

**CONCENTRACION Y EXCRECION DE FLUORURO EN LA ORINA DE  
MUJERES EMBARAZADAS QUE SE ATENDIERON EN INSTITUCIONES  
PUBLICAS Y PRIVADAS, EN LA REGION DE SALUD NOR-OCCIDENTAL QUE  
COMPRENDE LOS DEPARTAMENTOS DE HUEHUETENANGO Y EL QUICHE,  
EN EL AÑO DE 1995.**

**TESIS PRESENTADA POR**

**MILDRED NINET MAZARIEGOS AMEZQUITA**

**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, SEPTIEMBRE DE 1996**

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

29  
T(1277)  
C.4

## **JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA**

<b>Decano:</b>	<b>Dr. Jorge Martínez Solares</b>
<b>Vocal Primero:</b>	<b>Dr. Eduardo Abril Gálvez</b>
<b>Vocal Segundo:</b>	<b>Dr. Angel Rodolfo Soto Galindo</b>
<b>Vocal Tercero:</b>	<b>Dr. Víctor Manuel Campollo Zavala</b>
<b>Vocal Cuarto:</b>	<b>Br. Franklin Alvarado López</b>
<b>Vocal Quinto:</b>	<b>Br. Gonzalo Javier Sagastume Herrera</b>
<b>Secretario:</b>	<b>Dr. Manuel Andrade Bourdet</b>

## **TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PUBLICO**

<b>Decano:</b>	<b>Dr. Jorge Martínez Solares</b>
<b>Vocal Primero:</b>	<b>Dr. Eduardo Abril Gálvez</b>
<b>Vocal Segundo:</b>	<b>Dr. Ricardo Antonio Sánchez Avila</b>
<b>Vocal Tercero:</b>	<b>Dr. Ronald Mariano Ponce De León</b>
<b>Secretario:</b>	<b>Dr. Manuel Andrade Bourdet</b>

## **ACTO QUE DEDICO**

**A**

**DIOS**

**A LA**

**VIRGEN MARIA**

**A MIS PADRES**

**LEONIDAS RODOMELO MAZARIEGOS HERRERA**

**ANA VICTORIA AMEZQUITA DE MAZARIEGOS**

**A MI ESPOSO**

**Dr. MARCO ANTONIO CARDONA OQUENDO**

**A MIS HIJOS**

**GABRIELA MARIA y ESTEBAN ANDRES**

**A MIS HERMANOS**

**RAFAEL ANTONIO, LISETH ARELY y CELESTE**

**ARLETH**

**TESIS QUE DEDICO**

**A GUATEMALA**

**ALA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**ALA FACULTAD DE ODONTOLOGIA**

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

**Tengo el honor de someter a su consideración mi trabajo de Tesis titulado “CONCENTRACION Y EXCRECION DE FLUORURO EN ORINA DE MUJERES EMBARAZADAS QUE SE ATENDIERON EN INSTITUCIONES PUBLICAS Y PRIVADAS, EN LA REGION DE SALUD NOR-OCCIDENTAL, QUE COMPRENDE LOS DEPARTAMENTOS DE HUEHUETENANGO Y EL QUICHE, EN EL AÑO DE 1995”, conforme lo demandan los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a optar al título de Cirujano Dentista.**

**Quiero expresar mi agradecimiento a mis asesores, Dr. Ricardo Sánchez Avila y al Dr. Ronald Ponce De León, por la asesoría brindada en la realización del presente trabajo.**

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

**HE DICHO.**

## INDICE

	PAGINA
SUMARIO .....	1
INTRODUCCION .....	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
JUSTIFICACION.....	4
REVISION DE LITERATURA.....	5
OBJETIVOS .....	53
VARIABLES .....	53
METODOLOGIA.....	55
PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS .....	64
CONCLUSIONES .....	74
RECOMENDACIONES .....	75
LIMITACIONES.....	76
ANEXOS.....	77
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	86

## SUMARIO

El presente estudio forma parte de un programa a nivel nacional coordinado por el Departamento de Educación Odontológica de la Universidad de San Carlos de Guatemala y cuyo propósito fue determinar la concentración y excreción de fluoruro en orina de mujeres embarazadas atendidas por el Ministerio de Salud Pública, I.G.S.S. y APROFAM de la región de salud NOR-OCCIDENTE en el año de 1,995.

Los resultados obtenidos servirán como marco de referencia y permitirán establecer criterios para determinar las pautas a seguir en el control, seguimiento y evaluación de programas preventivos de fluorización sistémica, utilizando como vehículo la sal de consumo humano.

El diseño muestral fue por conglomerados, seleccionándose en forma aleatoria a 90 embarazadas, atendidas en las instituciones mencionadas.

En cada una de las cinco instituciones se recolectaron 18 muestras de orina, las cuales fueron analizadas en un laboratorio de Bioquímica privado, por medio de la técnica del Electrodo Específico para el Ión Fluor, previa calibración realizada con los asesores en el laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Con los resultados obtenidos se determinó que los valores de concentración en la orina de las mujeres embarazadas de esta región, como a nivel nacional, son muy bajas, puesto que presentaron un promedio de 0.309 mgs./lt. ( $\pm 0.198$ ) y 0.351 mgs./lt. ( $\pm 0.208$ ), respectivamente.

Con base en la literatura consultada, el dato de excreción encontrado, tanto en la región NOR-OCCIDENTE 0.384 mgs./lt. ( $\pm 0.139$ ), como a nivel nacional 0.410 mgs./lt. ( $\pm 0.210$ ), nos indica que hay una ingesta baja de fluoruro en la población, (28) lo cual hace evidente la necesidad de implementar programas de fluoración sistémica accesibles a toda la población.

## INTRODUCCION

El fluoruro es el agente más efectivo utilizado en Salud Pública para la prevención y reducción de la prevalencia de las enfermedades dento periodontales. (23) En Guatemala como en la mayoría de países de Latinoamérica se presentan índices elevados de caries y enfermedad periodontal, debido entre otras causas a la falta de acceso a los servicios estomatológicos, factores socioeconómicos y culturales.

En nuestro país se han desarrollado programas preventivos para combatir esta problemática, como por ejemplo la fluoración del agua de consumo a la Región Metropolitana, sin embargo las limitaciones de infraestructura que presentan las comunidades tanto urbanas como rurales no permiten una adecuada realización, por lo que una alternativa práctica, de bajo costo y de amplia cobertura para la administración de fluoruro a la población, es la implementación de un programa de fluoruración de la sal de consumo humano. Para esto es indispensable determinar la ingesta de fluoruro de la población, como un estudio basal.

Como parte de un programa general de investigación, la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala a través del Departamento de Educación Odontológica han realizado estudios sobre la concentración y excreción de fluoruro en orina a nivel nacional en escolares de nivel primario (1993), (24) nivel secundario (1993 y 1994) (1) y adultos (1994) (3) con el objeto de estimar la ingesta de fluoruro en éstos grupos de edad.

Sabiendo que el metabolismo de los fluoruros presenta variaciones dependiendo del estado grávido, (28) se hace necesario realizar también estos estudios en mujeres embarazadas, por tal motivo este estudio se realizo en mujeres embarazadas que son atendidas por el Ministerio de Salud Pública, IGSS y APROFAM en donde se brinda atención pre-natal de la República de Guatemala en el año de 1995, por regiones de salud y con esto tener una estimación sobre la ingesta de flúor de este grupo tan importante de la población, utilizandolo como un medio para controlar programas de prevención en el país. (3)

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Debido a la alta prevalencia de caries y enfermedad periodontal en la población guatemalteca (46), se hace necesario desarrollar programas de prevención masiva, entre ellos la fluoración sistémica.

Para poder implementar programas de este tipo, es necesario realizar investigaciones de carácter epidemiológico entre ellos los relacionados con la estimación de la ingesta de flúor en la población, esto a través del análisis de la concentración y excreción de fluoruro en la orina.

En los años de 1993 y 1994, se realizaron estudios para determinar la concentración de fluoruro en la orina de escolares de nivel primario, nivel medio y adultos de Guatemala. Sin embargo, existe un grupo importante de ésta población, representada por mujeres embarazadas quienes sufren cambios fisiológicos y bioquímicos; los cuales tienen efectos sobre el metabolismo de los fluoruros. (5) Por lo tanto se considera, que un estudio de esta naturaleza a nivel nacional por regiones de salud, contribuirá a establecer cuál es la concentración y excreción de fluoruro en la orina de mujeres embarazadas.

## JUSTIFICACION

En Guatemala la alta prevalencia de enfermedades dentoperiodontales, ha constituido una problemática nacional, la cual no ha podido ser abarcada adecuadamente por la Estomatología.

La Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, desde 1985 ha venido trabajando en el planteamiento, desarrollo, legislación e implementación de programas de fluoración sistémica, tales como el de la sal de consumo humano como alternativa de programas preventivos de alta cobertura y más adecuado para la población Guatemalteca. (46)

Para el desarrollo de estos programas, es necesario realizar investigaciones de carácter epidemiológico, entre estas las concernientes con la concentración y excreción para establecer los niveles de la ingesta del ión flúor en diferentes grupos de la población.

Uno de los indicadores biológicos con los que se cuenta por su sencillez y confiabilidad, es el análisis de la concentración de fluoruro que se excreta en la orina.

En Guatemala se han realizado estudios sobre la concentración de fluoruro en orina de escolares y en adultos. El informe final de la primera reunión de expertos sobre la fluoración y yodación de la sal de consumo humano recomiendan estudiar diferentes grupos de edad (niños, adolescentes y adultos). Sin embargo, un grupo importante de esta población lo representan las mujeres embarazadas, debido a los cambios fisiológicos, bioquímicos y anatómicos que ocurren durante el embarazo, lo cuales tienen efecto sobre el metabolismo de los fluoruros. Por tal motivo, la cuantificación de datos de la concentración y excreción de fluoruro en la orina de mujeres embarazadas que son atendidas por Instituciones en donde se brinda atención pre-natal, será de beneficio para establecer y evaluar un programa de fluoración en la sal de consumo humano. (5, 23, 53)

## REVISION DE LITERATURA

A través de la revisión de literatura se fue abordando el tema en diferentes partes, dando a conocer primero la configuración química y biológica del ión fluor, luego su clasificación, sus vías de ingesta y excreción, así como también la distribución en la placenta y el feto del ión fluor.

Las enfermedades caries dental y periodontal son la de mayor prevalencia en el mundo. Tiene varias características en común: destruyen tejidos de la boca, son multicausales, infecciosas y progresivas, causan lesiones reversibles en las etapas iniciales e irreversibles en las medias y avanzadas; en su desarrollo es determinante la presencia de placa bacteriana. El progreso natural de ambas enfermedades llega a causar dolor y a colocar en riesgo de infección a los tejidos vecinos. Además, al constituirse estos tejidos como foco de infección también es posible la infección de tejidos y órganos distantes del organismo. (5)

La experiencia clínica odontológica y la variedad de estudios realizados señalan que las principales enfermedades de la cavidad bucal, caries dental y enfermedad periodontal, presentan una alta prevalencia. Ambas son originadas por los limitados servicios de salud odontológica, así como los factores socio-económicos y factores culturales. (5)

De esos problemas la respuesta de la estomatología Guatemalteca ha sido inadecuada e insuficiente, lo que se refleja en las magnitudes de los índices conocidos y su perspectiva es mantenerse o incrementarse. Debido a las expectativas anteriormente mencionadas, se hace evidente que la implementación de programas preventivos es el único medio que permitiría la reducción de la prevalencia de estas enfermedades y con ello la magnitud del problema.

Durante los últimos decenios se han hecho investigaciones muy detenidas sobre la acción biológica de los fluoruros. El interés por estos estudios aumentó considerablemente a raíz de la observación efectuada en el decenio 1,930-40 de que los fluoruros ejercen una influencia particular en la dentadura: inhibición pronunciada de la caries dental y a dosis mayores, perturbación de la formación del esmalte. (12)

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 flúor en la orina. (22)

Los fluoruros ocupan un lugar primordial en lo que respecta al nivel preventivo de las patologías bucales más comunes, como son la caries dental y la enfermedad periodontal, teniendo en cuenta que las mismas afectan a más del 90% de los seres humanos: en la presente revisión de literatura se desarrollarán los siguientes temas: elemento flúor, su clasificación, su papel en la caries dental y enfermedad periodontal, vías de ingesta, su metabolismo (absorción, distribución y excreción), sus efectos adversos.

Por lo anterior, se hace evidente que la implementación de programas preventivos sería el único medio que permitiría la reducción de la prevalencia de estas enfermedades y con ello la magnitud del problema. (45)

El elemento más utilizado en la prevención de estas enfermedades es el ión flúor (46) y para emplearlo al máximo, es preciso conocer ampliamente sus cualidades.

## **1. FLUOR:**

El flúor es un elemento químico que pertenece a la familia de los halógenos, que constituyen la familia no metálica más reactiva. Reaccionan casi siempre formando iones negativos o compartiendo electrones, se diferencia del resto de su familia por el pequeño tamaño de su átomo. El flúor es el más electronegativo de todos los elementos químicos y está dotado de una reactividad química tan intensa, que prácticamente no se encuentra en la naturaleza en forma de flúor elemental. La mayor parte de flúor existente tanto en la industria como en la naturaleza se encuentra combinado en forma de fluoruro. (28)

Las propiedades físicas del flúor son las siguientes:

- a) Su aspecto a temperatura ambiente es verde amarillento.
- b) Su punto de fusión es  $-218^{\circ}$  C.
- c) Su punto de ebullición es de  $-188^{\circ}$  C.
- d) Su electronegatividad es de 4.0

- e) Su número atómico es 9
- f) Su peso atómico es 19
- g) Su densidad es de 1.14 gr./ cm. cúbico.

Puede combinarse con todos los elementos naturales a excepción del oxígeno y el platino. (3, 56)

La molécula diatómica del flúor (F<sub>2</sub>) es un agente oxidante igual que cualquier otro elemento en su estado normal, el flúor mantiene reacciones de combustión del mismo modo que el oxígeno. (56)

El flúor es un elemento muy difundido en la naturaleza, compone alrededor del 0.065% del peso de la corteza terrestre y ocupa el décimo tercer lugar de los elementos en orden de abundancia, Chelak (1960) estima que el porcentaje de concentración de flúor en la superficie terrestre es de aproximadamente 300 ppm. (41) Se encuentra en grandes cantidades en el agua del mar, en numerosas fuentes de agua potable, en los yacimientos minerales de espato flúor, criolita y fluoroapatita y en el polvo superficial que se encuentra en las inmediaciones de algunos yacimientos. Las principales fuentes de flúor de interés en la fisiología humana son: el agua, ciertas especies vegetales, ciertos animales marinos comestibles, el polvo de diversas regiones del mundo y ciertos procesos industriales. (3, 28)

En el cuerpo humano se encuentra en mayor proporción en los huesos y dientes, por lo cual puede decirse que fisiológicamente el flúor es un buscador de tejido duro, por su afinidad con los minerales que los componen, en estas regiones de tejidos duros se encuentra el 95% del flúor incorporado al organismo. (5)

## 1.1 CLASIFICACION DE LOS FLUORUROS

Diseminados a lo largo y ancho de la superficie terrestre, existe una apreciable cantidad de fluoruros. Se conocen en general dos tipos de fluoruros:

- a) Orgánicos (fluoracetatos como: fluorfosfatos y fluorcarbonos).

- b) Inorgánicos, con la excepción de los fluoracetatos los otros fluoruros inorgánicos no se producen como tales en la naturaleza.

Tanto los fluoracetatos como los fluorfosfatos son acentuadamente tóxicos. Los fluorcarbonos son muy inertes (en mitad de las uniones flúor-carbono) y tienen baja toxicidad. Ninguno de los fluoruros orgánicos se emplea en fluoración. (23)

## 1.2 EFECTO REDUCTOR DE LA CARIES

En el decenio 1,930-40 se observó que los fluoruros ejercen una influencia particular en la dentadura: inhibición pronunciada de la caries dental, y a dosis mayores produce perturbación de la formación del esmalte. (12)

Varios investigadores han demostrado que el esmalte superficial es menos soluble a los ácidos que el esmalte subyacente y que la menor solubilidad se relaciona con las elevadas concentraciones de fluoruro en el esmalte superficial. Es importante notar que 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 ácida es influida por la saliva. Es importante notar que la saliva está normalmente sobresaturada con respecto a la fluorapatita y a la hidroxiapatita, y que la fuerza directriz está en favor del depósito más que la disolución del mineral del esmalte. Sin embargo, a medida que desciende el PH por agregado de ácido, la saliva se hace menos saturada con respecto a la hidroxihapatita a más o menos PH 5; permanece sobresaturada con respecto a la fluorapatita hasta que el PH cae por debajo de aproximadamente 4, así el fluoruro presente en la saliva contribuye a la protección del esmalte.

La placa dental tiende a actuar como una barrera de difusión y a anular el efecto protector de la saliva. Sin embargo, los líquidos de la placa tienden a ser más elevados en el fluoruro que en la saliva y al igual que la placa contienen cantidades significativas de calcio y fosfato. (5)

El flúor actúa como un agente anticariogénico, reduciendo la incidencia de caries dental en un 50% aproximadamente, a concentraciones de 1 a 2 ppm en el agua de consumo. En estudios realizados (por Malherbe y Ockerse) se encontró que el fluoruro del esmalte y la dentina de los dientes sanos era de 410 ppm y de 873 ppm respectivamente, pero sólo de 139 ppm y de 223 ppm en los dientes cariados. Armstrong manifestó que el esmalte de los dientes sanos contenía  $0.0111\% \pm 0.0011\%$  de fluoruro mientras que los cariados contenían  $0.0069\% \pm 0.0011\%$  de fluoruro. (47)

Hardwick y Leach en 1,963 encontraron una concentración de fluoruro sorprendentemente elevada en la placa dental de adultos, incluso en una ciudad abastecida con agua no fluorada, el valor promedio era de 66.9 ppm y los valores extremos de 6 y de unas 180 ppm. Se ha demostrado que el fluoruro de la placa está en relación con el fluoruro del agua consumida. (57)

Durante una aplicación tópica de flúor, se difunde en el esmalte cantidades significativas de fluoruro dependiendo de la concentración de fluoruro en la solución, del PH y del tiempo de exposición. (42)

Existen varias teorías sobre el mecanismo de acción del flúor en la prevención de la caries dental, pero dos de ellas han suscitado gran interés:

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

La teoría de acción fisico-química, es la más aceptada y mejor fundamentada, basándose en ella, pueden resumirse los mecanismos complejos de reducción de la caries de la siguiente manera:

- a) La incorporación del ión 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 menor superficie por unidad de volumen susceptible de ser disuelto.

