.00	20	13.33	35	23.33
16	9	6.00	11	7.33	20	13.33
17	1	0.67	8	5.33	9	6.00
TOTAL	56	37.34	94	62.67	150	100

Fuente: Datos recolectados durante el trabajo de campo.

Del total de 150 escolares que comprende la muestra de la región de salud central, 56 (37.34%) corresponde al sexo femenino y 94 (62.67%) corresponde al sexo masculino.

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

CUADRO 3

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

INSTITUTO	CONCENTRACION DE FLUORURO ppm.			
	n	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	RANGO
VIRTUD Y C.	25	0.30	0.10	0.09-0.44
INST. E. BAS.	25	0.38	0.10	0.20-0.64
MARIA ROSADO.	25	0.34	0.18	0.01-0.78
COL. TECNICO.	25	0.37	0,05	0.25-0.44
COL.GETSEMANI	25	0.38	0.07	0.21-0.51
INST.OSCAR E.	25	0.48	0.16	0.20-0.81
TOTAL	150	0.38	0.13	0.01-0.81

Fuente: Datos recolectados durante el trabajo de campo.

De los 6 institutos que abarcó esta investigación, los valores más altos de concentración de fluoruro en orina se encontraron en los estudiantes del instituto privado Mixto de educación Básica Oscar Humberto Enriquez Guerra, que corresponde al instituto No. 6, con una media de 0.484 ppm. y una desviación estandar de 0.162 ppm. y los más bajos en los estudiantes del instituto privado mixto de educación básica "Virtud y Ciencia" que corresponde al instituto No.1, con una media de 0.295 ppm. y una desviación estandar de 0.097 ppm. De lo cuál puede decirse que hubo más variabilidad entre los valores de los estudiantes de este instituto que en el instituto que presento valores más altos de concentración de fluoruro.

CUADRO 4

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

DEPARTAMENTO	CONCENTRACION DE FLUORURO ppm.			
	n	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	RANGO
CHIMALTENANGO	50	0.34	0.11	0.09-0.64
ESCUINTLA	50	0.36	0.14	0.01-0.78
SACATEPEQUEZ	50	0.44	0.13	0.20-0.81
TOTAL	150	0.38	0.13	0.01-0.81

Fuente: Datos recolectados durante el trabajo de campo.

De los tres departamentos que forman la región de salud central las concentraciones de fluoruro en orina más altos se presentaron en los estudiantes del departamento de Sacatepequez con una media de 0.436 ppm. y una desviación estandar de 0.133 pp. y la más baja en los estudiantes de Chimaltenango con una media de 0.339 ppm. y una desviación estandar de 0.108 ppm.

En general los niveles de concentración de fluoruro son bajos, comparados a los resultados de el promedio de concentración de fluoruro en los estudiantes de la muestra de la región de salud Petén los cuáles son 0.52ppm. + 0.25ppm. y a los resultados de el departamento de el Progreso con un valor de 0.68ppm. + 0.35ppm. y el valor individual más alto en la región de salud Norte con un valor de 1.87ppm. debido esto probablemente a diferentes fuentes de agua de abastecimiento en estos lugares.

En comparación con otro estudio del mismo tipo realizado en 1993 en escolares del nivel primario en las edades de 6 a 12 años en esta región, los valores son ligeramente más altos a los encontrados en este estudio ya que presentaron un valor promedio de 0.45ppm. , debido probablemente a que la metodología fué diferente en cuanto al análisis de laboratorio. (35)

En un estudio similar realizado en Costa Rica, en edades de 16 a 22 años los valores encontrados fueron de 0.39ppm. o sea ligeramente más altos en comparación con el presente estudio, debido esto a la diferencia de edades. (7).

CUADRO 5

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

REGION	CONCENTRACION DE FLORURO ppm.			
	n	media	desviacion estandar	rango
CENTRAL	150	0.38	0.13	0.01-0.81

Fuente : Datos recolectados durante el trabajo de campo.

Los resultados encontrados de la concentración de fluoruro en orina en los estudiantes del nivel medio de educación de la region de salud central estuvieron comprendidos entre 0.010-0.810 ppm. , presentando un promedio de 0.377 ppm. y desviación estandar de 0.130 pp.

En estudios realizados en escolares del nivel primario de la región de salud Central en 1993 se encontró una concentración de fluoruro en orina de 0.39ppm y \pm de 0.13 ppm siendo estos resultados ligeramente más altos que los encontrados en los estudiantes de nivel medio de educación del presente estudio, debido probablemente a que la metodología es diferente.

CUADRO 6

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

EDAD	CONCENTRACION DE FLUORURO ppm.			
	n	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	RANGO
13	41	0.37	0.12	0.14-0.81
14	45	0.41	0.16	0.03-0.80
15	35	0.37	0.12	0.01-0.78
16	20	0.34	0.11	0.15-0.57
17	9	0.35	0.08	0.24-0.44
TOTAL	150	0.38	0.13	0.01-0.81

Fuente: Datos recolectados durante el trabajo de campo.

El grupo de edad que presento los valores más altos de concentración de fluoruro en la orina esta comprendido en la edad de 14 años, con una media de 0.41ppm. y desviación estandar de 0.158 y los valores más bajos a la edad de 16 años, con una media de 0.34 ppm.y una desviación estandar de 0.11ppm.

Puede observarse en estos resultados que a la edad de 17 años presentó los valores de concentración de fluoruro ligeramente mas altos que a la edad de 16 años, pero más bajos que las edades de 13, 14 y 15 años, debido probablemente a que este grupo de edad (17 años) no es representativo en una muestra ya que posee solamente el 6.00% de la población total.

CUADRO 7

MEDIA DESVIACION ESTANDAR Y RANGO DE LA CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA DE ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO DE EDUCACION INSCRITOS EN AÑO 1994, EN LA REGION DE SALU CENTRAL, DISTRIBUIDOS POR SEXO.

SEXO	CONCENTRACION DE FLUORURO ppm.			
	n	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	RANGO
FEMENINO	56	0.35	0.09	0.01-0.57
MASCULINO	94	0.40	0.15	0.01-0.81
TOTAL	150	0.38	0.13	0.01-0.81

Fuente: Datos recolectados durante el trabajo de campo.

De los datos obtenidos en esta investigación el sexo masculino fue el grupo que presentó los valores más altos de concentración de fluoruro en orina con una media de 0.40ppm. y una desviación estandar de 0.15ppm. y el sexo femenino los valores más bajos con una media de 0.35ppm. y una desviación estandar de 0.09ppm. Se pudo observar poca variabilidad entre ambos sexos.