- b) El esmalte tendrá menor 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 fluorapatita.

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

- 1) La inhibición de los sistemas enzimáticos de las bacterias de la placa que producen los ácidos a partir del azúcar. Para que esto ocurra, el flúor debe estar presente como ión libre y no unido a la placa; en la placa se encuentran unas 100 ppm de flúor, pero sólo en 2 ó 3% existe en forma iónica libre. Entre las enzimas inhibidas por el fluoruro están: la fosfatasa alcalina, la fosfatasa ácida, enolasa, carboxilasa, hidrogenilasa, ureasa, lipasa, colinesterasa y clorofilasa.  
(5) Sólo la inhibición de aquellas enzimas que intervienen en el desdoblamiento glucolítico de azúcares o ácidos orgánicos, es decir fosfatasa y enolasa, es importante para esta discusión ya que parece ser el inicio de tales ácidos, el paso inicial del proceso carioso.
- 2) 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.
- 3) Efecto bacteriostático del flúor, aunque sólo se manifiestan en concentraciones mayores que las ideales. El flúor tiene efecto bactericida y bacteriostático sobre los estreptococos, y como es sabido, el estreptococo mutans es el principal formador de la placa. Esta acción está en relación a la concentración, habiéndose probado que 1 ppm afecta la producción de ácidos y altera la actividad metabólica, 250 ppm inhiben el crecimiento y 1,000 ppm tiene efecto

bactericida.

### **1.3 FLUORUROS Y ENFERMEDAD PERIODONTAL**

Es reconocido que el objetivo de la terapia está en los agentes específicos de la enfermedad (bacteria patogénica específica) y la dentadura misma. Para la prevención en el crecimiento de los agentes patógenos dentro de la placa, se han utilizado agentes quimioterapéuticos, que han sido una preocupación generalizada y aceptada como un tratamiento posible. (40) Entre los agentes más comunmente usados han estado la clorhexidina y los compuestos con flúor.

Recientemente se descubrió una información referente a los beneficios potenciales de los fluoruros para usarse en el tratamiento de la enfermedad periodontal y situar el arte para una nueva "era del fluoruro". (40)

### **1.4 VIAS DE INGESTA DE FLUOR**

La ingesta de flúor en el hombre puede ser de la siguiente manera:

#### **1.4.1 Por los pulmones (aire inspirado):**

Los fluoruros dispersos en el aire pueden plantear un problema sanitario en las regiones donde los yacimientos de mineral son superficiales o están próximos a la superficie.

La acción mecánica del viento podría hacer pasar ciertas cantidades de fluoruro del mar a la atmósfera, aunque es de suponer que las concentraciones resultantes serían relativamente bajas. (24)

En la atmósfera existen fluoruros de otros orígenes: polvos procedentes de suelos fluorurados, humos industriales, incineración del carbón en las zonas habitadas, y emanaciones de gas en las regiones volcánicas. En las zonas populosas se considera que el humo del carbón constituye una de las principales fuentes del fluoruro atmosférico. (24)

En estudios realizados en carbón, se han encontrado concentraciones de fluoruros de 1 a 175 ppm (Crossley, 1,944) y se ha llegado a encontrar concentración hasta de 295 ppm

(Churchill, Rowley y Martin, 1,948). (24)

#### **1.4.2 Por el aparato digestivo: a través de líquidos y sólidos.**

a) Ingestión 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: los pescados de hueso blando como la sardina y el salmón enlatado, son fuentes importantes de fluoruro) (48). El pescado tiene 27 ppm y el té 1 ppm; pero la mayor parte está incorporada a los compuestos insolubles, por lo cual su influencia sobre el total de iones de flúor disponible es variable. (5)

b) Ingestión a partir del Agua:

La mayoría de las aguas potables contienen fluoruros, en consecuencia, constituyen para el hombre, una fuente casi universal de éstos. El nivel óptimo para la reducción de la caries dental (en un 50%), 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. (28, 35)

c) Ingestión a partir de Preparados Fluorados:

Para la prevención parcial de la caries se suelen utilizar comprimidos y pastillas que contienen 1 mg. de flúor en forma de fluoruro sódico y que permiten administrar la dosis óptima necesaria. Si los comprimidos se ingieren con las comidas, la absorción es casi completa si bien depende de la incorporación 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 fluorurada. En vista de ello se ha propuesto el empleo de comprimidos de acción retardada constituida por una mezcla de fluoruros solubles y poco solubles. (42)

La administración sistémica de fluoruros en forma de gotas, tabletas o pastillas, puede reducir en forma muy notable el deterioro de los dientes cuando estos complementos se toman en forma regular, desde el nacimiento hasta aproximadamente una edad de 14 años. (38)

### **1.4.3 Vehículos Adicionales de Ingestión del Flúor:**

Entre otros vehículos que han sido sugeridos para la administración del flúor debe mencionarse, en primer lugar: la sal de mesa. (31) Suiza fue el primer país que introdujo la fluoración de la sal a gran escala. (27) En Suiza, desde hace muchos años está en uso la sal de mesa fluorurada, que contiene aproximadamente 90 mg de F/kg o 200 mg de fluoruro de sodio/kg. Esta fuente puede contribuir con 0.5 mg aproximadamente de fluoruro por día para los adultos. (48)

Investigaciones clínicas indican que la sal de consumo fluorurada disminuye la caries dental. La sal de consumo con fluoruro es una alternativa o complemento del agua fluorurada, tiene ciertas ventajas pero también envuelve problemas obvios.

Ventajas teóricas que aparecen principalmente:

1. Razonable compatibilidad con el complemento de flúor en el agua de bebida.
2. No hay limitación en el tamaño del equipo.
3. No hay desperdicios de fluoruro, como sucede con el agua fluorurada en la tubería.
4. La producción y el control es simple y de bajo costo.
5. Es una libre alternativa para el ama de casa, reduciendo las dificultades psicológicas.

Los principales problemas parecen ser los siguientes:

1. Distribución de la sal fluorurada puede ser limitada en área (ama de casa) con contenido de fluoruro sub óptimo en el agua de beber.
2. La dosis tiene que ser determinada sobre bases de estudios clínicos de la ingesta del

fluoruro cuando se use sal fluorurada.

3. Deben ser conocidas las posibles influencias del vehículo de absorción.
4. Las posibles reacciones del vehículo del fluoruro intraoral deben de conocerse.
5. Los efectos de la prevención clínica de caries deben ser conocidos en un período largo para determinar el medio de absorción.

Como la sal tratada con fluoruro sódico se ingiere con las comidas, la absorción del fluoruro es algo menor, especialmente si los alimentos son ricos en calcio. (23) Se ha propuesto el empleo del monofluorofosfato sódico ( $\text{Na}_2 \text{PO}_3 \text{F}$ ), que se considera más adecuado que el NaF en algunos casos por proporcionar una absorción de fluoruro más rápida y menos dependiente de la presencia del ión calcio. (32)

Otros de los vehículos propuestos son la leche y los cereales, pero existe la posibilidad de que el flúor reaccione con algunos de sus componentes y se inactive metabólicamente. (22)

En estudios realizados con sal fluorurada, la concentración de flúor en la orina fue de 1.0 ppm considerando como suplementos óptimos en la sal. (35)

El alto consumo de agua tiende a diluir la orina, algunos factores como: sudar, ejercicio físico, o vivir en cuartos con aire acondicionado afectará la concentración de flúor en la orina. (33)

Producción de la sal fluorurada:

En el agua del océano la concentración de fluoruro y NaCl son aproximadamente 1.5 y 40,000 ppm; la sal cruda del océano contiene aproximadamente 40 ppm de flúor. Sin embargo, cuando el agua del océano se evapora por la producción de sal, la mayor parte de flúor se mantiene en el remanente. De acuerdo con la concentración actual de sal de océano no refinada es mucho más bajo y raramente excede de 10 ppm.

En la sal de mina la concentración de flúor es más baja que las de sal del océano. (35)

Aplicación de flúor en la sal:

Una solución de flúor concentrado se rocía sobre la sal pasando debajo de una faja, esto

se hace antes del secado final. La pérdida parcial de flúor, con aire caliente se debe de tomar en cuenta. La pérdida depende de varios factores y debe ser determinada en cada planta.

Hasta 1,981 el Swiss Rhine Salt Works (SRSW) rociaba suspensión de NaF (Solubilidad 4% de NaF, 1.8% F) sobre la sal, la cual se mezcló entonces y después se secó en aire caliente. Rutishauser (1,977) encontró que este procedimiento no garantiza una constante concentración de flúor en la sal debajo de las condiciones de producción de la SRSW. (35)

Interferencias en la Sal:

Exámenes de laboratorio concernientes en la concentración de magnesio y otros potenciales, son necesarios debido a la interferencia de éstos en la sal provenientes del océano. No hay interacción química entre flúor y yodo en la sal. El yodo preserva la presencia de flúor en la sal, igualmente no hay interacción con Ferrocyanida Fe (CN) 4-6. Los carbonatos son conocidos por inactivar el flúor. El aluminio interfiere con relación al fluoruro (Schait y Marthaller en 1,978) porque se complementa fuertemente por él y puede reducir la absorción en un 20 % en el estómago y hasta 60 % en el intestino delgado. La cantidad promedio de la ingesta de sal es de 7 a 10 gr. por día, según estudios que se han desarrollado en varios países. (Schlierf y colaboradores 1,980). (24)

Diferentes tipos de sal fluorurada:

La sal doméstica, regional e internacional son las diferentes formas de la sal disponibles para el consumo humano y relacionadas con la distribución de sal. La importancia de la sal doméstica regional e internacional es relativa, y puede variar considerablemente en el país. Tres situaciones de interés especial deben considerarse para la fluoruración de la sal y son las siguientes: (35)

- a) Fluoración de la sal doméstica.
- b) Fluoración de algunos tipos de sal regional.
- c) Fluoración de ambos tipos de sal.

El agua fluorurada y la sal fluorurada constituyen una medida dentro de una buena

salud del programa profiláctico, las aplicaciones tópicas de flúor son tan importantes como el flúor sistémico, las cuales son ingeridas con el agua y la sal. Ambas pueden reducir rápidamente la caries, sin embargo, una dieta balanceada puede considerarse también importante.

### **1.5 VIAS DE ACCESO PARA LA INCORPORACION DEL FLUOR AL DIENTE:**

Existen 3 vías principales de acceso del flúor al diente y en especial al esmalte, que son las siguientes:

- a) **Vía Endógena:** Esta vía provee especialmente el flúor para ser incorporado a los tejidos duros, en todas las fases de formación de la corona, es decir, en el estadio pre-eruptivo.

Esta incorporación se hace en forma centrífuga, desde la pulpa, hacia la cual el ión es vehiculizado por la sangre, de la cual es un componente normal, pero cuya concentración puede ser aumentada. (5)

- b) **Vía Exógena:** Incorporación del flúor a la superficie libre del esmalte. En los dientes ya mencionados, es una vía que actúa en forma centrípeta, a partir del contacto de los fluoruros con la superficie externa del esmalte. (5)

- c) **Vía Mixta:** Es la más importante, porque el flúor puede abordar la superficie del esmalte, antes y después de su erupción. Es la que se consigue mediante la fluoración que provee el flúor deberá ser incorporado a la totalidad del diente, desde las etapas de crecimiento y calcificación, y luego, una vez formada la corona permite que haya una incorporación superficial importante durante la etapa pre-eruptiva y una complementaria y vitalicia después de erupcionado el diente. (5)

### **1.6 HOMEOSTASIS DEL FLUORURO**

La homeostasis del fluoruro se realiza con eficiencia por medio de dos mecanismos principales: depósito en el esqueleto y excreción en la orina. Otras rutas de eliminación del

fluoruro son: la saliva y las secreciones gastrointestinales, el sudor, las heces, la leche y el feto en desarrollo. (48)

Las concentraciones urinarias más altas de fluoruro se producen 2 horas después de la ingestión de una dosis pequeña de fluoruro de sodio, pasando a la orina alrededor de 35% de la dosis en 3 horas y casi todo el fluoruro se excreta en 12 horas. (48)

En niños pequeños, sin exposición, de 1-6 años de edad, las cantidades pequeñas de fluoruro de sodio administradas se excretan de 20 a 30% pero esta proporción sube a 50-60% en los adultos. (48)

En la enfermedad renal avanzada la excreción urinaria del fluoruro se altera, conduciendo a un aumento en la incorporación del fluoruro en el hueso, acompañado posiblemente en el anciano de concentraciones plasmáticas elevadas. (48)

# HOMEOTASIS DEL FLUORURO

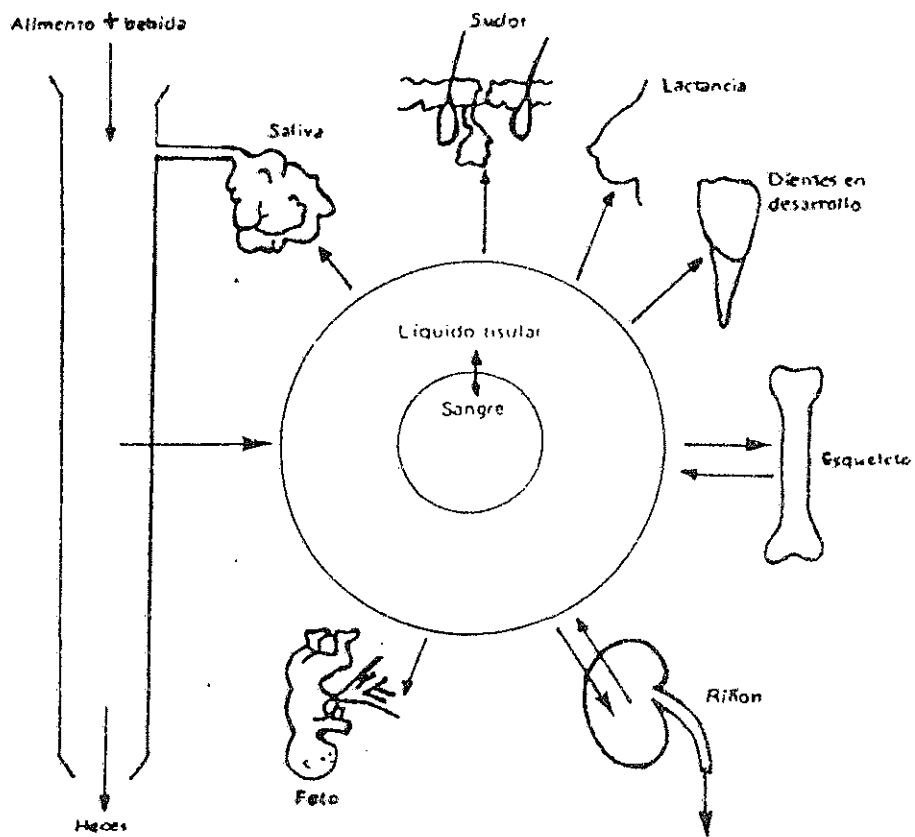


FIGURA 1

## 1.7 FLUOR EN LA DIETA DIARIA DEL HOMBRE

El total del flúor en la dieta está afectado, no solamente por la cantidad del alimento, sino también por una serie de factores que incluyen:

- a) La naturaleza del alimento, lo cual está determinado por el valor cuantitativo de los alimentos en la dieta.
- b) La técnica de preparación de los alimentos.
- c) La cantidad de flúor en el agua usada para preparar el alimento.
- d) El contenido del flúor en condimentos y preservantes.
- e) La posible transferencia de flúor al recipiente utilizado en la cocción de alimentos.

El flúor no se precipita durante la cocción y no es perdido grandemente por el consumidor y a consecuencia de la evaporación durante la preparación aumenta la concentración de flúor de 1.5 a 3 veces. (13)

Al hervir el agua es de importancia saber que, hervir el agua fluorurada en utensilios de aluminio puede causar una reducción de 50% en las concentraciones de fluoruro iónico. (48)

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 periodo de tiempo para el tratamiento de la osteoporosis) es esencial que el ión flúor sea absorbible. (13, 36)

**Posible Cantidad de Flúor en la 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. (13)

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

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

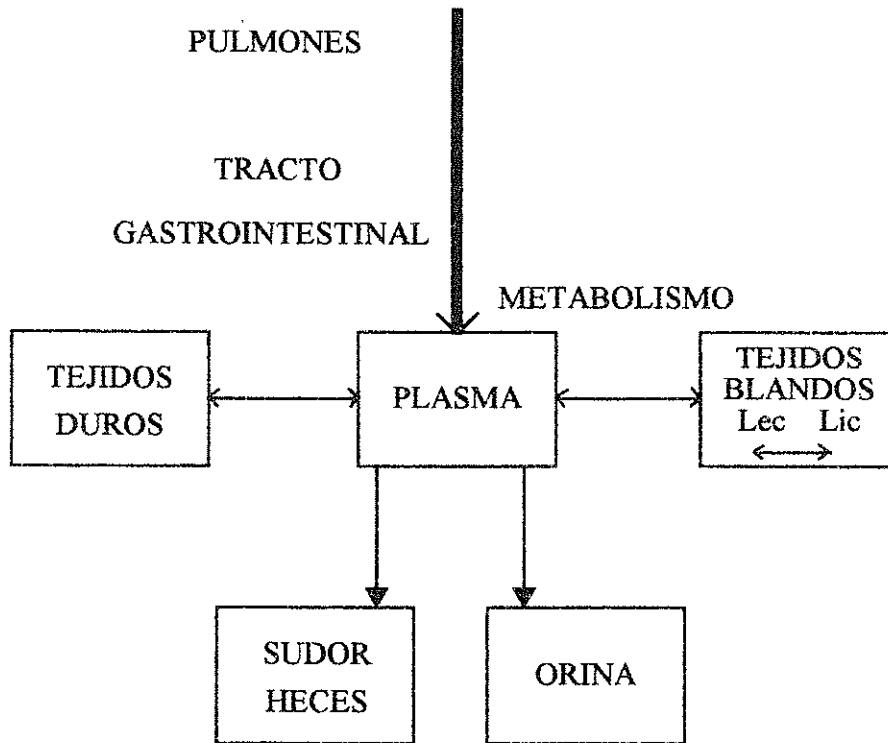
### **1.8 METABOLISMO DE LOS FLUORUROS**

El metabolismo de los fluoruros se refiere a su absorción, distribución y excreción. El conocimiento detallado acerca de este tema, 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.