CUADRO 8

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

INSTITUTO	CONCENTRACION DE FLUORURO (PPM)
VIRTUD Y CIENCIA	0.15
INST. DE EDUC. BAS.	0.19
MARIA J. ROSADO L.	0.07
COL. TECNICO DEL SUR	0.01
COL. GETSEMANI	0.20
INST. OSCAR H. ENRRIQUEZ	0.03

Fuente: datos recolectados durante el trabajo de campo.

La concentración de fluoruro más alta en el agua corresponde al colegio Getsemaní con un valor de 0.20 ppm y los valores más bajos corresponden al colegio Técnico del Sur con un valor de 0.01 ppm. puede observarse que este resultado no coincide con la media de concentración de fluoruro en la orina de los estudiantes de los establecimientos mencionados, esto puede deberse a que el agua de estos establecimientos no es la fuente principal de abastecimiento para estos estudiantes.

CUADRO 9

CONCENTRACION DE FLUORURO EN LAS COLECCIONES TOTALES DE ORINA DE ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO DE EDUCACION INSCRITOS EN EL AÑO DE 1994, EN LA REGION DE SALUD CENTRAL, POR INSTITUTO.

INSTITUTO	CONCENTRACION DE FLUORURO (PPM)
VIRTUD Y CIENCIA.	0.34
INST. DE EDUC. BAS.	0.43
MARIA J. ROSADO L.	0.26
COL. TECNICO DEL SUR.	0.40
COL. GETSEMANI.	0.41
INST. OSCAR H. ENRRIQUEZ	0.45

Fuente: datos recolectados durante el trabajo de campo.

De las colecciones totales de orina de los seis institutos, el valor más alto corresponde al colegio Nuestra Sra. de Concepción con un valor de 0.45 ppm y el valor más bajo lo presentó el Instituto María J. Rosado L. con un valor de 0.26 ppm. En general los valores se encuentran bajos lo que justifica la implementación de un programa de fluoruración sistémica.

CUADROS GENERALES

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

CUADRO 1

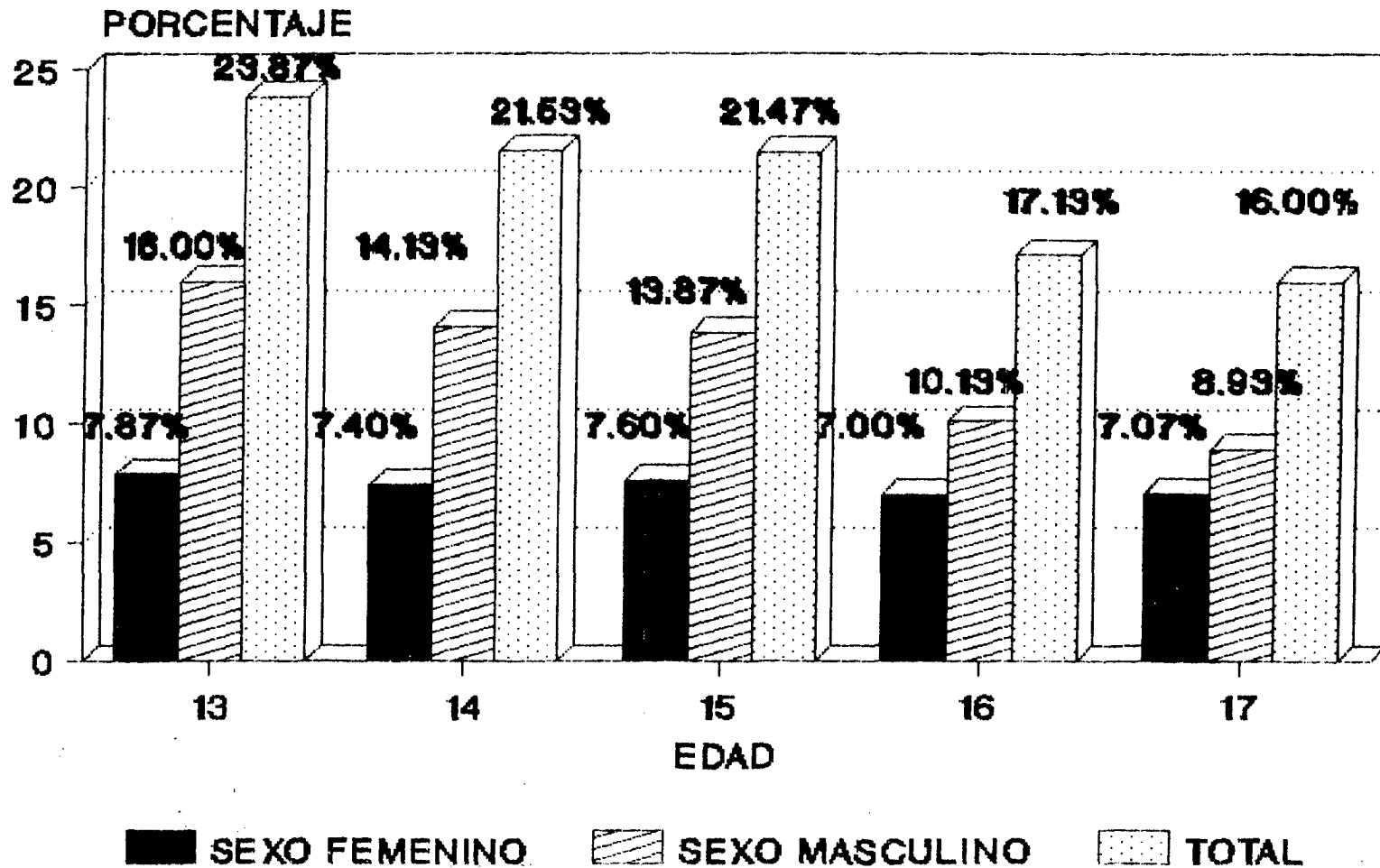
NUMERO Y PORCENTAJE DE LA MUESTRA DE ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO DE EDUCACION, INSCRITOS EN EL AÑO DE 1994, EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA, DISTRIBUIDOS POR SEXO Y EDAD.

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

Fuente: datos recolectados del trabajo de campo.

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

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



GRAFICA GENERAL NO.1

CUADRO 2

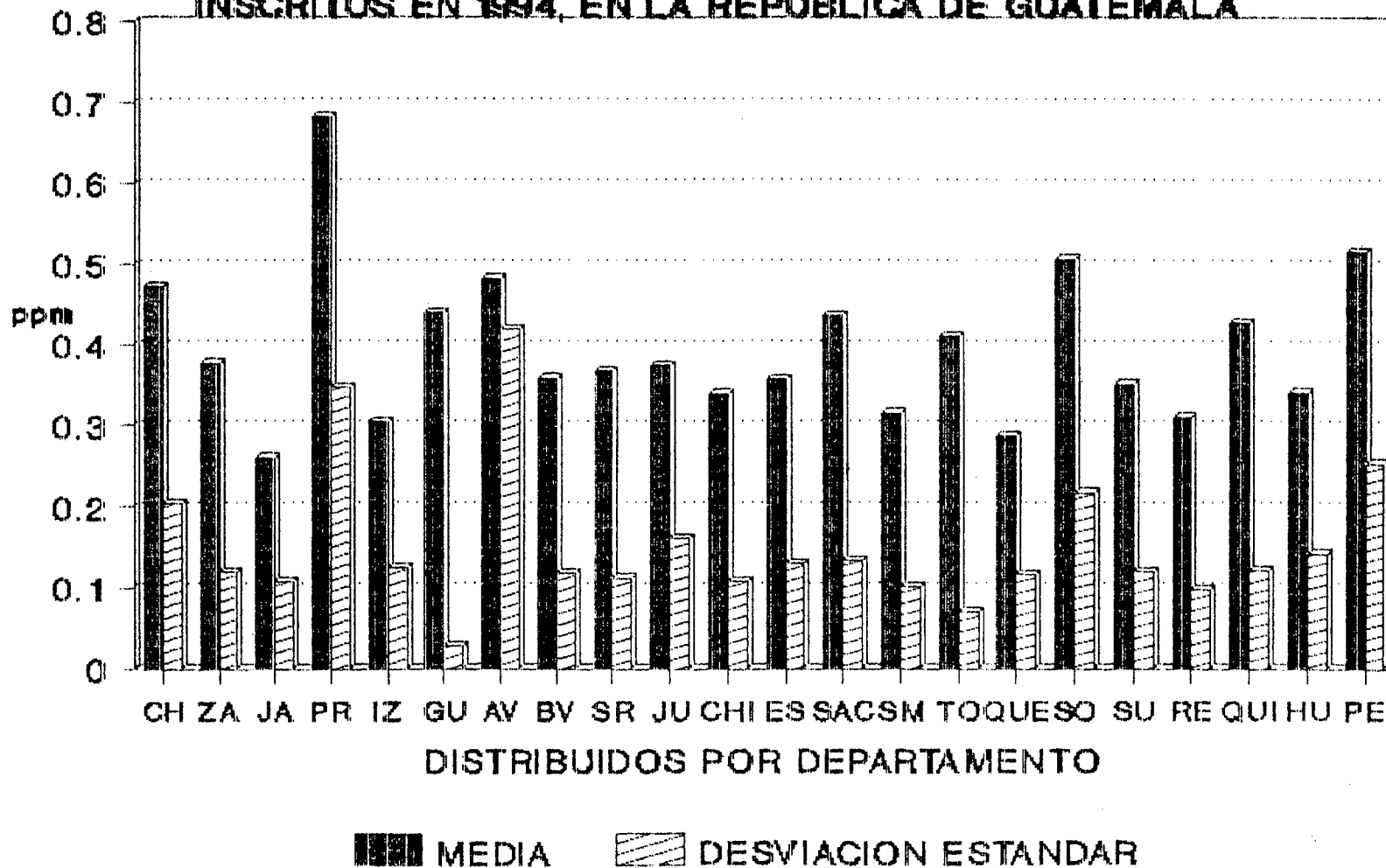
MEDIA, DESVIACION ESTANDAR Y RANGO DE LA CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA DE ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO DE EDUCACION, INSCRITOS EN EL AÑO DE 1994, EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA, DISTRIBUIDOS POR DEPARTAMENTO.

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

Fuente: datos recolectados durante el trabajo de campo.

De los 22 departamentos de la república de Guatemala, los valores más altos de la concentración de flúor en orina, se encontraron en el departamento de El Progreso con un promedio de 0.68 ppm, una desviación estandar de 0.35 ppm y un rango de un rango de 0.24 ppm a 1.44 ppm y los valores más bajos correspondieron al departamento de Jalapa con una media de 0.26 ppm, una desviación estadar de 0.11 ppm y un rango de 0.03 ppm a 0.46 ppm.

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



GRAFICA GENERAL NO.2

GRAFICA GENERAL NO. 2

ABREVIATURA

NOMBRE DEPARTAMENTO

CH	CHIQUMULA
ZA	ZACAPA
JA	JALAPA
PR	EL PROGRESO
IZ	IZABAL
GU	GUATEMALA
AV	ALTA VERAPAZ
BV	BAJA VERAPAZ
SR	SANTA ROSA
JU	JUTIAPA
CHI	CHIMALTENANGO
ES	ESCUINTLA
SAC	SACATEPEQUEZ
SM	SAN MARCOS
TO	TOTONICAPAN
QUE	QUETZALTENANGO
SO	SOLOLA
SU	SUCHITEPEQUEZ
RE	RETALHULEU
QUI	EL QUICHE
HU	HUEHUETENANGO
PE	PETEN