El flúor sistémico se incorpora al esmalte en la etapa pre-eruptiva, principalmente en la última fase del desarrollo de los órganos dentarios y en los primeros años después de la erupción.

La protección post-eruptiva tiene diferentes grados de efectividad de acuerdo al tiempo de exposición y frecuencia de consumo de flúor, así como de la dosis suministrada (Bios aspectos generales sobre el equilibrio sistémico y el metabolismo de los fluoruros). (48)

## METABOLISMO GENERAL DEL FLUORURO



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

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

### 1.9 ABSORCIÓN DEL 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

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

su utilización. (32)

Sólo los estudios sobre el metabolismo humano proporcionan datos suficientes respecto a la proporción de fluoruros que se absorbe en relación con la cantidad ingerida. (7)

Conviene recordar algunos aspectos generales:

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

Los compuestos orgánicos, en función de su solubilidad, liberan iones flúor que posteriormente son absorbidos. En relación a los efectos del flúor, es importante indicar que solamente el ión flúor desempeña un papel importante. (7)

El flúor ingerido es rápida y casi completamente absorbido, a menos que haya sido ingerido en forma de sales insolubles o compuestos orgánicos. (31)

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 fluorurados orgánicos (fluoroacetatos, fluorfosfatos, hidrocarburos fluorados, etc.) se absorben o inhalan como tales, pues no dan lugar a iones flúor. (7)

El Dr. Thomas Marthaler en base a estudios realizados desde 1,956 clasifica la ingesta de flúor en adultos de la siguiente manera:

0.1 - 0.6 mg. F - día ingesta muy baja

0.7 - 1.4 mg. F - día ingesta baja

1.5 - 4.0 mg. F - día ingesta óptima

Actualmente ésta clasificación es reconocida por diferentes comisiones científicas de los Estados Unidos, ya que es necesario recordar que los adultos excretan un 50% del flúor

ingerido. (27)

### 1.10 MECANISMO Y LUGAR DE LA ABSORCIÓN DEL FLUORURO

La absorción de fluoruros es un proceso esencialmente pasivo, en el que no participa ningún mecanismo activo de transporte. (6, 23, 25) La absorción como ión 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:

- a) Se produce el depósito, principalmente en el tejido óseo y dentario.
- b) 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 solo se retendrá del 2 al 10%, mientras que en la vejez, en base a estudios realizados el incremento de la fijación del fluoruro, contrarrestaría la osteoporosis senil. (35, 46)

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

Otro factor que hace variar la absorción del flúor, es la presencia de calcio (el cual precipita en forma de fluoruro de calcio), cuya solubilidad, disminuye sensiblemente la presencia de iones flúor libres. Esta acción bloqueadora de calcio, fué demostrada experimentalmente por Sognes y colaboradores (35), quienes observaron que al suministrar flúor con agua destilada, se obtenía una absorción del 90% mientras que, si se le agregaba una pequeña porción de cloruro de calcio, la absorción descendía al 25%.

Más del 95% de la absorción del flúor ingerido ocurre a través de la mucosa gastrointestinal, ganando acceso a los fluidos y tejidos del cuerpo humano. La absorción también puede ocurrir a través de la mucosa bucal, particularmente de soluciones aciduladas, pero la tasa es muy baja comparada con la absorción gastrointestinal. (5, 31, 32, 54)

Como se observó 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 éstas condiciones, la mitad del tiempo para la absorción es de aproximadamente 30 minutos (el tiempo que toma absorberse el 50% del remanente del fluoruro no utilizado). Hasta el 75% de una dosis ingerida se absorberá en la primera hora y aproximadamente el 90% en 8 horas. Los niveles de flúor en el plasma aumentan en las mediciones antes de los primeros cinco minutos que siguen a la ingestión. Esto indica que a diferencia de muchas otras sustancias, los fluoruros son rápidamente absorbidos a través de la mucosa gastrointestinal. (36, 54)

Este proceso es influenciado por el PH del medio, y si éste es menor de 3, la mayor cantidad de flúor está en forma de HF (gas), cuyas moléculas, por ser de volumen más pequeño que el ión flúor, se difunden más 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. (54)

Se ha mostrado que:

- a) Existe una relación directa entre la velocidad de la difusión y el área de la pared intestinal a través de la que tiene lugar este proceso.
- b) Que los tóxicos enzimáticos (ejem. cianuro sódico, yodoacetato sódico o 2,4-dinitrofenol) no alteran la difusión de dentro a fuera de las distintas partes del intestino.
- c) Las variaciones de la temperatura entre 30 y 37 grados centígrados no ejercen influencia alguna en la absorción el ión 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. (34)

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

Se sabe que, entre todos los elementos inorgánicos que se encuentran en el agua potable, solo 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 ión flúor. Se ha señalado que en las aguas potables que contienen 1 ppm de flúor, de 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 forma de iones flúor que pueden absorberse casi completamente.

Tanto los compuestos del flúor que se encuentran naturalmente en el agua como los que añaden a la de abastecimiento público ( $\text{NaF}$ ,  $\text{Na}^2\text{SiFa}$ ,  $\text{HF}$ ,  $(\text{NH}_4)^2\text{SiFa}$ ) con el objeto de aumentar hasta una ppm la concentración de flúor, libera iones de flúor que son absorbidos casi totalmente en el conducto gastrointestinal. (7)

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, 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 ha estudiado utilizando  $^{18}\text{F}$  y concentraciones de F de 1 y 4 ppm, han sido reportados (8, 40). 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 de esta viene a ser de 1 ppm. Se ha demostrado que el fluoruro del té se absorbe algo más difícilmente que el del agua. (7)

La absorción de los fluoruros presentes en los alimentos depende 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 de las heces.

Los compuestos de flúor solubles que se añaden a la dieta normal del hombre se absorben con la misma facilidad que si estuvieran disueltos en agua, mientras que la absorción de los compuestos de flúor menos solubles añadidos a los alimentos, es un 20% menor. (7)

### **1.10.1 LUGAR DE ABSORCION**

Los trabajos con el  $^{18}\text{F}$  realizados en el hombre y en los animales domésticos hacen pensar que la absorción de los fluoruros se efectúa en el estómago y porciones del intestino delgado, a juzgar por la rápida aparición de éstos en la sangre. Los experimentos in-vitro han demostrado el paso del ión fluoruro a través de la pared gástrica como del 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. (7 34)

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 pueden tener importancia en el campo de la higiene del trabajo. La absorción del fluoruro por los pulmones es rápida y casi total. (7)

### **1.11 DISTRIBUCION DE LOS FLUORUROS**

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. (4)

Después de la absorción, los fluoruros pasan a la sangre para su distribución en todo el cuerpo y su excreción parcial. (54) (fig. 2)

Las concentraciones plasmáticas normales del flúor se ubican entre 0.02 a 0.05  $\mu\text{g/ml}$  cuando se tiene una ingesta óptima de 1.5 a 4 mgs por día; en colectividades con agua fluorada a razón de 1 mg/lit el nivel de fluoruro en el plasma en ayunas, es de 0.02 mg/lit aproximadamente

y su concentración en orina es unas 50 veces mayor. (9) 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 tres a seis horas después se aproxima a los niveles anteriores de la ingestión. (10) 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. (11) 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 en 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. (7)

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. (54)

La concentración de fluoruros en el plasma de adultos que viven en un área donde el agua contiene el ión flúor a un nivel de 1 ppm, es aproximadamente 1.0 micromoles por litro (1.0 micromoles = 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 que ellos pueden

no estar directamente relacionados con la ingesta de los fluoruros. (54)

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. Se exceptúan los tejidos del cerebro y del tejido adiposo, donde la penetración es lenta y las concentraciones de fluoruro son relativamente bajas. (54)

### DISTRIBUCION DE LOS FLUORUROS

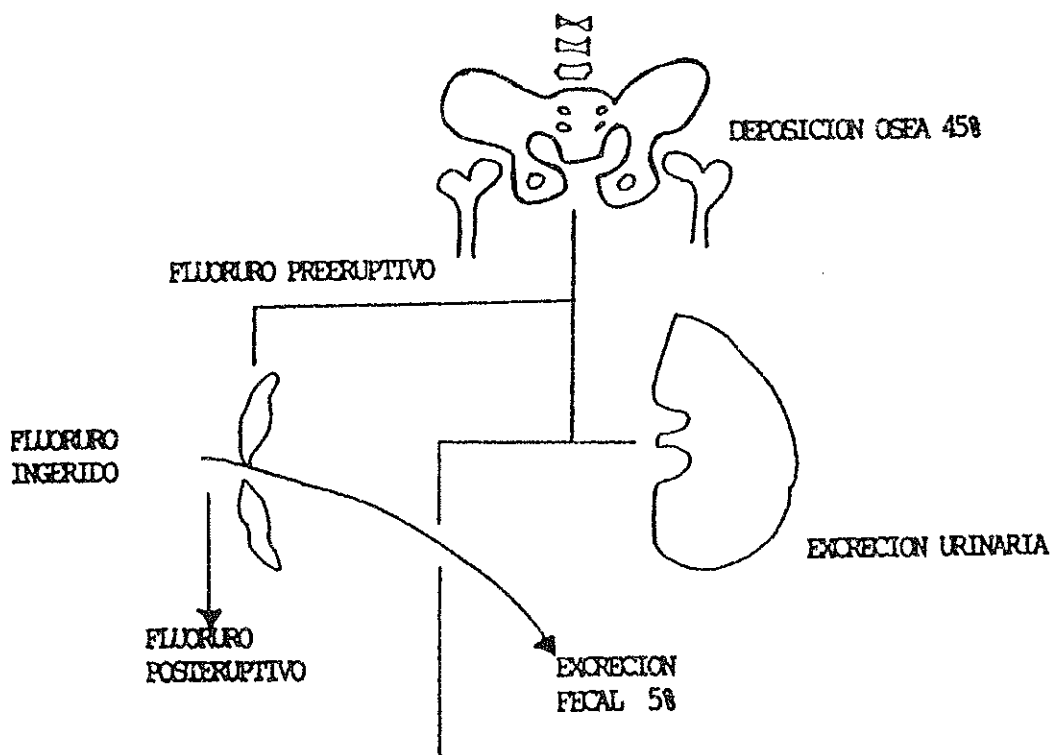


Figura 2

El término "Equilibrio dinámico" indica que las concentraciones de flúor en los fluidos extra e intracelulares no son iguales, además de que cambian proporcional y simultáneamente. (48)

De esta manera, después de consumir sal fluorurada o fluoruro de otras fuentes, se da un incremento temporal en los niveles de fluoruros del plasma y de otros fluidos en el cuerpo humano. Estos fluidos incluyen los especializados, 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, los fluidos orgánicos elevan sus niveles de fluoruros y luego caen varias veces. (48)

Mientras los niveles en 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 sigue en una rápida caída en la concentración. Esto se debe a que la cantidad total de fluoruro ha sido absorbida y a que una rápida clarificación del plasma ocurre en los riñones y los tejidos calcificados. (48)

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 obstáculo en estudios de población, tanto por su alto costo como por la poca participación en forma voluntaria de las personas seleccionadas; además de las concentraciones tan bajas de flúor en el plasma nos lleva a límites de sensibilidad del electrodo específico, usado para su medición, debiendo usarse el método de difusión y no el directo, aumentándose el costo y el tiempo de análisis. (10)

Es importante tomar en cuenta que las concentraciones de flúor de la orina que entra en la vejiga, concuerda minuto a minuto con los niveles de flúor en el plasma aún cuando los niveles de flúor en la orina son más altos. (48)

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 o cantidades

muy pequeñas, siempre se encontrará en tejidos duros el 50% y el resto será excretado.

La proporción de los fluoruros retenida en diferentes partes del esqueleto y 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. (7, 13) (fig. 3)

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 ión flúor se asocia a estos tejidos. (41, 42) En ellos existe fundamentalmente en forma de fluorapatita. En esta fase está grandemente unida a los minerales pero no es irreversible.

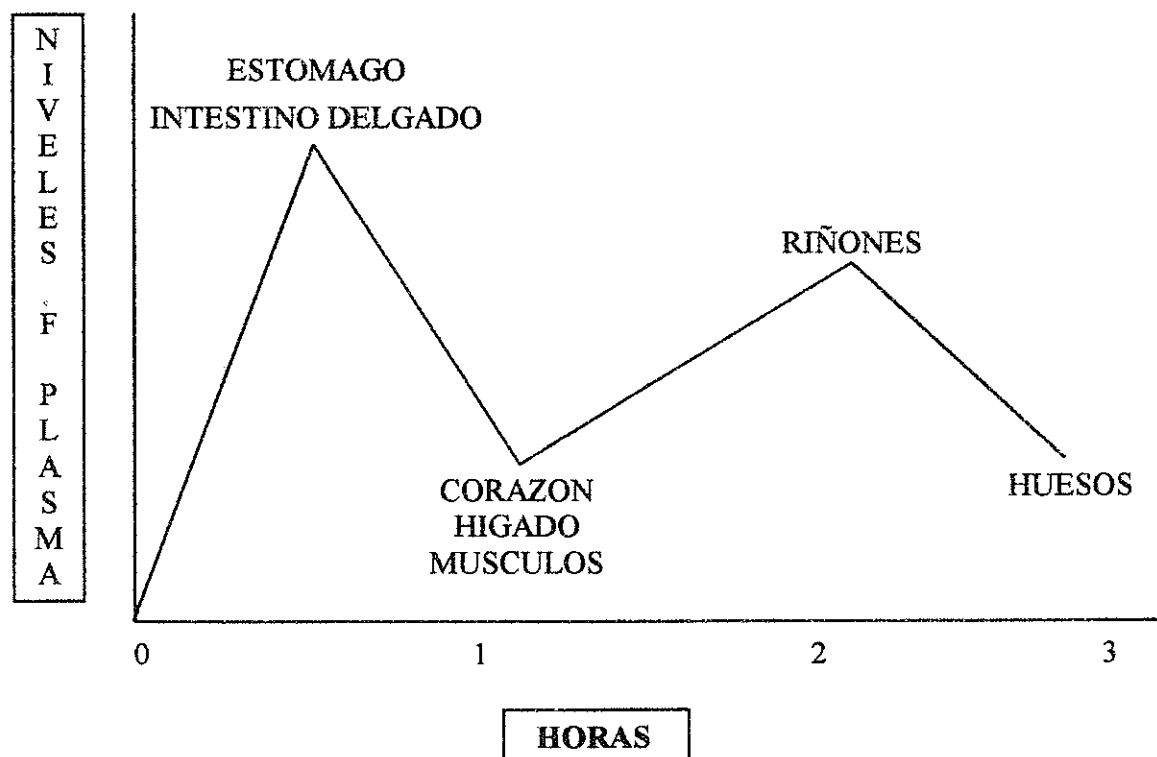


FIG.3 Tres cambios de las concentraciones de fluoruro en plasma después de la ingesta de pequeñas cantidades del ión. Se muestran los tejidos principales que determinan el curso. Las concentraciones no son indicadas; dependerán de la dosis. El punto más alto usualmente se alcanza entre 30 y 60 minutos.

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. (7)

El factor que más fuertemente influencia la toma de flúor por los tejidos calcificados es la edad de las personas, es decir, el estado de desarrollo del esqueleto. (48, 51) 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. Gedalia, por su parte informó que las concentraciones de flúor en la orina de niños de 1 a 3 años de edad, eran tan sólo la mitad de aquella de niños de 4 a 6 años de edad. (16)

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

- a) La actividad metabólica mayor de los constituyentes del hueso recién formado con la mayor deposición de fluoruro.
- b) La incorporación de fluoruro en los tejidos cuando crecen y aumentan de tamaño.

Un tercer factor que podría considerarse, es la ausencia de grandes cantidades de fluoruro anteriormente depositado. (13)

Los factores que determinan la incorporación del flúor a las estructuras dentales son esencialmente los mismos que en el caso de los huesos. Al igual que estos, los dientes también fijan el fluoruro más rápidamente durante el período del crecimiento y del 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 reestructuración 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 de terminado el crecimiento, la fijación de fluoruro sigue siendo apreciable durante algún tiempo, probablemente porque los dientes incompletamente calcificados prosiguen su proceso de mineralización. (4)

## **1.12 EXCRECION DE LOS FLUORUROS**

El fluoruro es un elemento osteotrópico y constituye un excelente ejemplo de elemento acumulativo, por la característica de su deposición en el hueso, la exposición de grandes concentraciones de flúor en el sistema óseo, si no también por ciertos efectos nocivos, el problema de la eliminación es muy importante.

El fluoruro, se excreta en la orina, la piel descamada, las heces, el sudor y la leche. (22)

### **1.12.1 EXCRECION FECAL**

Aproximadamente del 5 al 10% de la excreción diaria de fluoruro se realiza por esta vía; sin embargo, si la alimentación contiene compuestos de flúor relativamente insolubles o que precipitan el fluoruro (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 extraer cantidades exactas de la misma, son razones que no permiten que se realicen exámenes de rutina con este tipo de muestra. (21)

### **1.12.2 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 treinta 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 poblaciones así como la determinación de la excreción en 24 horas. (21)

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

Sólo una cantidad insignificante del fluoruro total ingerido se excreta por la saliva.

En muestras de saliva humana, Carlston, Armstrong y Singer (1960) han encontrado menos del 1% de la actividad del fluoruro reactivo ingerido. (21)

Según Mc.Clure las concentraciones de flúor en la saliva son probablemente muy semejantes a las que se encuentran en la sangre. Actualmente, sólo se dispone de datos fragmentarios sobre la secreción y el contenido salivar en el hombre. En una persona que ingirió ocho mgs. de fluoruro en tan solo dos horas después se encontró fluoruro en la saliva.