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

CUADRO 3

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

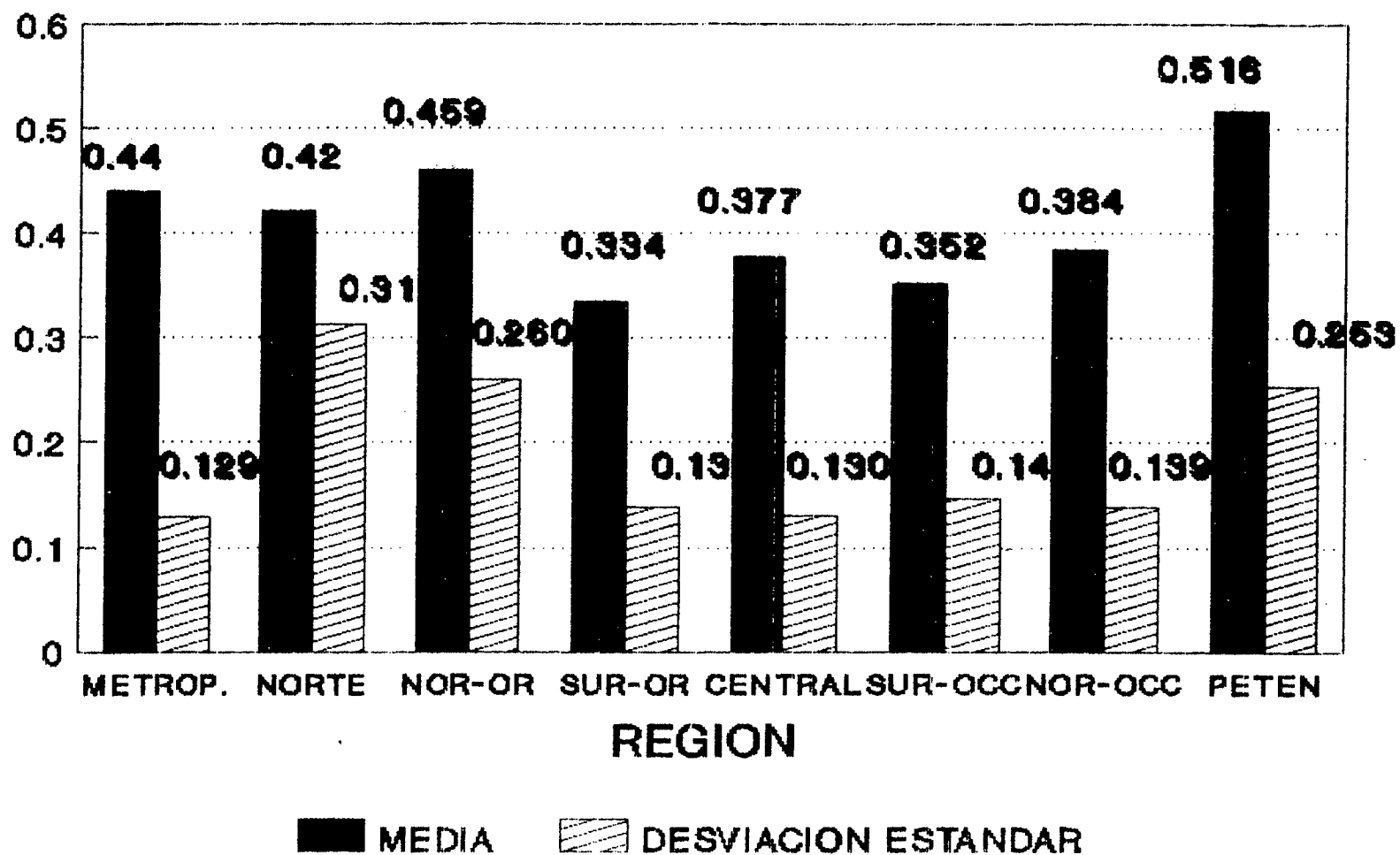
REGION	CONCENTRACION DE FLUORURO (PPM)			
	n	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	RANGO
METROPOLITANA	150	0.44	0.13	0.13-0.76
NORTE	150	0.42	0.31	0.06-0.76
NOR-ORIENTE	300	0.46	0.26	0.06-1.44
SUR-ORIENTE	150	0.33	0.14	0.03-0.82
CENTRAL	150	0.38	0.13	0.01-0.81
SUR-OCCIDENTE	300	0.35	0.15	0.11-1.07
NOR-OCCIDENTE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

Fuente: datos obtenidos del trabajo de campo.

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

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

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



GRAFICA GENERAL NO.3

CUADRO 4

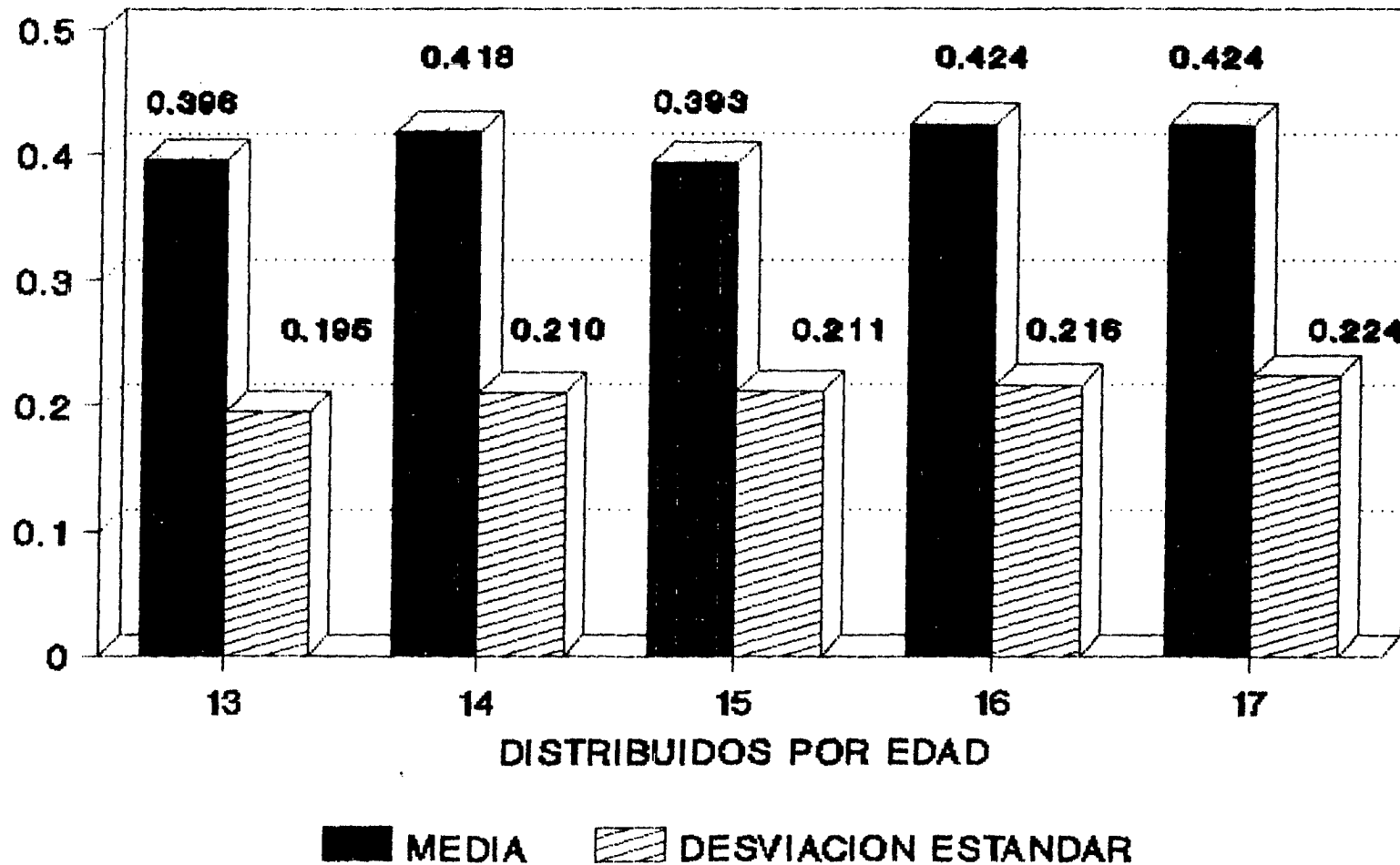
MEDIA , DESVIACION ESTANDAR Y RANGO DE LA CONCENTRACION DE FLUORURO EN ORINA DE LA MUESTRA DE ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO DE EDUCACION, INSCRITOS EN EL AÑO DE 1994, DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA, DISTRIBUIDOS POR EDAD.