### **1.12.4 EXCRECION POR LA LECHE MATERNA**

El fluoruro es un componente natural de la leche humana. Su concentración en esta varía entre menos de 0.1 ppm y 0.2 ppm, es decir, es casi igual a la que se encuentra en el plasma. La excreción láctea del fluoruro ingerido por consiguiente es prácticamente despreciable. (21)

Las concentraciones elevadas de fluoruro en el agua potable o la ingestión de un suplemento de fluoruro pueden determinar un aumento en la concentración de éste en las mujeres lactantes, aumento que puede ser de 15 al 40% si se administra un suplemento diario de 5 mgs. de flúor. (21)

En el hombre, la absorción del fluoruro administrado con la leche es más lenta que la del ingerido con el agua potable, pero no por ello es menos completa. (21)

### **1.12.5 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. (21)

La cantidad de excreción está gobernada por varios factores:

- a) La ingesta 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. (21)

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

Por consiguiente la orina constituye el fluido orgánico que presenta las mejores características para evaluar la ingesta de flúor como son: Su alta concentración con respecto a otros fluidos, su fácil obtención, excreción en forma inmediata, etc. (21)

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

Se considera que la concentración de fluoruro en la orina es uno de los mejores índices de este ión. 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. (21)

- a) Individuos cuya ingestión normal es bastante constante: La concentración de fluoruro urinario puede variar en ellos si ingieren cantidades variables de éste con la alimentación

usual, o si beben cantidades variables de agua potable. (22) El total ingerido a través de los productos alimenticios (excluyendo el agua) alcanza un promedio aproximado de 1 mg por día en comunidades no fluoradas y de dos a tres mgs diarios en poblaciones fluoradas (1 ppm) en los Estados Unidos. (33) Estos valores son considerablemente mayores que los de hace 15 a 20 años, considerando un consumo de 1500 mls. diarios de agua potable, el total de flúor ingerido alcanzaría promedios de 1.2 mgs por día y 3.5 a 4.5 mgs por día, respectivamente. La ingesta en los niños es proporcionalmente menor dependiendo de la edad y del peso corporal. (33)

Sin embargo, la ingestión, la excreción urinaria y las concentraciones óseas de fluoruro tienden a alcanzar al menos superficialmente un estado de equilibrio en estudios a lo largo de meses. En la mayoría de estos grupos la concentración urinaria de fluoruro suele ser bastante baja (1-2 ppm o menos). (21)

Ciertos grupos, sin embargo, están extraordinariamente expuestos por diversas razones: exposición laboral, presencia de fuertes concentraciones de flúor en el agua potable, o consumo excesivo de agua por la elevada temperatura del 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 equilibrio. (21)

La ingesta de flúor en los lactantes merece un comentario especial. Hay poca evidencia que demuestre que la exposición prenatal al flúor protege los dientes primarios contra la caries dental. Sin embargo, la administración de flúor a los lactantes es decisiva para la protección de la dentición primaria. Ya que la leche tiene un contenido más bajo de flúor (0.05-0.1 ppm), la suplementación con flúor de los primeros 12 a 18 meses de vida es necesaria para obtener máxima protección. (33)

- b) Individuos que a intervalos irregulares sufren una exposición al fluoruro leve pero intensa. Estos sujetos se mantienen relativamente inexpuestos en el sentido que sus tejidos óseos no están en absoluto saturados, en períodos transitorios en que la

ingestión de fluoruros es elevada los procesos de ingestión y excreción tienden a depositar la mitad del exceso de éste en los huesos y a eliminar por la orina el resto.

(21)

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

En el hombre la concentración de fluoruro depende en gran parte de la concentración de éste en el agua potable, ambas son casi equivalentes. (21) (fig. 4)

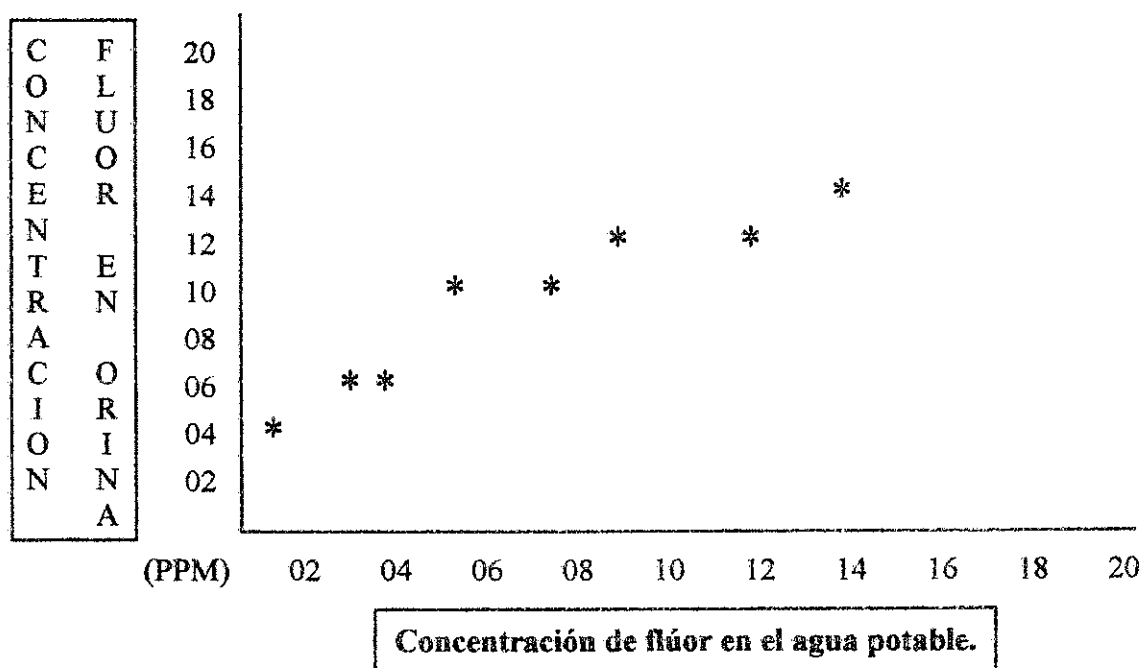
En poblaciones donde el agua está libre de flúor el contenido de éste en la orina de adultos oscila entre 0.3 y 0.5 ppm. En el agua fluorurada artificialmente la concentración urinaria de flúor en adultos aumentó en un lapso de 1 a 6 semanas a 1 ppm. Las personas que han residido mucho tiempo en poblaciones que consumen agua fluorurada y en las que se llega probablemente a un balance equilibrado de fluoruro, terminan por excretar una cantidad diaria de flúor igual a la que ingieren. (21)

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

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 que las concentraciones de flúor 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. (21)

**RELACION ENTRE LAS CONCENTRACIONES DE FLUORURO  
EN EL AGUA POTABLE Y EN LA ORINA DEL HOMBRE.**

(Fig. No. 4)



La concentración urinaria de fluoruro en los habitantes de poblaciones que consumen agua rica en flúor varía entre amplios límites, a razón de 1 ppm la concentración urinaria normal oscila entre 0.5 y 1.5 ppm. (21)

**1.12.8 VARIACIONES INDIVIDUALES**

Las concentraciones urinarias de fluoruro varían característicamente de hora en hora, día a día y de individuo en individuo. La excreción del fluoruro es tan rápida que en la muestra de orina recogida a las tres horas de la ingestión se encuentra ya en una proporción apreciable de la cantidad total del fluoruro que se eliminará por esta vía, ( 20-30% ). (33)

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 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. (21)

Como una regla, se señala que del fluoruro ingerido por personas jóvenes y adultos la excreción es del 50% y la otra mitad se deposita en los tejidos duros. Sin embargo, estos porcentajes pueden variar de un individuo a otro. (40, 48)

#### **1.12.10 EXCRECION DE FLUOR EN EL EMBARAZO**

Gedalia, Brezazinki y Bercovici (1,959) han observado que, en las regiones donde el agua potable contiene 0.5-0.6 ppm de F, la concentración urinaria de fluoruro desciende ininterrumpidamente desde el quinto al octavo mes de la gestación, y aumenta después pero sin llegar a alcanzar la cifra inicial. Sólo a los dos o tres meses del parto la concentración de fluoruro retorna al valor existente antes del embarazo. (20) El flúor es transferido al feto en tejido fino y en mínimas cantidades. (41)

Poco antes del parto las concentraciones de fluoruro en la sangre y en la saliva maternas parecen ser más bajas que las encontradas en la sangre de mujeres no embarazadas y en la saliva de las mismas mujeres en el cuarto mes de la gestación. El contenido de fluoruro en la orina es también más bajo poco antes del parto que a los pocos días de éste; la concentración urinaria de fluoruro después del parto es casi la misma en las mujeres lactantes y en las no lactantes (Bercovici, Gedalia y Brezazinki, 1,960). (21)

De acuerdo con Jenkins (1,955) la concentración de flúor en la leche materna es menor que la del plasma. La leche de las madres es considerada significativa fuente de flúor a un infante. (41)

El depósito adicional de fluoruro se debe probablemente, a que el sistema óseo materno es más receptivo a causa de las alteraciones óseas de carácter hormonal que se producen normalmente antes del parto. Se calcula que la cantidad total de fluoruro depositado desde el quinto al noveno mes de embarazo asciende a 30 mg., a juzgar por las variaciones de la

concentración urinaria de fluoruro. Suponiendo que el mineral óseo de la madre pese 3,000 g., estos 30 mg. sólo aumentarán la concentración ósea de fluoruro en 10 ppm., aumento que resulta casi imperceptible.

### **1.13 EFECTOS TOXICOS DEL FLUOR**

Los estudios sobre la toxicidad del fluoruro en el hombre han despertado un gran interés a causa de la extendida idea de que los programas de prevención de la caries dental por fluoración entrañan un peligro de intoxicación acumulativa a largo plazo. El hecho de que los síntomas iniciales de la intoxicación sean poco precisos, ha introducido un elemento de confusión acerca de la posible toxicidad del ión fluoruro. (49)

Los efectos tóxicos de las dosis altas de fluoruro se manifiestan principalmente en los dientes y el esqueleto, con afectación secundaria del sistema nervioso en los casos de fluorosis anquilosante avanzada. Aunque hay pruebas experimentales de los efectos tóxicos causados por las concentraciones elevadas de fluoruro en la tiroides y el riñón, en los casos de fluorosis endémica no se ha descrito ninguna alteración clínica patente de la función de estos órganos. (49)

Las alteraciones óseas de la fluorosis endémica se caracterizan por el depósito irregular del fluoruro en los distintos huesos del cuerpo, especialmente en los de la cabeza y del tronco. Así mismo son típicas las manifestaciones radiológicas de osteoesclerosis con osteofibrosis pronunciada. La composición química de los huesos está alterada y hay un notable aumento en la cantidad de fluoruro en las cenizas del hueso. En los casos avanzados, el estrechamiento irregular del conducto raquídeo y de los agujeros de conjunción provocan complicaciones radiculomielopáticas que se suman a las lesiones óseas. (49)

### **1.14 DISTRIBUCION EN LA PLACENTA Y EN EL FETO**

La placenta es el órgano a través del cual se efectúan los intercambios de productos

gaseosos, nutritivos y de excreción entre los tejidos maternos y fetales (es decir, entre sus respectivos torrentes sanguíneos, que son muy similares histológicamente). El tejido de la placenta es permeable, incluso para ciertos compuestos de elevado peso molecular como las gamaglobulinas, pero en general existe una proporción inversa entre el peso molecular de las sustancias y su capacidad para atravesar la placenta.

Los estudios sobre el traspaso transplacentario del fluoruro se iniciaron a raíz de la demostración de la influencia de éste sobre la mineralización de los dientes y sobre la resistencia a la caries dental. La absorción y el almacenamiento del fluoruro en el feto humano y su relación con el metabolismo materno son cuestiones que merecen especial interés.

Es necesario que exista cierta cantidad de fluoruro en el agua o en los alimentos de las hembras preñadas para que aparezca una cantidad apreciable del mismo en el recién nacido.

Hay discrepancias respecto a la extensión del intercambio placentario en el hombre. En estudios que datan ya de bastante tiempo se establecieron ciertas relaciones entre la ingestión diaria del fluoruro por las embarazadas y la concentración de éste en la sangre materna, el tejido placentario y la sangre del recién nacido. Gardner y colaboradores han observado que los valores de fluoruro en la sangre y en el tejido placentario de las embarazadas eran más altos en una zona cuya agua potable contenía 1 ppm. de fluoruro que en otra abastecida con agua no fluorada. El tejido placentario contiene mucho más fluoruro que la sangre fetal tanto en las mujeres que consumen agua fluorada o comprimidos de fluoruro como en las que beben agua prácticamente exenta de ese ión. Se ha comparado las concentraciones de fluoruro en el tejido placentario, la sangre materna y la sangre fetal en mujeres que bebían agua casi exenta de fluoruro y en mujeres que recibían un suplemento de fluoruro en la leche, encontrándose una concentración de fluoruro notablemente más alta en la sangre materna y en el tejido placentario de estas últimas, mientras que en la sangre fetal sólo estaba ligeramente aumentada. Todos estos estudios indican que el fluoruro se acumula en el tejido placentario, que pueda actuar como una barrera parcial para proteger al feto contra las concentraciones

tóxicas de fluoruro. Sin embargo, según Held la concentración de fluoruro es la misma en la sangre materna y en la fetal y el aumento consecutivo a la ingestión de suplementos de fluoruro también es idéntico en ambas, lo que implicaría que la placenta permite pasivamente la transferencia de fluoruro al feto.

En vista de estas y otras discrepancias se han estudiado de nuevo las relaciones entre las concentraciones de fluoruro en el tejido placentario, en la sangre materna y en la sangre fetal.

**CUADRO 1**  
**CONCENTRACION DEL FLUORURO EN EL TEJIDO PLACENTARIO Y EN LAS SANGRES FETALES Y MATERNA CUANDO LA INGESTION DE FLUORURO ES BAJA O ELEVADA**

	Ingestión de fluoruro baja		Ingestión de fluoruro elevada	
	Concentración media de fluoruro (en ppm)	DT	Concentración media de fluoruro (en ppm)	DT
Placenta	0.121	0.06	0.228	0.09
Sangre Fetal	0.165	0.07	0.175	0.05
Sangre Materna	0.150	0.06	0.234	0.10

\* Según Gedalia y colaboradores (1954 b.)

En el Cuadro No. 1 puede verse que cuando la ingestión de fluoruro es baja (agua potable con 0,1 ppm de fluoruro aproximadamente), la concentración del mismo en el tejido placentario es inferior a las concentraciones en la sangre materna y fetal lo que indica que el paso de fluoruro de la sangre materna a la fetal sólo está ligeramente dificultado. En cambio, cuando la ingestión del fluoruro es elevada (agua potable 0,1 ppm de flúor o administración de comprimidos de fluoruro), las concentraciones de éste en el tejido placentario y en la sangre materna son superiores a la concentración en la sangre fetal. Esta permeabilidad limitada de la placenta ante una mayor concentración de fluoruro hace pensar que la placenta interviene

en la transferencia de fluoruro de la madre al feto. (17)

Ahora bien, para interpretar los valores del fluoruro placentario y el plasmático hay que tener en cuenta las dificultades microanalíticas de la determinación y las alteraciones degenerativas que ocurren en la placenta al final del embarazo. Los estudios autoradiográficos realizados con el  $^{18}\text{F}$  en la ratona gestante revelan que la placenta a término presenta zonas calcificadas que retienen fluoruro y que reducen así la cantidad de éste que llega al feto. Este hallazgo indica probablemente el alto contenido de fluoruro de la placenta humana en la época del parto. (17)

La tolerancia relativamente grande del  $^{18}\text{F}$  ha permitido estudiar el paso del fluoruro a través de la placenta en mujeres sometidas a abortos terapéuticos en una fase avanzada del embarazo y en relación con una esterilización. (17)

En fecha reciente se ha analizado cuantitativamente por autoradiografía la transferencia placentaria de  $^{18}\text{F}$  en las últimas fases de la gestación de la ratona (1 o 2 días antes del momento previsto del parto). En estos animales, el esqueleto fetal acumula mucho menos  $^{18}\text{F}$  que el esqueleto materno, debido a la lenta difusión del fluoruro a través de la placenta y a la gran capacidad homeostática para el fluoruro que poseen los mamíferos. Por consiguiente, una momento repentino en la sangre materna, como el producido por la ingestión de comprimidos de fluoruro o por la inyección de  $^{18}\text{F}$  durante el embarazo, no produce un aumento grande de la concentración de fluoruro de la sangre fetal. (17)

El fluoruro que pasa a la circulación fetal se fija en los huesos y dientes del feto en vías de calcificación, probablemente en forma de fluorapatita.

Martin publicó sus hallazgos sobre el contenido de fluoruro del fémur, de los maxilares superior e inferior y de los folículos dentarios de 8 fetos procedentes de una zona de Chicago de agua poco fluorada.