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

Fuente: datos recolectados en el trabajo de campo.

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

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



GRAFICA GENERAL NO.4

CUADRO 5

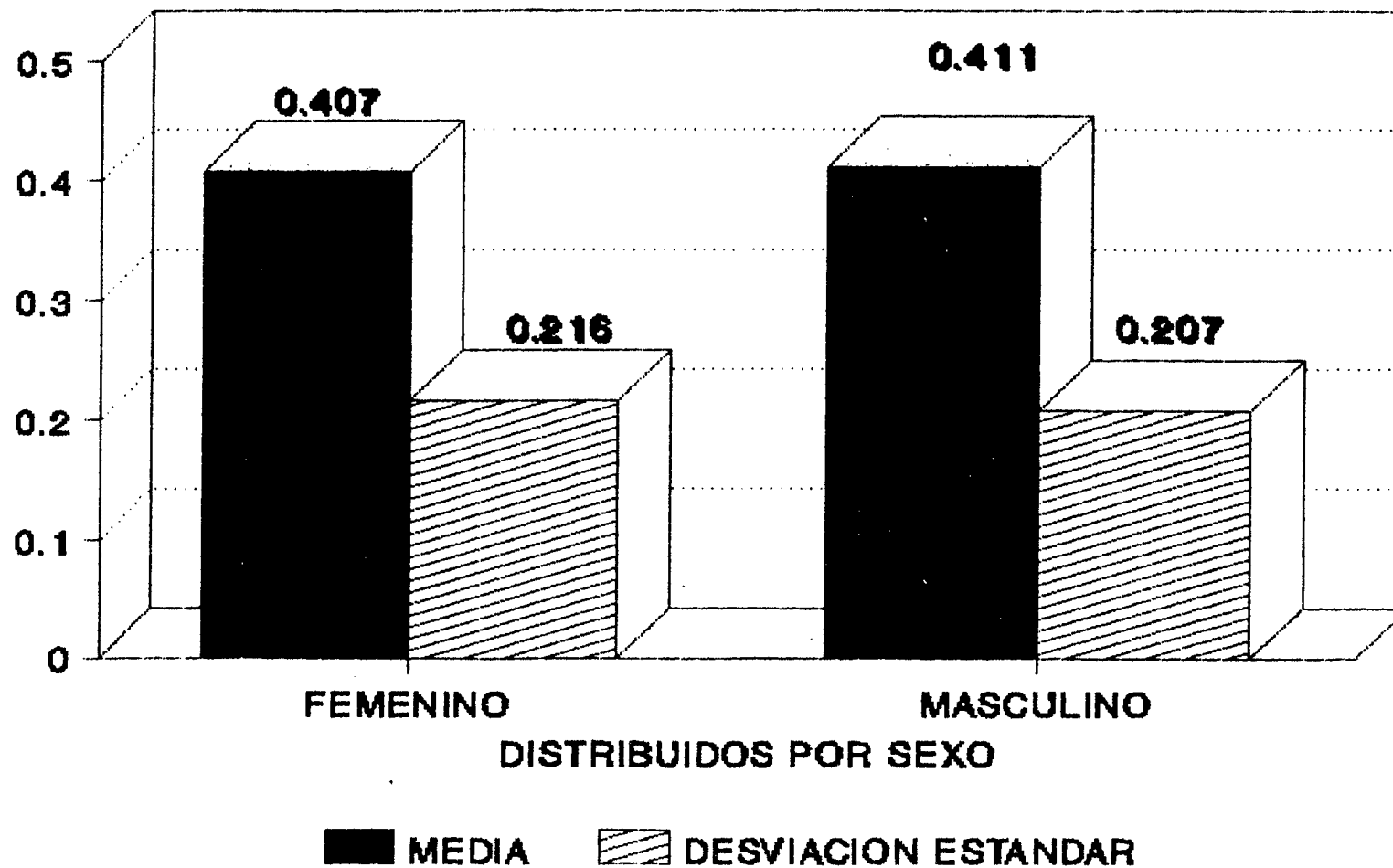
MEDIA, DESVIACION ESTANDAR Y RANGO DE LA CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA DE ESTUDIANTES DE NIVEL MEDIO DE EDUCACION, INSCRITOS EN EL AÑO DE 1994, DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA, DISTRIBUIDOS POR SEXO.

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

Fuente: datos recolectados del trabajo de campo.

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

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



GRAFICA GENERAL NO.5

CUADRO 6

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

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

Fuente: datos recolectados durante el trabajo de campo.

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

RELACION ENTRE LAS VARIÁBLES SEGUN EL COEFICIENTE

DE CORRELACION DE PEARSON

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

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

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

- Concentración de fluoruro en el agua de consumo y el promedio de concentración de fluoruro en orina. Debido esto probablemente a que el agua de consumo de los institutos no es la fuente principal de abastecimiento de los estudiantes de la muestra.
- Existe entre las variables de concentración de fluoruro de las colecciones totales de orina y la media de concentración de fluoruro en orina una alta asociación . Esto debido a que la concentración de fluoruro en colecciones totales de orina y en promedio de concentración de fluoruro en orina son indicadores del metabolismo del fluoruro en el organismo, por lo que se puede asumir que ambos dan una estimación adecuada de la ingesta de fluoruro.

9. CONCLUSIONES.

1. La concentración de fluoruro en orina más alta de la región de salud Central se encontro en estudiantes del departamento de Sacatepéquez, con una media de 0.436 ppm. (0.133) y la más baja, en estudiantes del departamento de Chimaltenango con una media de 0.339 ppm. (0.108).

2. Los valores más altos se encontraron en los estudiantes del instituto Mixto de educación básica por cooperativa de enseñanza "Oscar Humberto Enriquez Guerra" de Sumpango Sacatepéquez con una concentración de fluoruro en orina de 0.484 ppm. (0.162) y los más bajos en el instituto privado mixto de educación básica "Virtud y Ciencia", Patzún Chimaltenango con un promedio de 0.295 ppm. (0.097).