En el Cuadro No. 1 no revelan una relación patente entre la cantidad de fluoruro y el peso del feto, y concuerda con los resultados de análisis más recientes de fémures, maxilares

inferiores y dientes de fetos humanos de 6-9 meses de edad procedentes de zonas pobres en fluoruro, que tampoco indican que el contenido de fluoruro de los tejidos calcificados aumenta apreciablemente con la edad del feto. (17)

**CUADRO 2**  
**CONCENTRACION DE FLUORURO EN CENIZAS DE HUESOS Y DIENTES FETALES**  
**PROCEDENTES DE UNA ZONA POBRE EN FLUORURO**  
**(0.1 ppm DE F APROXIMADAMENTE, TEL-AVIV, 1961-63)**

Edad del feto	Número de Casos	Concentración media de fluoruro (en ppm)		
		Fémur	Maxilar inferior	Dientes
6	21	39.7	42.3	30.9
7	24	40.7	39.0	34.0
8	13	42.3	38.5	31.7
9	27	43.8	46.9	40.8

En las regiones de agua moderadamente y fuertemente fluoradas, el contenido de fluoruro de los huesos y dientes suele aumentar a medida que avanza la edad del feto a causa del efecto prolongado del intercambio y de los procesos de incorporación. Cuadro No. 2

**CUADRO 3**  
**CONCENTRACION DE FLUORURO EN CENIZAS DE HUESOS Y DIENTES FETALES**  
**PROCEDENTES DE UNA ZONA CON AGUA MODERADAMENTE FLUORADA**  
**(0.55 ppm DE F APROXIMADAMENTE, JERUSALEN, 1961-63)**

Edad del feto	Número de Casos	Concentración media de fluoruro (en ppm)		
		Fémur	Maxilar inferior	Dientes
6	31	59.0	47.0	32.6
7	20	71.6	53.5	43.0
8	07	79.4	66.0	57.9
9	34	92.5	78.8	69.7

CUADRO 4

CONCENTRACION DE FLUORURO EN CENIZAS DE HUESOS Y DIENTES FETALES  
 PROCEDENTES DE UNA ZONA CON AGUA FUERTEMENTE FLUORADA  
 (1 ppm DE F APROXIMADAMENTE, NEGEV, SUR DE ISRAEL 1961-64)

Edad del feto	Número de Casos	Concentración media de fluoruro (en ppm)		
		Fémur	Maxilar inferior	Dientes
6	20	55.2	57.2	44.0
7	06	63.0	65.7	47.0
8	13	79.9	70.3	52.0
9	25	85.2	85.0	53.8

CUADRO 5

CONCENTRACION DE FLUORURO EN CENIZAS DE HUESOS Y DIENTES FETALES  
 PROCEDENTES DE UNA REGION CON AGUA FLUORADA  
 (1 ppm DE F APROXIMADAMENTE, EVANSTON, ILINOIS 1953)

Feto	Período de gestación	Peso del niño (g)	Resultado del análisis (en ppm)			
			Fémur	Maxilar inferior	Maxilar superior	Dientes
1	28	880	78.9	155.6	125.5	
2	35	2126	95.1	92.7	82.0	45.8
3	21	950	89.2	78.4	82.5	
4	36	2416	121.6	120.1	111.8	89.2

Las diferencias del contenido de fluoruro de los tejidos óseos fetales procedentes de regiones de agua poco (Cuadro No. 2), moderadamente (Cuadro No. 3) y fuertemente (Cuadros Nos. 4 y 5), se deben probablemente a las variaciones de la concentración de fluoruro en la sangre fetal, de las que toman el fluoruro los cristales minerales recién formados.

La similitud de los valores de fluoruro en la sangre fetal (Cuadro No. 1) observados con la ingestión baja, media y elevada de fluoruro pueden deberse a la rápida desaparición del fluoruro de la sangre del feto durante la mineralización del esqueleto de éste. También se han encontrado pequeñas diferencias de la concentración plasmática de fluoruro en adultos residentes en lugares de aguas potables con distintas concentraciones de fluoruro. La concentración de fluoruro en los huesos y dientes de fetos procedentes de zonas de aguas potables con un contenido de fluoruro moderado (Cuadro No. 3) o alto, tanto natural (Cuadro No. 4) como artificial (Cuadro No. 5), no difiere mucho, lo que confirma la permeabilidad limitada de la placenta del hombre y de los roedores ante un aumento de la ingestión de fluoruro (Gedalia y Col.). Otra prueba de esta permeabilidad limitada es el hecho de que no se encuentre esmalte moteado, en las regiones con fluorosis dental endémica, en los incisivos temporales, que como es sabido se calcifican casi por completo en el período prenatal.

En cuanto al contenido del fluoruro de los diferentes tejidos duros del feto, a igualdad de edad el fémur suele contener más que el maxilar inferior o los dientes. Las variaciones de la distribución del fluoruro en los diversos huesos de los animales de laboratorio han atribuido a las diferencias de vascularización y de velocidad de crecimiento, que quizás también influye en las características de acumulación de fluoruro en los huesos y dientes del feto humano. (17)

El flúor tiene acciones sistémicas y tóxicas importantes para la salud dental. En forma sistémica el fluoruro actúa sobre el diente previo a la erupción, asimilándose en estructura cristalina del esmalte. Adicionalmente, el flúor limita la desmineralización de las coronas de los primeros molares y de los demás dientes permanentes comienza poco después del nacimiento y continúa hasta los 6 años de edad. La mineralización de las piezas temporales

se lleva a cabo durante el período prenatal. Los efectos sistémicos del flúor se ejercen durante estos períodos.

Un estudio realizado sobre el efecto que tiene el consumo de sal fluorada sobre la concentración de flúor en la leche materna, realizado en Costa Rica (43), revelan datos que el consumo de sal fluorada tiene efectos sobre la leche materna. El niño que es amamantado recibirá el flúor desde los primeros días de vida mediante el contenido mineral de la leche materna. Este contenido mineral es de 3 gramos/litro en el calostro (primera semana) y de 2 gramos/litro en leches pre-término y maduro. (43)

Actualmente en Costa Rica, se cuenta con un programa nacional de fluoración de la sal, donde los costarricenses y dentro de ellos las mujeres embarazadas están consumiendo una dosis aproximadamente de 1 a 3.5 mgs. de flúor al diario, dependiendo la ingesta de sal.

Con respecto al metabolismo del fluoruro en la unidad fetoplacentaria, varios estudios, han permitido aclarar que a diferencia de las ratas este ión pasa libremente y la placenta no constituye una barrera propiamente dicha, sino que la atraviesa depositándose tanto en los tejidos fetales como en la placenta misma. En uno de estos estudios se determinó que el nivel de fluoruro en la sangre del feto es de aproximadamente un 75% del nivel encontrado en la sangre materna. Además, en estas investigaciones se habla de que cada gramo de fluoruro administrado el 25% se fija en los huesos maternos, el 25% en los fetales y el 50% se excreta.

En lo que se refiere al fluoruro plasmático, se ha encontrado que existe una diferencia significativa, entre los niveles de flúor del cordón plasmático del recién nacido de madres que recibieron una dosis de fluoruro diario durante el tercer trimestre (un promedio de 58.3 microgramos/litro), con respecto al grupo control que no recibió flúor (27.8 ugF/l).

Por otra parte, aunque no hay un consenso sobre el grado de efectividad del fluoruro administrado prenatalmente y pre eruptivo, varios estudios publicados por la OMS en 1986, demostraron que la administración de fluoruro desde el período prenatal daba mayores beneficios en la dentición temporal, al presentarse porcentajes más altos de disminución en la

prevalencia de la caries dental si se comparaba con grupos de niños que los recibieron a partir del nacimiento o posteriormente. Esto significa que las investigaciones actuales deben abocarse a medir el efecto real de Fluoruro en etapas tan importantes. (37)

En el estudio realizado en Costa Rica de fluoruro en mujeres embarazadas expuestas a dos diferentes vías de consumo de flúor, comparadas con mujeres no embarazadas, se determinó que existen diferencias estadísticas significativas en el promedio de excreción de orina de las mujeres embarazadas, tanto consumiendo sal como agua fluorada. Este hallazgo nos sugiere que durante el embarazo el metabolismo del fluoruro sufre modificaciones importantes afectando tanto como a la madre como a la unidad fetoplacentaria, ya que el fluoruro ingerido por la madre se convierte en concentración sanguínea para ambos.

El flúor una vez que se encuentra en forma iónica y circulante en la sangre es asimilado por las distintas partes del esqueleto y los dientes en forma de flúorapatita. Varios hechos importantes relacionados con la concentración de fluoruro apoyan el concepto de usar estos tejidos para determinar la ingesta de fluoruro a largo plazo.

Es importante recordar aquí que a partir del cuarto mes de vida intrauterina (segundo trimestre) se inicia la formación de los tejidos duros de los dientes temporales, y que continúa hasta después del nacimiento; durante el período prenatal se ha formado la mayoría del esmalte de los incisivos centrales y laterales, superiores e inferiores; y una tercera parte del esmalte del canino de una cúspide de la primera molar y trazos del esmalte de la segunda molar. (44)

Este evento, de la formación de los tejidos duros del diente a partir del cuarto mes, el inicio de la calcificación del esmalte y la disminución de la fluoruria en el período prenatal, sugiere que existe una incorporación del fluoruro en esta etapa, y por sus características anticariogénicas ya conocidas, debe colaborar en algún grado en la prevención de caries dental. Con respecto a esto, y como se mencionó en un inicio, algunos estudios epidemiológicos han referido que el porcentaje de disminución de la caries dental en las piezas temporales ha sido mayor cuando se ha administrado fluoruro prenatal.

Lo expresado anteriormente, no se opone a las investigaciones recientes (18) que afirman que el efecto post-eruptivo del fluoruro es más importante en la prevención que el pre-eruptivo sino que nos orienta a pensar que existe un complemento entre ambos.

Los hallazgos encontrados en éstos y otros estudios obligan a seguir haciendo investigaciones en este campo para llegar a conocer con mayor certeza el nivel de efectividad del fluoruro prenatal y su colaboración en la prevalencia de caries dental de las piezas temporales.

## DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

### MONOGRAFIA DE LA REGION DE SALUD NOR-OCCIDENTE DE GUATEMALA

#### I. CARACTERISTICAS FISICAS Y DEMOGRAFICAS

La región Noroccidental o Región VII de la República de Guatemala comprende los departamentos de Huehuetenango y El Quiché, posee una extensión territorial de 15,781 km<sup>2</sup>. Para efectos administrativos, se divide en 52 municipios; su densidad se estima en 79.3 h/km<sup>2</sup>; sus principales ciudades son Huehuetenango y Santa Cruz del Quiché. El departamento de El Quiché es el de mayor extensión territorial con 8,378 km<sup>2</sup>; Huehuetenango presenta una extensión de 7,203 km<sup>2</sup>, la densidad de la poblacional por departamento es de 66.50 y 93.71 h/km<sup>2</sup>, respectivamente.

El Quiché es muy boscoso, cuenta con diversos valles y tiene una extensión bien irrigada que favorece la actividad agrícola. Huehuetenango es muy montañoso pues allí se encuentran los Cuchumatanes; es rico en recursos mineros y tiene una variedad de climas que favorecen el desarrollo de distintos cultivos.

El 93.18% de la población es indígena, hablante de alguna de las lenguas siguientes: Quiché, mam, ixil, kanjobal, jacalteco, uspanteco, chuj, aguacateco y sacapulteco.

Para 1994, se estima que la región contaba con 1,069,901 habitantes de los cuales el 50.4% era del sexo masculino y el 49.6% del femenino; por lo que se considera que hay 101 hombres por cada 100 mujeres. El 87% del total de la población es rural y el 13% urbano. La población menor de cinco años constituye el 19% de la población total; la menor de quince años representa el 49%; más de la mitad de la población tiene menos de diecisiete años, lo que caracteriza la estructura poblacional de la región con una pirámide de base amplia y vértice angosto. Las mujeres de 15 a 49 años representan para 1990 el 21.03 % del total de la población.

En 1990, se registraron 50,654 nacimientos con una tasa de natalidad de 40.5 por mil

habitantes (36.73 el nivel nacional) y una tasa de fecundidad general de 192.59 por mil mujeres en edad fértil; el 16.29% de los nacimientos ocurrió en madres menores de 20 años y el 34.5%, en el mayor de 30 años.

## **ASPECTOS SOCIOECONOMICOS**

La Región Noroccidental evidencia menor grado de desarrollo relativo comparado con el resto del país, concentra el 13.60% de la población guatemalteca, especialmente la indígena rural, con un nivel de pobreza que se califica de extrema. De un total de 186,100 familias, el 80.8% o sea 150,368 familias (751,840 habitantes) vive en extrema pobreza; en el ámbito departamental, el 86.5% de las familias de El Quiché cae en la categoría de extrema pobreza; en Huehuetenango, el 74.7% de la población no cuenta con ingresos que cubran el precio de la canasta básica de alimentos ni la de bienes y servicios.

La población económicamente activa (PEA) es el 29.3% del total de la población; se registra una tasa de desocupación de 0.34%. La principal actividad de la región es la agricultura, el 78.26% de la población ocupada se dedica a esta actividad, le sigue el comercio, la industria manufacturera y los servicios comunales, sociales y personales con 7.11, 6.09 y 5.41% respectivamente. Para 1989, el ingreso promedio individual mensual fue de Q.125.57, lo cual representa un aumento del 27% con respecto a 1987; el egreso promedio familiar mensual fue de Q.161.58, lo que representa un aumento del 26% en comparación con datos de 1987.

La tenencia y distribución de la tierra es menos concentrada que en otras regiones. En Huehuetenango hay ocho grandes fincas multifamiliares que tienen en promedio 2,138 manzanas; en El Quiché hay 14 con 2,498 manzanas como promedio. Hay además 19,537 microfincas en Huehuetenango y 16,735 en el Quiché, con un promedio de 0.5 de manzana.

Durante los años 60's se entregaron tierras en el norte de El Quiché a militares de cierto rango, posteriormente, se realizó un fraccionamiento de pequeñas parcelas que fueron entregadas a campesinos que se han constituido en cooperativas.

Los indicadores de bienestar de la región son sumamente precarios; podríamos afirmar que las mayores deficiencias a nivel nacional se encuentran aquí, conformando la región más pobre en donde convergen una serie de factores adversos que la caracterizan y hacen más aguda la situación.

El analfabetismo afecta al 74% de la población, pero es más agudo en El Quiché con 76%; ésto se relaciona con la ausencia de establecimientos educativos pues hay déficit de 56% en el nivel primario y prácticamente son inexistentes en el nivel medio, en donde el déficit es de 95%. Esto explica los altos índices de analfabetismo existentes.

Se estima que de las 186,100 familias de la región, unas 100,000 están afectadas por el déficit de vivienda, lo que significa que aproximadamente medio millón de personas tienen problemas habitacionales, ya sea por deficiencia o por falta total.

Los conflictos militares son causa de desplazamiento interno de la población; además muchos desplazados, en su mayoría indígena de esta región, se encuentran ubicados en México, bajo el estatus de refugiados. La reubicación de los desplazados se ha establecido principalmente en El Quiché, especialmente en el Triángulo Ixil; traumas psicológicos, desnutrición, orfandad, falta de atención en educación y salud e inestabilidad social y emocional, son algunos de los problemas que aquejan a los afectados por el conflicto armado, especialmente a los niños.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVOS GENERALES:**

1. Determinar la concentración y excreción de fluoruro en la orina en mujeres embarazadas que son atendidas por el Ministerio de Salud Pública, IGSS y APROFAM, en donde se brinda atención pre-natal de la República de Guatemala en el año de 1995, en las diferentes regiones de salud del país.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

1. Determinar la concentración de fluoruro en la orina de mujeres embarazadas atendidas por el Ministerio de Salud Pública, IGSS y APROFAM, en donde se brinda control prenatal en el año de 1995, en la Región de Salud Nor-Occidente, que comprende los departamento de Huehuetenango y el Quiché.
2. Determinar la concentración y excreción de fluoruro en orina en mujeres embarazadas dependiendo de la edad, departamentos y municipios.

## **VARIABLES E INDICADORES**

1. Concentración de fluoruro en la orina.
2. Excreción de fluoruro en la orina.
3. Edad
4. Departamento.
5. Municipio.

### **DEFINICION DE VARIABLES:**

1. **Concentración de Fluoruro en Orina:**  
Es la cantidad de ión flúor medida en partes por millón en la orina de mujeres embarazadas que son atendidas por el Ministerio de Salud Pública, IGSS y APROFAM, en donde se brinda atención pre-natal de la República de Guatemala.
2. **Excreción de Fluoruro en Orina:**  
Es igual al producto de la tasa de flujo urinario (volumen) y la concentración urinaria de fluoruro. (54)
3. **Edad:**  
Es cada uno de los periodos que ha vivido un ser humano, medido en tiempo.
4. **Departamento:** Cada una de las divisiones administrativas de un territorio.
5. **Municipio:** División administrativa de un Estado, que comprende un territorio y un núcleo urbano, regido por una corporación municipal.

### **INDICADORES DE LAS VARIABLES:**

1. **Concentración de Fluoruro en Orina:**  
Cantidad de fluoruro en la orina en partes por millón o miligramos por litro, determinado por el método del electrodo de combinación específico para fluoruro con un analizador selectivo de iones (potenciómetro).
2. **Excreción de Fluoruro en Orina:**  
Concentración X volúmen  
1,000 ml.
3. **Edad:**  
Tiempo vivido en años expresados por la persona al tomar la muestra.
4. **Departamento:** Cada una de las divisiones administrativas de un territorio en donde vive la persona al tomar la muestra.

## METODOLOGIA

### POBLACION:

La población de este programa de investigación la integraron todas las mujeres embarazadas que fueron atendidas por el Ministerio de Salud Pública, IGSS y APROFAM, en donde se les brindó atención pre-natal en la Región de Salud Nor-Occidente, que comprende los departamentos de Huehuetenango y El Quiché durante el año de 1,995.

### PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

#### Diseño de la Muestra:

Para cada una de las regiones se utilizó el método de muestreo por conglomerado, en dos etapas, la primera consistió en la selección aleatoria de las diferentes Instituciones de Salud Pública, IGSS y APROFAM, y la segunda fue la selección aleatoria de las mujeres embarazadas que fueron atendidas por estas instituciones.

#### Tamaño de la Muestra:

Considerando el tamaño de la población total de mujeres embarazadas que son atendidas por el Ministerio de Salud Pública, IGSS y APROFAM, en donde se brinda atención pre-natal, de la República de Guatemala en el año de 1,995 y como variable determinante la concentración de fluoruro en la orina, se calculó el tamaño de la muestra y se asignó de manera uniforme a cada región del país, siendo en este caso la Región de Salud Nor-Occidente, que comprende los departamentos de Huehuetenango y El Quiché.

El procedimiento del cálculo del tamaño de la muestra fué:

$$n = \frac{Nc^2 * Var}{LE^2 * \left[ \frac{N-1}{N} \right] + \left[ \frac{(Nc^2) * Var^3}{N} \right]} * ED \quad (30)$$

En donde:

$n$  = Tamaño de la muestra.

$Nc^2$  = Nivel de confianza deseada en la estimación. (1.96).

Se deseó 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 (0.28 mg/lit.) de acuerdo al informe final de la investigación sobre la concentración de fluoruro en la orina de adultos.