3. Los estudiantes de 14 años presentaron la más alta concentración de fluoruro en orina con una media de 0.411 ppm. (0.158) y los de 16 años la más baja con una media de 0.343 ppm. (0.111).

4. El sexo masculino presento la mayor concentración de fluoruro en orina con una media de 0.396 ppm. (0.146).

5. La concentración de fluoruro en orina encontrada en los estudiantes del nivel medio de educación de la región de salud central fué de 0.377 ppm. (0.130).

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

- 7 La concentración de fluoruro en orina encontrada en los estudiantes del nivel medio de educación de la república de Guatemala fué de 0.41 ppm. (0.21ppm).

- 8 la técnica utilizada fué la adecuada para este tipo de investigación por su confiabilidad y reproductividad.

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

10. RECOMENDACIONES.

1. Considerar los resultados obtenidos en esta investigación previo a la implementación de cualquier programa de fluoruración de la sal de consumo humano a nivel nacional.
2. Efectuar estudios similares a este a nivel nacional en adultos, utilizando la misma metodología para poder relacionar los resultados con los obtenidos en los grupos de niños y adolescentes.
3. Se recomienda la fluoruración de la sal de consumo humano como estrategia eficaz para la prevención de la caries dental y enfermedad periodontal, por ser una medida de amplia cobertura y demostrada factibilidad en otros países.
4. Utilizar el indicador concentración de fluoruro en la orina como medida de control y seguimiento de la fluoruración de la sal de consumo humano.

LIMITACIONES.

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

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 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 escribirá lo siguiente:

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

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

Departamento:

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

Instituto:

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

Localización:

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

En la columna correspondiente a:

Número de la muestra:

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

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

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

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

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

Hora de micción:

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

Volumen de orina:

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

Preservante:

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

ANEXO 3

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 CENTRAL.

INSTITUTO PRIVADO MIXTO "VIRTUD Y CIENCIA".

No. de muestra	Edad	Sexo	Grado	Vol. ml	[F] ppm	Hora 1o. Micción	Hora 2da. Micción
1	17	M	1o	170	0.24	7:30	14:00
2	14	M	1o	150	0.09	11:30	15:00
3	15	M	1o	70	0.34	12:00	15:00
4	16	M	1o	120	0.25	12:00	16:00
5	15	F	3o	65	0.28	13:00	16:00
6	16	F	3o	200	0.25	12:00	15:00
7	15	F	3o	140	0.24	13:00	14:00
8	13	M	3o	80	0.14	13:00	14:00
9	15	M	3o	90	0.23	9:00	14:00
10	15	M	3o	90	0.34	9:00	15:00
11	13	M	1o	70	0.20	9:00	15:00
12	15	M	1o	50	0.40	10:00	16:00
13	15	M	1o	40	0.42	11:00	15:00
14	16	M	3o	80	0.44	12:00	16:00
15	16	F	3o	130	0.36	12:00	15:00
16	16	M	3o	75	0.40	12:00	16:00
17	17	F	1o	90	0.28	11:00	15:00
18	17	M	1o	100	0.15	11:00	16:00
19	16	F	1o	110	0.32	13:00	14:00
20	15	F	3o	95	0.24	10:00	16:00
21	16	M	1o	100	0.34	12:00	15:00
22	15	M	3o	70	0.44	12:00	16:00
23	15	F	3o	160	0.41	12:00	16:00
24	15	F	3o	165	0.34	10:00	14:00
25	15	F	3o	70	0.23	9:00	15:00

[F] en Colecciones totales de orina: 0.34 ppm.
[F] en Agua: 0.15 ppm.

ANEXO 4

INSTITUTO PRIVADO MIXTO DE EDUCACION BASICA Y BACHILLERATO.

No. de muestra	Edad	Sexo	Grado	Vol. ml	[F] ppm	Hora lo. Micción	Hora 2da. Micción
1	13	F	1o	90	0.33	8:00	15:00
2	13	F	1o	90	0.42	7:30	15:30
3	13	M	1o	75	0.40	8:30	16:00
4	15	F	1o	80	0.22	13:00	16:00
5	16	F	1o	80	0.24	13:00	15:30
6	13	F	1o	70	0.20	12:00	14:30
7	14	F	1o	30	0.36	14:00	16:30
8	15	F	1o	100	0.38	12:30	16:00
9	14	F	1o	150	0.26	12:00	16:00
10	13	F	1o	50	0.38	11:00	16:00
11	14	M	2o	70	0.64	7:00	15:00
12	14	M	2o	120	0.42	12:00	15:00
13	13	M	2o	150	0.35	14:00	16:00
14	14	M	2o	200	0.38	11:30	16:00
15	15	F	2o	110	0.38	11:00	16:20
16	14	F	3o	120	0.35	14:30	16:40
17	13	F	3o	70	0.40	7:00	16:30
18	14	F	1o	75	0.46	9:00	15:00
19	13	M	1o	50	0.41	11:00	15:00
20	14	F	1o	90	0.35	12:30	16:00
21	13	M	1o	40	0.34	12:00	16:30
22	14	M	1o	50	0.63	12:00	16:40
23	13	F	2o	60	0.40	13:00	16:40
24	16	M	1o	40	0.48	13:30	16:50
25	13	F	3o	120	0.40	13:00	16:00

[F] en colecciones totales de orina : 0.43 ppm.

[F] en Agua : 0.19 ppm.

ANEXO 5

INSTITUTO OFICIAL MIXTO "MARIA JOSEFA ROSADO LARA"

No. de muestra	Edad	Sexo	Grado	Vol. ml	[F] ppm	Hora 1o. Micción	Hora 2da. Micción
1	16	F	2o	90	0.57	7:00	10:00
2	13	F	2o	120	0.59	8:30	9:00
3	14	M	2o	150	0.29	5:00	11:00
4	14	M	2o	80	0.46	8:00	11:30
5	16	M	2o	40	0.27	6:00	12:00
6	13	M	1o	60	0.54	6:00	11:30
7	13	F	2o	90	0.28	6:10	10:45
8	15	F	3o	70	0.39	6:15	10:00
9	14	F	3o	110	0.38	5:45	9:45
10	15	F	2o	120	0.01	7:30	11:00
11	16	F	3o	70	0.34	7:30	11:00
12	14	F	1o	80	0.40	6:30	12:00
13	13	M	1o	50	0.31	7:30	11:45
14	13	M	1o	40	0.15	6:00	12:00
15	13	M	1o	60	0.44	6:00	11:30
16	14	M	1o	50	0.32	7:30	11:00
17	13	M	1o	30	0.18	7:30	10:30
18	13	M	1o	50	0.24	7:30	11:00
19	14	M	3o	90	0.78	6:30	12:00
20	14	M	3o	200	0.31	6:30	12:30
21	15	M	3o	120	0.19	6:30	12:00
22	14	M	3o	140	0.54	7:00	11:30
23	14	M	3o	50	0.03	6:30	11:00
24	15	M	3o	90	0.44	7:00	10:00
25	14	M	3o	60	0.23	6:45	10:30

[F] en colecciones totales de orina : 0.26 ppm.