$LE^2$  = Limite de error con el que se deseó realizar la investigación. Para este estudio 0.10 mg/lts. tomado como diferencia biológica en la estimación de la concentración de fluoruro en la orina.

$N$  = Total de mujeres embarazadas que fueron atendidas por el Ministerio de Salud, IGSS y APROFAM, en donde se les brindó atención pre-natal, de la República de Guatemala, en el año de 1995, que es un total de 321,210, datos basados según el número de nacimientos en el año de 1993, según el Instituto de Salud.

$ED$  = Efecto de diseño por utilizar muestreo por conglomerado, para el presente estudio se utilizó 3.

El cálculo del tamaño muestral por este procedimiento indicó que es necesario incluir como mínimo 90 personas para la Región de Salud Nor-Occidente.

#### **Procedimiento muestral:**

Luego de establecer el tamaño de la muestra en 90 personas para la Región de Salud Nor-Occidente, que comprende los departamentos de Huehuetenango y El Quiché, se procedió de la siguiente manera:

#### **Primera etapa de selección:**

Se solicitó al Ministerio de Salud Pública, IGSS y APROFAM los listados de todas las instituciones que brindan atención prenatal a mujeres embarazadas de la Región de Salud Nor-

Occidente, del año de 1995. Se definió  $K = 18$ . Este número se eligió en base a que se consideró como un número adecuado de mujeres embarazadas para ser controlados en la investigación.

Se calculó el número de conglomerados ( $m = n/k$ ) ( $m = 90/20$ ), dando como resultado 5 conglomerados para esta región de salud. La selección de los conglomerados fue aleatoria a través de la tabla de números aleatorios. En base a este procedimiento se seleccionaron las siguientes Instituciones del Ministerio de Salud Pública, IGSS y APROFAM, que brindan atención prenatal a mujeres embarazadas por departamentos:

### **REGION DE SALUD NOR-OCCIDENTE**

#### **HUEHUETENANGO y EL QUICHE**

- 1) Concepción Huista (Huehuetenango)**
- 2) Puesto de salud La Libertad (Huehuetenango)**
- 3) Centro de salud El Quiché, tipo "B" (El Quiché)**
- 4) Puesto de salud Patzite (El Quiché)**
- 5) Centro de salud Chupol, tipo "B" (El Quiché)**

#### **Segunda etapa de la selección:**

Para llevar a cabo esta etapa, se solicitaron a las diferentes instituciones antes mencionadas los días en que éstas atienden mujeres embarazadas para que conforme llegaran a ser atendidas se pudiera obtener y seleccionar las 18 a muestrear.

#### **CALIBRACION DE INVESTIGADORES:**

Previo a realizar la investigación, se realizaron varias sesiones teórico-prácticas con el objeto de calibrarse en la metodología y en las técnicas de recolección de muestras, y análisis de las mismas.

La comisión encargada de analizar las muestras de orina en el laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, realizaron prácticas para conocer y manejar la metodología y unificar criterios al momento de analizar las muestras. Estas prácticas se realizaron previa calibración con los asesores en el laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

## **ETICA DE LA INVESTIGACION:**

Cada investigador llevó consigo cartas de presentación personal y de respaldo de este 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 la persona representante de la institución estatal o privada seleccionada, para informarle de que trataba el estudio y se solicitó su autorización por escrito, para la realización del mismo, haciendo la aclaración que la participación y colaboración de los pacientes que allí asistieran sería totalmente voluntaria.

Al final de la recolección de las muestras se solicitó al representante de la institución estatal o privada su firma y sello con constancia de la realización del trabajo de campo en dicha institución.

## **PROCEDIMIENTO DE CAMPO:**

### **Procedimiento de Recopilación de Muestras:**

El procedimiento de recolección de muestras constó de dos componentes: El primero para conocer los datos generales del paciente, para lo cual se elaboró una ficha. El segundo la recolección de la muestra de orina.

#### **Toma de Muestra:**

1. Se identificó adecuadamente cada recipiente (plástico de boca ancha, con capacidad mínima de 500 ml.) y se le indicó al participante del muestreo, cuál frasco le correspondía.
2. Se instruyó en forma adecuada a todas las participantes sobre la metodología utilizada para la recolección de la muestra.
3. Se le indicó a la participante que debía evacuar su orina en forma completa, haciendo la observación que ésta sólo podía ser evacuada en el período de las 8:00 A.M. a las 12:00 A.M., anotándose la hora en que se realizó.
4. Se preguntó a la participante la hora en que efectuó su primera micción, en caso de ser

la primera, ésta fue desechada y se anotó la hora en que se efectuó.

5. Se midió el volumen total de la micción efectuada (segunda, tercera, etc.) y se anotó la hora.
6. Se midió 100 ml. de orina con una probeta y se depositó en un recipiente plástico hermético.
7. A cada muestra de 100 ml. se le agregaron 20 gotas de EDTA al 8% y se cerró cada recipiente con su respectiva tapadera de plástico.
8. Se identificaron las muestras de orina en forma codificada para cada investigador.
9. Se recolectaron todos los recipientes descartables en una bolsa plástica para ser depositados en la basura.
10. Se agradeció la colaboración a las personas que proporcionaron la muestra y se solicitó la firma y sello al representante de la institución de salud.
11. Se transportaron en una hielera todas las muestras para su análisis en el laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

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

##### **Equipo requerido:**

- a) Analizador selectivo de iones (potenciómetro).
- b) Electrodo de combinación de fluoruro.
- c) Agitador magnético, para mantener la agitación uniforme y constante.
- d) Barras magnéticas, para homogenizar la solución.
- e) Beakers plásticos, para recolectar desechos.
- f) Pipetas de polipropileno de 10 ml.
- g) Succionador.
- h) Pipetas de plástico.
- i) Micropipeta de un ml.

- j) Goteros plásticos.
- k) Probetas de polipropileno de 100 ml.
- l) Un balón aforado de polipropileno de 250 ml.
- m) Servilletas de papel.

**Soluciones requeridas:**

- a) Agua destilada: Para preparar todas las soluciones estandares y para lavar todo el instrumental de plástico, el electrodo y las barras magnéticas.
- b) Solución estándar: Se preparó una solución base de 100 ppm de fluoruro de sodio de la siguiente manera: Se pesaron 0.221 gr. de fluoruro de sodio en polvo de 95% de pureza y se diluyó en un litro de agua destilada. A partir de esta solución se prepararon seis estandares con las siguientes concentraciones; 0.1, 0.3, 0.5, 0.8, 1.0, 1.5 ppm. de la siguiente manera: De la solución de 100 ppm. de NaF se tomaron 1 ml. de esta solución y se aforaron hasta 1,000 ml., con ésto se obtuvo la solución de 0.1 ppm. Las otras 5 soluciones se hicieron diluyendo con 2 ml., 5 ml., 8 ml., 10 ml. y 15 ml. de la solución estándar y todas aforadas a 1,000 ml. de agua destilada.
- c) EDTA al 8%: Se utilizó para destruir los complejos que forma el flúor naturalmente con el hierro. (Fe). Este complejo no puede ser medido por el electrodo específico para el ión flúor por lo que si no se le agregara esta solución, se subvaloraría la cantidad de fluoruro presente, o sea que se estaría midiendo menos de lo que realmente existe. Al agregar EDTA se obtiene:  $FeF_6^{-3} + EDTA^{-2} \rightarrow 6Fe + Fe(EDTA)_3$ . En esta reacción el flúor ya puede ser medido por el electrodo. Preparación de EDTA: 20 gr. 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 agrega el NaOH se subvaloraría el fluoruro de las soluciones. La preparación es con 0.04 gr de NaOH en 100 ml de agua destilada.

- e) TISAB de bajo nivel: Es el ajustador del esfuerzo ionico total. El TISAB aporta una gran cantidad de iones distintos al flúor para que las variaciones de éstos no sean significativas haciendo que el electrodo sea sensible únicamente a las variaciones del flúor. Preparación del TISAB de bajo nivel: En un Beaker de 1 litro se colocaron 500 ml. de agua destilada, se agregaron 57 ml. de ácido acético glacial más 58 gr. de cloruro de sodio de grado reactivo, se colocó en un baño de agua para enfriar, luego se le introdució un electrodo medidor de PH en solución y se agregó en incrementos, una solución a 1.5 molar de NaOH hasta que el PH llegó a un valor de 5-5.5, se enfrió a temperatura ambiente y se aforará a 1 litro con agua destilada.

**Análisis de la concentración de flúor en la orina:**

Para determinar el contenido de fluoruro en la orina, se utilizó un electrodo de combinación selectivo para fluoruro con un potenciómetro Fisher Accumet, modelo 620.

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

Antes de analizar las muestras de orina se procedió a la calibración del electrodo.

- a) Calibración de la pendiente del electrodo:

Se colocó en un Beacker plástico 85 ml. de agua destilada y 15 ml. de TISAB de bajo nivel. Se homogenizó el contenido por medio de un agitador magnético y posteriormente se le introdució el electrodo, se esperó que se estabilizara la lectura en milivoltios (mv) en la pantalla del potenciómetro y se le agregó 1 ml. de la solución estándar de fluoruro de sodio a 9.5 ppm hasta que la lectura de la pantalla se estabilizara, apareció el valor de 0.00 y se anotó; luego se le agregaron 10 ml de la solución de 9.5 ppm, se esperó que se estabilizara hasta que apareció en la pantalla el valor de  $56 \text{ mv} \pm 2$ , lo cual sirvió para comprobar diariamente el buen funcionamiento del electrodo.

- b) Curva de calibración:

b.1 Se prepararon seis soluciones standard de fluoruro de sodio con las siguientes

concentraciones 0.1, 0.3, 0.5, 0.8, 1.0, 1.5 ppm., según lo que se espera encontrar de flúor en la orina.

- b.2 Se colocaron en un Beacker de plástico 42.5 ml de cada solución más 7.5 ml de TISAB de bajo nivel y se homogenizó la mezcla con la ayuda del agitador magnético, luego se introdució el electrodo y se esperó que se estabilizará en la pantalla del potenciómetro, la lectura en mv. de cada una de las soluciones y se anotaron en orden ascendente de concentración.

ppm	mv
0.1	
0.3.	(Lectura más
0.5	estable en el
0.8	potenciómetro
1.0	en milivoltios
1.5	

- b.3 En cada medición se lavó el electrodo y el magneto con agua destilada y se secó cuidadosamente.
- b.4 Al terminar las mediciones se elaboraron gráficas de las curvas de calibración.
- c) Análisis de la concentración de fluoruro en las muestras de orina:
- c.1 A cada muestra de orina de 42.5 ml. se le agregó 7.5 ml. de TISAB de bajo nivel previo a ser analizado.
- c.2 Se introdució en la muestra a medir, una barra magnética.
- c.3 Se colocó la muestra en un agitador magnético.
- c.4 Se sumergió el electrodo en la muestra, se esperó que se estabilizara y luego se registró su lectura en (mv). En la ficha correspondiente se anotaron los dos

- valores que se mantuvieron más constantes y luego se obtuvo un promedio.
- c.5 Se lavó el electrodo y la barra magnética con agua destilada y se secó previo a la lectura de otra muestra.
  - c.6 Cada 10 muestras se calibró el electrodo.
  - c.7 En base a las curvas de calibración obtenidas diariamente y de los resultados en mv. de las muestras de orina, se calcularon los resultados de la concentración de fluoruro a través de un procedimiento de Interpolación.

**Procesamiento de la Información:**

Los hallazgos de la investigación están presentados por medio de estadísticas descriptivas como: media, desviación estándar y rango, procesados y analizados en el Programa Mynstat.

Para establecer la relación entre las variables de éste estudio se utilizó la correlación producto-momento de Spearman a un nivel de significancia alfa de 0.05.

## **PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS**

A continuación se presentan los resultados obtenidos durante el trabajo de campo de la investigación en la Región de Salud Nor-Occidental, los cuales fueron procesados y analizados por medio del programa estadístico computarizado Systat. Los datos fueron ordenados por Municipios, Departamentos, región de salud y edad, y presentados por medio de valores estadísticos como: Media, desviación estándar y rango.

Las concentraciones de fluoruro se expresan en mg./lt. (ppm) y la excreción en mg.

Con el propósito de hacer las comparaciones pertinentes y ubicar a la región de este estudio dentro del panorama general de Guatemala, en la primera sección se presentan los cuadros individuales de los departamentos de Huehuetenango y El Quiché y en la segunda sección los cuadros generales de todo el país.

**CUADRO No. 1**

**FRECUENCIA Y PORCENTAJE DE LA MUESTRA DE MUJERES  
EMBARAZADAS ATENDIDAS POR EL MINISTERIO DE SALUD PUBLICA,  
I.G.S.S. Y APROFAM EN EL AÑO DE 1995, EN LA REGION DE SALUD NOR-  
OCCIDENTE, DISTRIBUIDOS POR DEPARTAMENTO.**

<b>DEPARTAMENTO</b>	<b>EMBARAZADAS</b>	
	<b>No. DE CASOS</b>	<b>% DE CASOS</b>
<b>HUEHUETENANGO</b>	<b>36</b>	<b>40 %</b>
<b>EL QUICHE</b>	<b>54</b>	<b>60 %</b>
<b>TOTAL</b>	<b>90</b>	<b>100 %</b>

*FUENTE: Datos recolectados durante el trabajo de campo.*

En la región de salud Nor-Occidente se recolectaron muestras de orina de 90 mujeres embarazadas, de los cuales el departamento de El Quiché tiene la mayoría de casos; debido a que en la selección aleatoria, a éste departamento le fué asignado el mayor número de instituciones.

**CUADRO No. 2**

**NUMERO DE CASOS, MEDIA, DESVIACION ESTANDAR Y RANGO DE LA  
CONCENTRACION Y EXCRECION DE FLUORURO EN ORINA DE MUJERES  
EMBARAZADAS ATENDIDAS EN EL MINISTERIO DE SALUD PUBLICA,  
LG.S.S. Y APROFAM EN LA REGION DE SALUD NOR-OCCIDENTAL,  
DISTRIBUIDOS POR MUNICIPIOS EN EL AÑO DE 1995.**

MUNICIPIOS	CASOS	Concentrac. de Fluoruro (mg/L)			Excreción de Fluoruro (mg/L)		
		Media	Desv. Estand.	Rango	Media	Desv. Estand.	Rango
LA LIBERTAD	18	0.317	0.201	0.100-0.800	0.019	0.011	0.005-0.040
CONCEPCION HUISTA	18	0.367	0.255	0.140-1.030	0.029	0.025	0.011-0.093
CHUPOL	18	0.322	0.162	0.132-0.800	0.022	0.009	0.007-0.04
PATZITE	18	0.293	0.203	0.102-1.030	0.019	0.012	0.008-0.062
<b>TOTAL</b>	<b>72</b>	<b>0.309</b>	<b>0.198</b>	<b>0.100-0.03</b>	<b>0.021</b>	<b>0.015</b>	<b>0.005-0.09</b>

*FUENTE: Datos de laboratorio obtenidos de los análisis de orina a través del electrodo específico para fluoruros.*

De los cuatro municipios que abarcó este trabajo de investigación, los valores más altos de concentración de fluoruro en orina, se encontraron en las mujeres embarazadas del municipio de Concepción Huista del departamento de Huehuetenango con una media de 0.367 mgs./lt. ( $\pm 0.255$  mgs.) y los valores más bajos corresponden al municipio de Patzité del departamento de El Quiché con una media de 0.293 mgs./lts. ( $\pm 0.203$  mgs). Sin embargo, se observa que los datos obtenidos en los cuatro municipios son similares.

Respecto a la excreción, los valores más altos se encontraron en las mujeres embarazadas del municipio de Concepción Huista con una media de 0.029 mg./lt. ( $\pm 0.025$  mg.) y los valores más bajos corresponden a los municipios de Patzité y la Libertad con una media de 0.019 mg./lt. ( $\pm 0.012$  y  $\pm 0.011$  mg., respectivamente). Al igual que en concentración los datos son similares.

**CUADRO No. 3**

**NUMERO DE CASOS, MEDIA ARITMETICA, DESVIACION ESTANDAR Y RANGO DE LA CONCENTRACION Y EXCRECION DE FLUORURO EN ORINA DE MUJERES EMBARAZADAS ATENDIDAS EN EL MINISTERIO DE SALUD PUBLICA, I.G.S.S. Y APROFAM EN LA REGION DE SALUD NOR-OCCIDENTAL, DISTRIBUIDOS POR DEPARTAMENTOS EN EL AÑO DE 1995.**

DEPARTAMENTOS	CASOS	Concentrac. de Fluoruro (mg/L)			Excreción de Fluoruro (mg/L)		
		Media	Desv. Estand.	Rango	Media	Desv. Estand.	Rango
HUEHUE-TENANGO	36	0.342	0.228	0.100-1.030	0.024	0.020	0.005-0.093
EL QUICHE	54	0.287	0.175	0.100-1.030	0.019	0.011	0.005-0.062
TOTAL	90	0.309	0.198	0.100-0.03	0.021	0.015	0.005-0.093

*FUENTE: Datos de laboratorio obtenidos de los análisis de orina a través del electrodo específico para fluoruros.*

De los dos departamentos que conforman la Región Nor-Occidental, las mujeres embarazadas que presentaron la mayor concentración de fluoruro en orina fue en el departamento de Huehuetenango con una media de 0.342 mgs./lt. ( $\pm$  0.228 mgs.).

Y los valores más bajos fueron en el departamento de El Quiché con una media de 0.287 mg./lt.

Haciendo una comparación con estudios anteriormente realizados observamos que en escolares de nivel primario las concentraciones de fluoruro más altas también fueron encontradas en el departamento de Huehuetenango con una media de 0.532 mg./lt. Y las más bajas en El Quiché con una media de 0.288 mg./lt. notando poca variación.

No fueron los mismos resultados en el estudio realizado con estudiantes de nivel medio, en donde las concentraciones de fluoruro más altas se presentaron en el departamento de El Quiché con una media de 0.428 mg./lt. Y las más bajas en el departamento de Huehuetenango con una media de 0.341 mg./lt.

**CUADRO No. 4**

**NUMERO DE CASOS, MEDIA ARITMETICA, DESVIACION ESTANDAR Y RANGO DE LA CONCENTRACION DE FLUORURO EN ORINA DE MUJERES EMBARAZADAS ATENDIDAS EN EL MINISTERIO DE SALUD PUBLICA, I.G.S.S. Y APROFAM EN LA REGION DE SALUD NOR-OCCIDENTAL, EN EL AÑO DE 1995.**

REGION	CASOS	Concentrac. de Fluoruro (mg/L)			Excreción de Fluoruro (mg/L)		
		Media	Desv. Estand.	Rango	Media	Desv. Estand.	Rango
NOR-OCCIDENTE	90	0.309	0.198	0.100-0.03	0.021	0.015	0.005-0.093

*FUENTE: Datos de laboratorio obtenidos de los análisis de orina a través del electrodo específico para fluoruros.*

Los resultados de la concentración de fluoruro en orina encontrados en embarazadas de la región de salud Nor-Occidente presentaron una media de 0.309 mgs./lt. ( $\pm 0.198$  mgs.).

En estudios anteriormente realizados en la región Nor-Occidental tenemos que:

- \* La concentración de fluoruro en orina de escolares de nivel primario, en 1993, la media fué de 0.410; (referencia 24) y
- \* La concentración de fluoruro en orina de estudiantes de nivel medio, en 1994, la media fué de 0.384. (tesis 1)

Comparando esta investigación con las anteriores, podemos comprobar que los resultados son similares, esto nos brinda una estimación en la cual se ve que la ingesta de fluoruro en la Región Nor-Occidental es de bajos niveles, siendo justificable el establecimiento de programas de fluoración sistémica en esta región. (referencia 1 y 24)

Se puede evidenciar que a las mujeres embarazadas de la región Nor-Occidental no se les administran prenatales con flúor, ya que los resultados de las muestras fueron muy bajos en fluoruros.

**CUADRO No. 5**

**NUMERO DE CASOS, MEDIA ARITMETICA, DESVIACION ESTANDAR Y RANGO DE LA CONCENTRACION Y EXCRECION DE FLUORURO EN ORINA DE MUJERES EMBARAZADAS ATENDIDAS EN EL MINISTERIO DE SALUD PUBLICA, I.G.S.S. Y APROFAM EN LA REGION DE SALUD NOR-OCCIDENTAL, POR RANGO DE EDAD, EN EL AÑO DE 1995.**

RANGO DE EDAD	CASOS	Concentrac. de Fluoruro (mg/L)			Excreción de Fluoruro (mg/L)		
		Media	Desv. Estand.	Rango	Media	Desv. Estand.	Rango
14-18	3	0.285	0.106	0.164-0.362	0.020	0.008	0.013-0.029
19-23	29	0.328	0.215	0.100-1.030	0.024	0.021	0.005-0.093
24-28	13	0.313	0.021	0.008-0.059	0.021	0.013	0.008-0.059
29-33	33	0.272	0.180	0.100-0.800	0.019	0.010	0.005-0.044
34-38	8	0.443	0.269	0.132-1.030	0.026	0.016	0.009-0.062
39-43	3	0.172	0.049	0.116-0.204	0.009	0.001	0.008-0.010
44-48	1	0.324	0.016	0.324-0.324	0.023	0.003	0.023-0.023
<b>TOTAL</b>	<b>90</b>	<b>0.309</b>	<b>0.198</b>	<b>0.100-0.030</b>	<b>0.021</b>	<b>0.015</b>	<b>0.005-0.093</b>

*FUENTE: Datos de laboratorio obtenidos de los análisis de orina a través del electrodo específico para fluoruros.*

La concentración de fluoruro en orina más alta se presentó en las mujeres embarazadas comprendidas entre los rangos de edad de 34-38 años, con una media de 0.443 mgs./lt. ( $\pm 0.269$  mg.), y la más baja en mujeres embarazadas dentro del rango de edad de 39-43 años con una media de 0.172 mgs./lts. ( $\pm 0.049$  mg.).

**CUADRO No. 6**  
**NUMERO DE CASOS, MEDIA ARITMETICA, DESVIACION ESTANDAR Y RANGO DE LA CONCENTRACION Y EXCRECION DE FLUORURO EN LA ORINA DE MUJERES EMBARAZADAS QUE SE ATIENDEN EN EL MINISTERIO DE SALUD PUBLICA, I.G.S.S. Y APROFAM EN DONDE SE BRINDA CONTROL PRENATAL, EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA, DISTRIBUIDOS POR DEPARTAMENTO, EN EL AÑO DE 1995.**

DEPARTAMENTO	N	Concentrac. de Fluoruro (mg/L)			Excreción de Fluoruro (mg/L)		
		Media	Desv. Estand.	Rango	Media	Desv. Estand.	Rango
Guatemala	90	0.420	0.249	0.100-1.000	0.027	0.017	0.005-0.070
Alta Verapaz	36	0.231	0.118	0.100-0.554	0.018	0.010	0.001-0.055
Baja Verapaz	54	0.356	0.178	0.100-1.000	0.026	0.015	0.006-0.083
Chiquimula	36	0.366	0.174	0.100-0.900	0.023	0.013	0.005-0.085
Zacapa	54	0.377	0.214	0.100-1.000	0.022	0.013	0.006-0.065
El Progreso	54	0.384	0.217	0.100-1.000	0.028	0.018	0.006-0.100
Izabal	36	0.349	0.229	0.100-1.000	0.029	0.021	0.005-0.073
Santa Rosa	39	0.356	0.211	0.100-1.045	0.018	0.015	0.003-0.075
Jutiapa	38	0.354	0.135	0.100-0.800	0.023	0.015	0.002-0.078
Jalapa	13	0.448	0.326	0.226-1.500	0.024	0.012	0.011-0.060
Chimaltenango	36	0.410	0.202	0.113-1.000	0.022	0.014	0.006-0.065
Escuintla	18	0.362	0.178	0.175-0.800	0.024	0.012	0.010-0.054
Sacatepéquez	36	0.448	0.258	0.294-0.950	0.024	0.014	0.009-0.054
San Marcos	36	0.304	0.213	0.100-1.000	0.016	0.014	0.004-0.070
Totonicapán	18	0.279	0.150	0.100-0.590	0.012	0.009	0.003-0.035
Quetzaltenango	36	0.256	0.89	0.100-0.465	0.015	0.010	0.002-0.035
Sololá	18	0.244	0.101	0.101-0.473	0.024	0.010	0.010-0.047
Suchitepéquez	18	0.311	0.152	0.159-0.080	0.031	0.015	0.015-0.080
Retalhuleu	54	0.234	0.130	0.100-0.775	0.024	0.013	0.010-0.077
Quiché	54	0.287	0.175	0.100-1.030	0.019	0.011	0.005-0.062
Huehuetenango	36	0.342	0.228	0.100-1.030	0.024	0.020	0.005-0.093
Petén	90	0.419	0.238	0.108-1.008	0.026	0.017	0.001-0.076
<b>TOTAL</b>	<b>900</b>	<b>0.351</b>	<b>0.208</b>	<b>0.100-1.500</b>	<b>0.025</b>	<b>0.015</b>	<b>0.001-0.100</b>

Los valores más altos de concentración de fluoruro en orina de las mujeres embarazadas registrados en el cuadro anterior, corresponden a los departamentos de Jalapa 0.448 mgs./lt. ( $\pm 0.326$  mg.) y Sacatepéquez 0.448 mgs./lt. ( $\pm 0.249$  mgs.) presentaron una media con diferencia poco apreciable con relación a los departamentos anteriores.

Los valores más bajos de concentración de fluoruro corresponden respectivamente a los departamentos de Alta Verapaz 0.231 mgs./lt. ( $\pm 0.118$  mgs.) y Retalhuleu 0.234 mgs./lt. ( $\pm 0.130$  mgs.)

Con respecto a la excreción los resultados fueron similares en todos los departamentos, siendo los más bajos en los departamentos de Totonicapán 0.012 mg./lt. ( $\pm 0.009$  mg.) y Quetzaltenango 0.015 mg./lt. ( $\pm 0.010$  mg.)

Los resultados de este estudio están por debajo de las medias de concentración obtenidos en estudios realizados en niños, adolescentes y adultos. (2)

Este hallazgo nos sugiere que durante el embarazo el metabolismo del fluoruro sufre modificaciones importantes tanto en la madre como en el feto, ya que el fluoruro ingerido por la madre se convierte en concentración sanguínea de ambos. Además de la formación de tejidos duros del diente, la disminución de la fluoruria en el período prenatal sugiere que existe una incorporación del flúor en esta etapa.

Los resultados obtenidos nos indican que hay una baja ingesta de flúor en la población estudiada; lo que justifica establecer programas de fluoración sistémica a nivel de República. (25)

**CUADRO No. 7**

**NUMERO DE CASOS, MEDIA ARITMETICA, DESVIACION ESTANDAR Y RANGO DE LA CONCENTRACION Y EXCRECION DE FLUORURO EN LA ORINA DE MUJERES EMBARAZADAS QUE SE ATIENDEN EN EL MINISTERIO DE SALUD PUBLICA, I.G.S.S. Y APROFAM EN DONDE SE BRINDA CONTROL PRENATAL, EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA, DISTRIBUIDOS POR REGIONES DE SALUD, EN EL AÑO DE 1995.**

REGION	N	Concentración de Fluoruro mg/L (P.P.M.)			Excreción de Fluoruro (mg/L)		
		Media	Desv. Estand.	Rango	Media	Desv. Estand.	Rango
Metropolitana	90	0.420	0.249	0.100-1.000	0.027	0.017	0.005-0.070
Norte	90	0.306	0.168	0.100-1.000	0.023	0.014	0.001-0.083
Nor Oriente	180	0.370	0.205	0.100-1.000	0.026	0.016	0.005-0.093
Sur Oriente	90	0.368	0.205	0.100-1.500	0.021	0.015	0.002-0.078
Central	90	0.415	0.222	0.175-1.000	0.023	0.013	0.006-0.065
Sur Occidente	180	0.266	0.146	0.100-1.00	0.02	0.013	0.006-0.075
Nor Occidente	90	0.309	0.198	0.100-1.030	0.021	0.015	0.005-0.093
Petén	90	0.419	0.238	0.108-1.008	0.026	0.017	0.001-0.076
<b>TOTAL</b>	<b>900</b>	<b>0.351</b>	<b>0.208</b>	<b>0.100-1.500</b>	<b>0.025</b>	<b>0.015</b>	<b>0.001-0.100</b>

*FUENTE: Datos obtenidos de la investigación de campo.*

De los resultados obtenidos por región de salud en la República de Guatemala, los valores más altos de concentración de fluoruro en la orina de mujeres embarazadas se

encontraron en las regiones Metropolitana 0.420 mg./lt. ( $\pm$  0.249 mg.), Central 0.415 mgs./lt. ( $\pm$  0.222 mgs.) y El Petén 0.419 mgs./lt. ( $\pm$  0.238 mgs.).

Los valores más bajos de concentración corresponden a las regiones de Sur-Occidente 0.266 mgs./lt ( $\pm$  0.147 mgs.) y Norte 0.306 mgs./lt. ( $\pm$  0.168 mgs.).

En cuanto a la excreción, se encontró que en la región Metropolitana 0.027 mgs./lt. ( $\pm$  0.017 mgs.) presentó los valores más altos, en contraste a la región Sur-Occidente 0.020 mg./lt. ( $\pm$  0.015 mg.) que presentó los valores más bajos.

De acuerdo a los datos obtenidos, se observa que los niveles de concentración y excreción de fluoruro en orina de mujeres embarazadas a nivel nacional son bajos, a pesar que hay un programa de fluoruración en el agua potable en la región de salud metropolitana no se aprecia mayor diferencia con las demás regiones de salud.

## CONCLUSIONES

1. Los valores obtenidos de la concentración y excreción de fluoruro en orina de las mujeres embarazadas, que son atendidas por el Ministerio de Salud Pública, I.G.S.S. y Aprofam de la región Nor-Occidental fueron una media de 0.266 mg./lt. ( $\pm$  0.013 mg.), respectivamente.
2. La concentración y excreción de fluoruro en la orina de mujeres embarazadas de la región Nor-Occidente más alta se registró en el departamento de Huehuetenango con una media de 0.342 mg./lt. ( $\pm$  0.228 mg.) y 0.024 mg./lt. ( $\pm$  0.020 mg.), respectivamente. Los valores más bajos se registraron en el departamento de El Quiché con una media de 0.287 mg./lt. ( $\pm$  0.175 mg.) y 0.019 mg./lt. ( $\pm$  0.011 mg.).
3. Las mujeres embarazadas de la región Nor-Occidente que presentan la más alta concentración de fluoruro en orina se encuentran en los rangos de edad de 34-38 años con una media de 0.443 mg./lt. ( $\pm$  0.269 mg.). Los valores más bajos corresponden a los rangos de edad de 39-43 años con una media de 0.172 mg./lt. ( $\pm$  0.049 mg.).
4. La concentración más alta de la República de Guatemala de las mujeres embarazadas, que son atendidas por el Ministerio de Salud Pública, I.G.S.S. y Aprofam se encontró en los departamentos de Jalapa con una media de 0.448 mg./lt. ( $\pm$  0.326 mg.) y Sacatepéquez con una media de 0.448 mg./lt. ( $\pm$  0.258 mg.). La más baja concentración se encontró en el departamento de Alta Verapaz con una media de 0.231 mg./lt. ( $\pm$  0.118 mg.).
5. La concentración de fluoruro en la orina de mujeres embarazadas, que son atendidas por el Ministerio de Salud Pública, I.G.S.S. y Aprofam de la República de Guatemala, presentó una media de 0.351 mg./lt. ( $\pm$  0.851 mg.) y una media de excreción de 0.023 mg./lt. ( $\pm$  0.050 mg.), por lo cual los resultados indican que la ingesta de flúor es baja en la República de Guatemala.

## RECOMENDACIONES

1. Tomar en cuenta los datos obtenidos en esta investigación antes de implementar cualquier programa de fluoración de la sal de consumo humano a nivel nacional.
2. Que se utilice la metodología de la concentración de fluoruro en orina como medida de control y vigilancia de fluoración de la sal.
3. Realizar estudios de este tipo a nivel nacional en pre-escolares, personas adultas mayores de 60 años, para determinar la ingesta y retención de fluoruros de los distintos grupos etáreos.
4. Se recomienda establecer en Guatemala un programa de fluoración de la sal de consumo humano a nivel nacional como estrategia EFICAZ PARA LA PREVENCIÓN DE CARIES DENTAL Y ENFERMEDAD periodontal, por su amplia cobertura y factibilidad demostrada en otros países.
5. La metodología empleada en este estudio se considera recomendable por su sencillez y confiabilidad.

## LIMITACIONES

1. Indisposición de algunas mujeres embarazadas para proporcionar la muestra.
2. Falta de disponibilidad inmediata de laboratorio.
3. Falta de comunicación con las personas por no hablar el mismo idioma.
4. Manejo de muestras para su traslado al laboratorio.
5. Dificultad de acceso a algunas comunidades.

## ANEXO 1

### CONSENTIMIENTO DE REALIZACION DEL ESTUDIO

Guatemala, de 1,995.

Por este medio autorizo a la estudiante de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala: **Mildred Ninet Mazariegos Amézquita**, para que obtenga muestras de orina de las mujeres embarazadas, que son atendidas en el Puesto de Salud de Parrámos, Chimaltenango, el cual le fue asignado como parte del trabajo de campo de su estudio de Tesis titulado: “CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA DE MUJERES EMBARAZADAS QUE SON ATENDIDAS POR EL MINISTERIO DE SALUD PUBLICA, I.G.S.S. Y APROFAM, EN DONDE SE BRINDA CONTROL PRENATAL, EN LA REGION DE SALUD NOR-OCCIDENTAL QUE COMPRENDE LOS DEPARTAMENTOS DE HUEHUETENANGO Y EL QUICHE”, en el año de 1995.

Ya que se considera que este procedimiento no pone en peligro la integridad física ni la salud general de las personas, y que con su consentimiento fueron muestreadas.

(f)

ENCARGADO(A)

## ANEXO 2

Guatemala, Agosto de 1,995.

A QUIEN INTERESE:

El Secretario de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, solicita por este medio se sirva autorizar a la **O. P. Mildred Ninet Mazariegos Amézquita**, para que obtenga muestras de orina de las mujeres embarazadas que son atendidas en su Institución, con el objeto de realizar una investigación a nivel nacional, sobre: **“CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA DE MUJERES EMBARAZADAS QUE SON ATENDIDAS POR EL MINISTERIO DE SALUD PUBLICA, I.G.S.S. Y APROFAM EN DONDE SE BRINDA CONTROL PRENATAL EN LA REGION DE SALUD NOR-OCCIDENTAL QUE COMPRENDE LOS DEPARTAMENTOS DE HUEHUETENANGO Y EL QUICHE”**. Dicho procedimiento no pone en peligro la integridad ni la salud general de las personas, por lo que solicitamos su valiosa colaboración

Atentamente,

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**

(f)

Dr. Manuel Andrade Bourdet

Secretario

Facultad de Odontología

Universidad de San Carlos de Guatemala



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

### **En cada uno de los espacios se escribe lo siguiente:**

**Región:** Se anotará 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.

**Institución:** Se anotará el nombre de la Institución seleccionada para este estudio, con su respectivo código.

**Localización:** Se anotará la localización más exacta posible de la institución donde se recolectaron 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 asignará a cada persona.

**Nombre:** El nombre y apellido de la persona seleccionada para la muestra.

**Edad:** Los años cumplidos al momento de tomar la muestra.

**Hora de micción:** Se anotará con números arábigos la hora y minutos en que se hizo la primera micción del día y en la segunda columna se anotará con números arábigos la hora y minutos en que se tomará la muestra.

**Preservante:** Se anota con una "X" si ya se le agrega preservante a la muestra, el cual será de 2 c.c. de preservante x 100 ml. de muestra.

#### ANEXO # 4

Distribución de datos obtenidos en el trabajo de campo de la concentración y excreción de Fluoruro en la orina de mujeres embarazadas que son atendidas en el Ministerio de Salud Pública, IGSS y APROFAM en la región de salud Nor-Occidente en el año de 1,995.