[F] en Agua : 0.07 ppm.

ANEXO 6

INSTITUTO PRIVADO MIXTO EXPERIMENTAL DEL SUR.

No. de muestra	Edad	Sexo	Grado	Vol. ml	[F] ppm	Hora 1o. Micción	Hora 2da. Micción
1	17	M	3o	70	0.42	7:00	11:00
2	17	M	3o	40	0.41	7:30	11:30
3	17	M	3o	30	0.33	7:00	10:45
4	17	M	3o	80	0.25	6:00	10:30
5	14	M	2o	110	0.26	7:30	11:00
6	13	M	1o	100	0.42	6:45	11:00
7	13	M	1o	60	0.40	6:00	11:30
8	14	M	3o	45	0.32	7:00	11:45
9	14	M	3o	90	0.34	8:00	12:00
10	14	M	3o	75	0.37	7:00	10:00
11	14	M	3o	60	0.41	6:15	11:25
12	15	M	3o	130	0.37	6:30	10:45
13	14	M	3o	160	0.35	6:00	11:00
14	16	M	3o	100	0.37	7:00	11:05
15	16	M	3o	90	0.30	7:00	11:30
16	14	M	3o	55	0.38	6:00	11:20
17	15	M	3o	60	0.39	6:45	10:30
18	16	F	3o	80	0.32	5:30	9:00
19	15	F	3o	70	0.35	6:30	10:00
20	13	F	1o	60	0.39	6:00	11:30
21	13	F	1o	120	0.43	7:00	11:20
22	13	M	1o	60	0.31	7:45	10:00
23	13	M	1o	130	0.42	7:30	10:30
24	15	M	3o	160	0.44	6:00	10:40
25	15	M	3o	150	0.43	6:30	10:00

[F] en colecciones totales de orina : 0.40 ppm

[F] en agua: 0.01 ppm.

ANEXO 7

INSTITUTO PRIVADO MIXTO, CENTRO EDUCATIVO "GETSEMANI".

No. de muestra	Edad	Sexo	Grado	Vol. ml	[F] ppm	Hora 1o. Micción	Hora 2da. Micción
1	14	M	2o	30	0.51	7:00	10:00
2	15	M	2o	70	0.46	8:00	9:00
3	16	M	3o	60	0.32	8:30	9:30
4	14	M	2o	110	0.43	6:45	9:00
5	15	M	3o	160	0.44	7:00	9:30
6	15	M	3o	150	0.47	6:20	9:00
7	13	M	1o	40	0.47	5:45	10:00
8	15	M	1o	70	0.46	7:00	11:00
9	15	M	1o	80	0.46	7:30	12:00
10	14	M	2o	90	0.35	8:00	10:30
11	16	M	3o	100	0.32	5:45	11:00
12	15	M	3o	120	0.44	6:30	10:45
13	16	M	3o	70	0.34	6:00	9:45
14	15	F	3o	60	0.35	7:00	9:40
15	14	F	2o	40	0.34	6:45	10:00
16	14	F	2o	90	0.35	6:00	11:00
17	13	F	1o	160	0.40	6:30	10:45
18	13	F	1o	150	0.45	6:00	9:25
19	15	F	2o	90	0.36	6:00	9:00
20	14	F	2o	80	0.34	5:45	10:00
21	15	F	3o	65	0.34	5:00	10:30
22	13	F	1o	70	0.21	6:00	11:00
23	13	F	1o	80	0.36	6:30	12:00
24	13	F	1o	60	0.38	6:00	10:00
25	13	F	1o	70	0.42	6:30	9:00

[F] en colecciones totales de orina : 0.41 ppm

[F] en Agua: 0.20 ppm.

ANEXO 8

COLEGIO OSCAR HUMBERTO ENRIQUEZ GUERRA.

No. de muestra	Edad	Sexo	Grado	Vol. ml	[F] ppm	Hora 1o. Micción	Hora 2da. Micción
1	13	F	1o	170	0.36	9:00	14:00
2	13	F	1o	80	0.47	11:00	15:00
3	13	F	1o	160	0.29	13:00	16:30
4	13	M	1o	120	0.42	12:00	16:00
5	14	M	2o	110	0.20	12:00	16:30
6	14	M	2o	80	0.65	11:45	16:00
7	15	M	3o	150	0.46	9:00	14:00
8	17	M	3o	70	0.44	7:30	14:00
9	15	M	3o	90	0.78	11:00	14:00
10	15	M	2o	160	0.41	8:00	14:00
11	14	M	2o	140	0.51	12:00	15:00
12	13	F	1o	80	0.39	11:30	16:00
13	14	F	2o	170	0.37	12:00	16:20
14	16	M	3o	120	0.44	12:30	16:00
15	14	M	2o	100	0.51	12:00	16:00
16	17	M	3o	170	0.78	10:45	16:00
17	13	M	1o	150	0.41	11:00	15:30
18	14	M	1o	90	0.51	11:30	15:45
19	14	M	2o	120	0.46	11:45	16:30
20	14	M	2o	130	0.77	12:00	16:00
21	14	M	2o	160	0.53	12:00	16:00
22	14	M	2o	80	0.40	10:00	15:00
23	13	M	1o	160	0.41	10:00	16:00
24	14	M	2o	90	0.47	11:00	16:00
25	13	M	1o	170	0.28	10:00	16:00

[F] en colecciones totales de orina : 0.45 ppm.