Puesto de Salud, La Libertad, Departamento de Huehuetenango

Nº de Muestra	Edad	Muestra 1	Muestra 2	Volúmen	Concentrac. Mg./L	Excreción Mg.
1	29	6:00	9:00	100	0.2652	0.02652
2	29	4:00	9:15	100	0.4059	0.04059
3	24	6:00	10:10	100	0.3588	0.3588
4	32	6:00	10:40	100	0.1047	0.01047
5	20	5:00	10:45	70	0.244	0.01708
6	30	4:00	10:48	70	0.5	0.035
7	36	5:00	11:30	40	0.56	0.0224
8	30	6:00	11:33	40	0.8	0.032
9	36	6:00	11:40	50	0.4529	0.0226
10	26	6:00	11:42	45	0.3941	0.0177
11	25	6:00	11:47	40	0.56	0.0224
12	35	5:00	11:50	60	0.268	0.01608
13	33	6:00	2:15	50	0.132	0.0066
14	29	6:00	2:30	60	0.1	0.006
15	30	6:00	2:35	60	0.236	0.01416
16	23	6:00	8:00	50	0.1	0.005
17	32	6:00	8:20	80	0.132	0.01056
18	30	6:00	8:22	70	0.1013	0.00709

Puesto de Salud, Concepción Huista, Departamento de Huehuetenango

Nº de Muestra	Edad	Muestra 1	Muestra 2	Volúmen	Concentrac. Mg./L	Excreción Mg.
1	22	5:00	8:03	80	0.148	0.01184
2	21	6:00	8:05	100	0.284	0.0284
3	23	5:00	8:10	60	0.236	0.01416
4	20	5:30	8:20	90	1.033	0.0929
5	19	7:00	8:22	80	0.204	0.01632
6	31	5:00	8:26	50	0.53	0.0265
7	19	5:00	8:30	80	0.14	0.0112
8	20	6:30	8:35	60	0.4647	0.0278
9	23	5:00	8:45	100	0.933	0.0933
10	30	6:00	8:55	70	0.18	0.0126
11	21	6:30	8:58	60	0.3705	0.022
12	20	5:00	9:00	55	0.3941	0.0216
13	23	3:00	9:10	90	0.4882	0.0439
14	30	6:00	10:40	95	0.26	0.0247
15	35	5:00	10:45	80	0.3705	0.0296
16	22	4:00	10:48	60	0.188	0.01128
17	18	5:00	11:30	80	0.164	0.01312
18	29	6:00	11:33	70	0.212	0.01484

Puesto de Salud, Patzité, Departamento de El Quiché

Nº de Muestra	Edad	Muestra 1	Muestra 2	Volúmen	Concentrac. Mg./L	Excreción Mg.
1	23	5:00	9:15	90	0.164	0.0148
2	42	5:00	9:17	50	0.204	0.0102
3	39	6:00	9:22	50	0.196	0.0098
4	30	5:00	9:30	60	0.4294	0.0258
5	25	6:00	9:45	55	0.26	0.0143
6	23	4:00	9:10	50	0.3117	0.0155
7	31	6:00	10:40	70	0.284	0.01988
8	38	5:00	10:45	60	1.0303	0.0618
9	29	4:00	10:48	100	0.244	0.0244
10	21	5:00	11:30	90	0.1019	0.0092
11	29	6:00	11:33	80	0.204	0.01632
12	22	6:00	11:40	70	0.276	0.01932
13	18	6:00	11:47	50	0.3615	0.01807
14	17	5:00	2:15	90	0.3307	0.0297
15	40	6:00	2:30	70	0.116	0.0081
16	33	6:00	2:35	50	0.284	0.0142
17	35	6:00	8:00	60	0.3153	0.0189
18	25	6:00	8:20	50	0.164	0.0082

Puesto de Salud, Chupol, Departamento de El Quiché

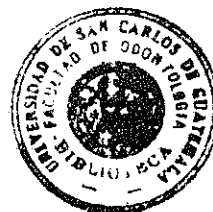
Nº de Muestra	Edad	Muestra 1	Muestra 2	Volúmen	Concentrac. Mg./L	Excreción Mg.
1	25	6:00	9:22	100	0.132	0.0132
2	20	6:00	10:00	60	0.53	0.0318
3	30	6:00	10:48	55	0.8	0.044
4	22	6:30	10:45	70	0.347	0.02429
5	25	6:30	10:48	80	0.212	0.01696
6	23	6:00	9:00	90	0.3117	0.028
7	33	6:00	10:04	60	0.276	0.01656
8	21	6:00	8:50	100	0.156	0.0156
9	31	6:00	9:00	60	0.132	0.0079
10	45	6:00	9:15	70	0.3235	0.0226
11	30	6:00	9:40	90	0.204	0.01836
12	26	4:00	10:48	60	0.3470	0.0208
13	29	5:00	11:30	70	0.3352	0.0235
14	30	6:00	11:33	80	0.4411	0.0353
15	21	6:00	11:40	60	0.4058	0.0243
16	23	6:00	11:42	80	0.3705	0.0296
17	28	6:00	11:47	50	0.3	0.015
18	19	5:00	11:50	60	0.172	0.0103

Puesto de Salud, El Quiché

Nº de Muestra	Edad	Muestra 1	Muestra 2	Volúmen	Concentrac. Mg./L	Excreción Mg.
1	26	5:00	9:15	60	0.18	0.0108
2	36	4:30	9:22	60	0.4230	0.0254
3	30	6:00	9:30	80	0.1	0.008
4	36	5:00	9:32	70	0.132	0.0092
5	30	6:00	9:35	80	0.284	0.0227
6	20	6:00	2:26	60	0.3	0.018
7	32	6:00	2:34	90	0.14	0.0126
8	24	6:00	2:35	80	0.156	0.0125
9	29	6:00	2:40	50	0.108	0.0054
10	27	6:00	2:50	80	0.7454	0.0596
11	33	6:00	3:00	60	0.1019	0.0061
12	31	5:30	3:05	100	0.212	0.0212
13	29	6:00	3:12	70	0.276	0.0193
14	20	5:30	3:20	60	0.3615	0.0216
15	30	6:00	3:25	90	0.236	0.02124
16	19	7:15	10:37	80	0.156	0.01248
17	23	5:00	10:40	60	0.3307	0.01984
18	32	6:00	10:48	80	0.18	0.0144

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Alfaro, J. R. Concentración de fluoruro en la orina de los estudiantes de nivel medio de educación, inscritos en el año de 1994, en la región de salud nor-occidental que comprende los departamentos de Huehuetenango y Quiché. Tesis (Cirujano Dentista), Guatemala; Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1,995. pp. 58-78.
2. Alvarez, E. J. Sugerencias para el seguimiento y vigilancia en la fortificación de la sal con yodo. Reunión de Expertos sobre la Fluoración y Yodación de la Sal de Consumo Humano. Antigua Guatemala, Guatemala, nov 17-21, 1986. pp. 238-246.
3. Aquino, L. A. Concentración y excreción de fluoruro en la orina de personas adultas que laboran en instituciones privadas y estatales en la región de salud nor-oriente, que comprende los departamentos de Chiquimula, Zacapa, El Progreso e Izabal, en el año de 1994. Tesis (Cirujano Dentista), Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1994. pp. 1-48.
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, OMS, 1972. pp. 85-106. (OMS, Monografía No. 59).
5. Borgarello, L. de. Flúor. Rev Fac Odont UNC 2 (1-2): 63-106, 1983.
6. 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, mar-ago 1991.
7. Cremer, H. y W. Buttner. Absorción de los fluoruros. En: Adler, P. Fluoruros y salud. Ginebra, OMS., 1972. pp. 75-90 (OMS, Monografía No. 59).
8. Day, R. A. Cómo escribir y publicar trabajos científicos Traducido [del inglés] por Miguel Sáenz. Washington, OPS, 1990. pp. 15-48. (OPS, Publicación Científica 526).
9. 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 sept 1991. San José, Costa Rica, Programa de Fluoración de la Sal, 1991. pp. 83-91.
10. ----- 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).
11. ----- Monitoreo biológico para la evaluación de ingestas y excreciones de fluoruro. En:

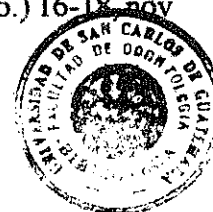


II Curso de Formación de Líderes en Programas de Fluoración de la Sal, Memoria [realizado] del 4 al 10 de oct de 1992. San José, Costa Rica, Programas de Fluoración de la Sal, 1992. pp. 83-91.

12. -----. Introducción. En: Adler, P. Fluoruros y salud. Ginebra, OMS, 1972. pp. 13-15 (OMS, Monografía No. 59).
13. Flores Trujillo, J. Aspectos epidemiológicos de la fluoración. Medellín, Colombia, Universidad de Antioquia, Escuela Nacional de Salud Pública, 1978. pp. 1-46.
14. Fortuny González, K. M. Concentración de fluoruro en la orina de escolares del nivel medio de la república de Guatemala, inscritos en el año 1994. Estudio por regiones de salud. Tesis (Cirujano Dentista), Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1994. pp. 6-47.
15. Gall, F. Diccionario geográfico de Guatemala, compilación crítica. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional, 1983. Vol. I. pp. 88-91.
16. Gedalia, I. Urinary fluoride levels of children and adults. J Dent Res 37(4): 601-604, aug 1958.
17. Gedalia, I. Distribución de fluoruros en la placenta y en el feto. En: Adler, P. Fluoruros y Salud. Ginebra, OMS, 1972. pp 130-137.
18. Glenn, F.B. Optimum dosage for prenatal fluoride supplementation. ASDC J Dent Child 54(6): 445-450, nov, 1987.
19. Hennon, D. K., G. K. Stookey and J.C. Muhler. Blood and urinary fluoride levels in humans associated with ingestión of sodium fluoride containing tablets. J Dent Res 48: 211, 1969.
20. -----. Fluoride excretion with sodium vitamin tablets. Dent Res 47: 710, 1969.
21. Hodje, H. C., F. A. Smith e I. Gedalia. Excreción de fluoruros. En: Adler, P. Fluoruros y Salud. Ginebra, OMS, 1972. pp 143-170.
22. Katz, S., J. McDonald y G. Stookey. Fluoruros por vía general y prevención de caries. En: Odontología preventiva en acción. Buenos Aires, Médica Panamericana, 1975. pp. 215-220.
23. Largent, E. J., M. E. Bell, T. G. Ludwig, J. C. Muhler y G. K. Stookey. Aporte del flúor al hombre. En: Adler, P. Fluoruros y Salud. Ginebra, OMS, 1972. pp. 17, 54-74.
24. López, V. E. Concentración de Fluoruro en la Orina de los escolares del INivel Primario.

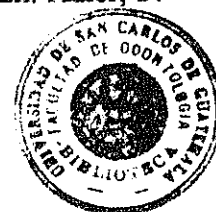


- inscritos en el año de 1,993, en la Región de Salud Nor-Occidente, que comprende los departamentos de Huehuetenango y El Quiché. Tesis (Cirujano Dentista), Guatemala; Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1,993, pp. 84-90.
25. Machuca, M. y E. Saso de Méndez, Eds. Análisis de la situación de salud por regiones. Guatemala, Oficina Panamericana de la Salud, 1992. pp. 29-97. (Publicaciones Científicas y Técnicas, vol 3).
  26. Mandell, R. L. Sodium fluoride susceptibilities of suspected periodontopathic bacteria. Atlanta, Georgia, Emory University School of Dentistry, 1983. pp. 706-708.
  27. Marthaler, T. Practical aspects of salt fluoridation. Acta Odont 27(3): 39-56, 1983.
  28. ----- Aspectos cuantitativos sobre fluoruros en el cuerpo humano, ocurrencia e ingesta. (Resumen). En: Primera Reunión de Expertos sobre la Fluoración y Yodación de la Sal de Consumo Humano. Antigua Guatemala, Guatemala, nov 17-21, 1986. pp. 225-229.
  29. ----- Estudios preparatorios con relación a la factibilidad y financiamiento de la fluoruración de la sal en la prevención de la caries dental. (Resumen). En: I Reunión de Expertos sobre la Fluoruración y Yodación de la Sal de Consumo Humano. Antigua Guatemala, Guatemala, nov 17-21, 1986. PP. 415-434.
  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 victory. Maryland, United States, Department of Health, Education and Welfare, 1970. pp. 196-206.
  32. Mejía Rosal, L. I. Determinación de la concentración real y la concentración óptima de fluoruro en el agua de consumo humano en el departamento de Chimaltenango. Tesis (Cirujano Dentista), Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1988. pp. 104-111.
  33. Messer, H. H. y L. Singer. Flúor. Traducido por Manuel González. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, Departamento de Educación Odontológica, 1988. pp. 1-8.
  34. Newburn, E. Fluorides and dental caries. 2nd ed. Illinois, Charles C. Thomas, 1975. pp. 31-78.
  35. ----- Control y prevención de la caries dental. México, Limusa, 1984. pp. 365-376.
  36. Newman, M. Fluorides in periodontal therapy. J. Houston Dist Dent Col (No.) 16-18, nov



1985.

37. OMS. El uso correcto de los fluoruros en Salud Pública. Ginebra, OMS, 1986. p23.
38. Perry, D. A. Fluorides and periodontal disease: a review of the literature. California, United States, University of California. J West Soc Periodont. Abst 30(3): 92-103, 1982.
39. Pinagel, J. A. La odontología y el estado grávido. Tesis (Cirujano Dentista), Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1941, pp 7-23.
40. Quiñónez Alemán, E. E. Concentración de flúor en el agua de consumo humano del departamento de Izabal. Tesis (Cirujano Dentista), Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1985. pp. 32-67.
41. Rensburg, J. Metabolism of fluorides. Stellenbosch, Unites States, University of Stellenbosch, Department of Oral Biology, Faculty of Dentistry, 1983. pp. 35-68.
42. Sognaes, J. The physiology of fluoride. Int Dent J 12:2, 1962.
43. Salas, M., e I, Solórzano, Efecto del consumo de sal fluorada sobre la concentración de flúor en leche materna en Costa Rica. Fluoración Al Día (Costa Rica) 1(1): 19-21, marzo, 1991.
44. Salas, M., e I, Solórzano, Fluoruria en mujeres embarazadas expuestas a los diferentes vías de consumo de flúor comparadas con mujeres no embarazadas. Fluoración al Día (Costa Rica), 3: 5-8, ene-dic, 1993.
45. Sánchez Rosal, J. Relación entre la concentración de fluoruro en el agua de consumo y la excreción y concentración de fluoruro en orina en una muestra de escolares de las fincas bananeras del municipio de Los Amates, Izabal. Tesis (Cirujano Dentista), Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1992. pp. 8-56.
46. Sánchez Avila, R. Proyecto sobre la fluoración de la sal de consumo. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, Departamento de Educación Odontológica, 1992. pp. 1-9.
47. Shafer, W. G. Tratado de patología bucal. 4a. ed. Traducido por María de Lourdes Hernández Cáceres. 4a ed. México, Interamericana, 1990. pp. 428-482.
48. Silverstone, L. M., N. W. Johnson, J. M. Hardie y A. D. Williams. Fluoruros: equilibrio sistémico y mecanismos cariostáticos en caries dental. Traducido por Ma. del Rosario Carsolio Pacheco. México, El Manual Moderno, 1981. pp. 207-225.
49. Singh, A. y S. S. Jolly. Efectos tóxicos de las grandes dosis de fluoruro. En: Adler, P.

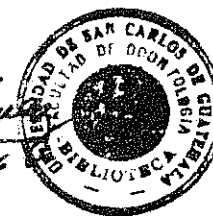


- Fluoruros y Salud. Ginebra, OMS, 1992. pp. 23-282.
50. Stare, F. Effect of fluorides on bone reconstruction. Dent Abstr. 13(4): 1-3, apr 1968.
  51. Suchini P., C. Relación entre la concentración de fluoruro en el agua de consumo y la excreción y concentración de fluoruro en orina en una muestra de escolares de las fincas bananeras del municipio de Los Amates, Izabal. Tesis (Cirujano Dentista), Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1992. pp. 8-56.
  52. Tewari, A., Malhora, A., Chawola, H. S., Gauba, K. y Dhall, K. Placental transfer of fluoride in pregnant women consuming fluoride in drinking water. J Indian, Soc Pedod Preven. Dent (India) 11(1): 1-3, mar, 1993.
  53. Villeda, B.C. Concentración de fluoruro en la orina de los escolares del nivel primario, inscritos en el año de 1993, en la región de salud Central, que comprende los departamentos de Escuintla, Chimaltenango y Sacatepéquez. Tesis (Cirujano Dentista), Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1993. pp 55-60.
  54. Whiltford, G. Control biológico de la sal fluorada. (Resumen). En: I Reunión de Expertos sobre Fluoración y Yodación de la Sal de Consumo Humano. Antigua Guatemala, Guatemala, nov 17-21, 1986. pp. 133-155.
  55. World Health Organization. Fluorine and fluorides. Geneva, WHO, 1984. pp. 37-45.
  56. Wood, J. H., Ch. W. Keenan y W. B. Bull. Química general. Traducido por Juan Pacheco y José Doria. 2a. ed. Chile, Prensa Técnica, 1976. pp. 334-339.
  57. Zipkin, R. Efectos fisiológicos de las pequeñas dosis de fluoruro. En: Adler, P. Fluoruros y salud. Ginebra, OMS, 1992. pp. 195-230.
  58. -----. Excreción de los fluoruros. En: Adler, P. Fluoruros y salud. Ginebra, OMS, 1972 pp. 219- 220.
  59. -----. W. A. Lee and N. C. Leone. Rate of urinary fluoride output in normal adults. Amer J Pub Health 47:848-851, jul 1957.

Vo. Bo.

*Lee Stare*

1984



Mildred Ninet Mazariegos Amézquita  
Sustentante

Dr. Ronald Mariano Ponce De León  
Asesor

Dr. Ricardo Antonio Sanchez Avila  
Asesor

Dr. Estuardo Amílcar Vaides Guzmán  
Comisión de Tesis



Dr. Miguel Arriaga Franco  
Comisión de Tesis

IMPRIMASE:

Dr. Manuel Andrade Bourdet  
Secretario



PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central