[F] en Agua: 0.03 ppm.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

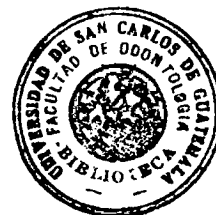
1. Alvarez, E.J. "Sugerencias para el seguimiento y vigilancia en la fortificación de la sal con yodo y flúor." Trabajo presentado durante la Primera reunión de expertos sobre la fluoración y yodación de la sal de consumo humano. Antigua Guatemala, Guatemala, Nov. 17-21, 1986. Guatemala, 1986. pp. 238-246.
2. Alvarez Guerra, T., Z. Diaz Sosa, C. Barcelo y R. Cangas. "Estudio preliminar de la excreción de flúor en orina en una población abastecida de agua fluorada." Rev. Cubana Hig Epidemiol, 27(1):81-86.1989.
3. Ankerman, M. Determinación de la concentración de fluoruro en orina y saliva, en niños que recibieron una dosis óptima de fluoruro. (Informe Final de Tesis) Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Odontología. Guatemala, 1991. pp. 2-14.
4. Armstrong, W.D., I. Gedalia, L. Singer, J.A. Weatherell y S.M. Weidmann. "Distribución de los fluoruros en el organismo". En: Adler, P. Fluoruros y salud. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1972. pp. 85-106. (OMS, Monografía No. 59).
5. Borgarello, L. (de). "Flúor". Rev Fac Odont UNC, 2(1-2):63-106. 1983.
6. Cjlebna-Sokol, D. "Changes in fluoride levels in the blood serum and urine of children with morred enamel." 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.)



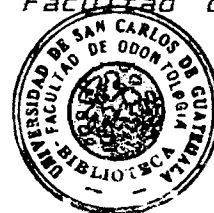
10. Díaz, G. "Monitoreo biológico para la evaluación de ingesta y excreción de flúor." En: I Curso de Formación de Líderes en Programas de Fluoración de la Sal; Memoria [realizado] del 16 al 21 de septiembre 1991 [por] Programa de Fluoración de la sal. San José, Costa Rica, 1991.
11. _____. Monitoreo 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/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, 1991. Guatemala, 1991.



20. Guatemala, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Dirección General de Servicios de Salud. Enriquecimiento de la Sal con fluoruro. Guatemala, 1986. pp. 29-34.
21. Hellon, D.K., G.K. Stookey y J.C. Muhler. "Blood and urinary fluoride levels in humans associated with ingestion of sodium fluoride-containing tablets." *J Dent Res*, 48:1211. 1969.
22. Hennon, D.K., G.K. Stookey y J.C. Muhler. "Fluoride excretion with sodium-vitamin tablets." *J Dent Res* 47:710. 1968.
23. Hodge, H.C., F.A. Smith e I. Gedalia. "Excreción de flúor." En: Adler, P. *Fluoruros y salud.* Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1972. pp. 143-219. (OMS, Monografía No. 59)
24. Katz, S., J. McDonald y G. Stookey. Odontología preventiva, fluoruros por vía general y prevención de caries. Buenos Aires, Médica Panamericana, 1975. pp. 215.
25. Largent, E.J. "Excreción urinaria de fluoruro en los individuos poco expuestos." En: Adler, P. *Fluoruros y Salud.* Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1972. pp. 151-156. (OMS, Monografía No. 59)
26. López B., M.A. "Concentración de fluoruro en la orina de los escolares del nivel primario, inscritos en el año de 1993, en la región de salud nor-oriente, que comprende los departamentos de Zacapa, Chiquimula, Izabal y El Progreso." Tesis (Cirujano Dentista) Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Odontología, Guatemala 1993. pp. 1-115.
27. Marthaler, T. "Aspectos cuantitativos del flúor en el cuerpo humano; ocurrencia e ingesta." (Resumen). trabajo presentado durante la Primera Reunión de expertos sobre la fluoración y yodación de la Sal de consumo humano. Antigua Guatemala, Guatemala, Nov. 17-21, 1986. Guatemala, 1986. pp. 225-229.
28. _____ . "Estudios preparatorios con relación a la factibilidad y financiamiento de la fluoración de la sal en la prevención de caries dental." (Resumen). Trabajo presentado durante la Primera Reunión de expertos sobre la fluoración y yodación de la sal de consumo humano. Antigua Guatemala, Guatemala, Nov. 17-21, 1986. Guatemala, 1986. pp. 415-434.



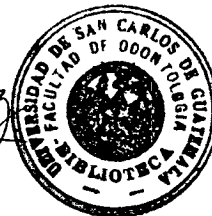
29. Matute, J., R. Flores y A. Noguera. Encuesta para Conocer la prevalencia de bocio en salud bucal, así como los niveles de yoduria y fluoruria en Panamá. Panamá, Ministerio de Salud/INCAP, Universidad de Panamá. 1990. 9 p.
30. _____. "Representatividad y confiabilidad de una muestra." Nutrición al día. (Guatemala), 4(1):42- 50, 1990.
31. McClure, F.J. Water fluoridation; the search and the victory. Maryland, Department of Health, Education and Welfare, 1970. pp.196-206.
32. Mejía R., L.I. Determinación de la concentración real y la concentración óptima de fluoruro en el agua de consumo humano en el departamento de Chimaltenango. Tesis (Cirujano Dentista), Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Odontología. Guatemala, 1988. pp. 104-111.
33. Messer, H.H. y L. Singer. Flúor. Traducido [del inglés] por Manuel González. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Odontología. Departamento de Educación Odontológica. Guatemala, 1988. pp. 1-8.
34. Newburn, E. Fluorides and dental caries. 2nd ed. Illinois, Charles C. Thomas, 1975. pp. 31-78.
35. Ordoñez M., O.D. Concentración de fluoruro en la orina de los escolares del nivel primario, inscritos en el año de 1993, en la región de salud Metropolitana que comprende el departamento de Guatemala. Tesis (Cirujano Dentista) Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Odontología. Guatemala, 1993. pp. 57.
36. Sognaes, J. "The physiology of fluoride." Int Dent J 12:2. 1962.
37. Sánchez, R.J. Relación entre la concentración de fluoruro en el agua de consumo y la excreción y concentración de fluoruro en orina en una muestra de escolares de las Fincas Bananeras del Municipio de Los Amates, Izabal. Tesis (Cirujano Dentista) Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Odontología. Guatemala, 1992. pp. 8-56.
38. _____. Epidemiología de las enfermedades y clínicos del aparato estomatológico de los escolares del nivel primario de Guatemala, estudio por regiones. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Odontología, 1992.



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

Vo. Bo.

Diego Estévez



Flor de Maria Morales Galan

FLOR DE MARIA MORALES GALAN
SUSTENTANTE

Ricardo Sanchez

Dr. RICARDO SANCHEZ
ASESOR

RLC

Dr. RICARDO LEON
ASESOR

Ronald Ponce

Dr. RONALD PONCE
ASESOR

Alfonso de Leon G.

COMISION INVESTIGADORA
Dr. ALFONSO DE LEON G.



Ernesto Villagran

COMISION DE TESIS
Dr. ERNESTO VILLAGRAN

Manuel de Jesus Andrade

Dr. MANUEL DE JESUS ANDRADE
SECRETARIO



PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central