

**CONCENTRACION Y EXCRECION DE FLUORURO EN LA ORINA DE
MUJERES EMBARAZADAS QUE SE ATIENDEN EN EL MINISTERIO DE
SALUD PUBLICA, IGSS Y APROFAM, EN DONDE SE BRINDA ATENCION
PRENATAL, EN EL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA, EN EL AÑO DE 1995.**

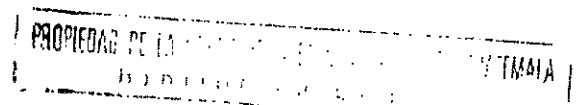
TESIS PRESENTADA POR

ROLANDO ULIN SILVERIO

**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, NOVIEMBRE DE 1996



09
T(1305)
C.4

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA

Decano:	Dr. Danilo Arroyave Rittscher
Vocal Primero:	Dr. Eduardo Abril Gálvez
Vocal Segundo:	Dr. Luis Barillas Vásquez
Vocal Tercero:	Dr. Víctor Manuel Campollo Zavala
Vocal Cuarto:	Br. Franklin Alvarado López
Vocal Quinto:	Br. Gonzalo Javier Sagastume Herrera
Secretario:	Dr. Carlos Alvarado Cerezo

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PUBLICO

Decano:	Dr. Danilo Arroyave Rittscher
Vocal Primero:	Dr. Eduardo Abril Gálvez
Vocal Segundo:	Dr. Ricardo Antonio Sánchez Avila
Vocal Tercero:	Dr. Ronald Mariano Ponce De León
Secretario:	Dr. Carlos Alvarado Cerezo

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A LA VIRGEN MARIA

**A MIS PADRES JAVIER ULIN (E.P.D.)
SEBASTIANA DE ULIN
GRATITUD INFINITA**

**A MI ESPOSA MIRNA OVANDO DE ULIN
CON MUCHO AMOR**

**A MIS HIJOS CRISTIAN JAVIER
ANA CHARLOTTE
EDWIN LEONEL
ADORABLES TESOROS**

**A MIS HERMANOS ALEJANDRO (E.P.D.), ELADIO, CARLOS ENRIQUE,
FRANCISCA SIMIONA y MARIO.
CARIÑO ESPECIAL**

**AL Dr. BERTZAIN RAMOS y FAM.
AMIGO, HERMANO, MI AMISTAD SINCERA.**

TESIS QUE DEDICO

A:

GUATEMALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

VALLE DE LA FELICIDAD, SAN CRISTOBAL, TOTONICAPAN

AREA DE SALUD GUATEMALA NORTE Y SUR

CATEDRATICOS

COMPAÑEROS DE ESTUDIO

ASESORES

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Tengo el honor de someter a su consideración mi trabajo de Tesis titulado “CONCENTRACION Y EXCRECION DE FLUORURO EN LA ORINA DE MUJERES EMBARAZADAS QUE SE ATIENDEN EN EL MINISTERIO DE SALUD PUBLICA, IGSS Y APROFAM, EN DONDE SE BRINDA ATENCION PRENATAL, EN EL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA, 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	56
VARIABLES	56
METODOLOGIA.....	58
PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS	67
CONCLUSIONES	78
RECOMENDACIONES	80
LIMITACIONES	81
ANEXOS.....	82
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	91

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 METROPOLITANA, 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 0.420 mgs./lt. (± 0.249) y 0.351 mgs./lt. (± 0.208), respectivamente.

Con base en la literatura consultada, el dato de excreción encontrado, tanto en la región METROPOLITANA 0.027 mgs./lt. (± 0.017), como a nivel nacional 0.023 mgs./lt. (± 0.015), indica que hay una ingesta baja de fluoruro en la población, (27) lo cual hace evidente la necesidad de implementar programas de fluoración sistémica accesibles a toda la población.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido a la alta prevalencia de caries y enfermedad periodontal en la población guatemalteca, (45) se hace necesario desarrollar programas de prevención masiva, entre ellos la fluoruración 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.

REVISION DE LITERATURA

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 odontológicos, 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) A través de la revisión de literatura se fué abordando el tema en diferentes partes, dando a conocer primero la configuración química y biológica del ión flúor, luego las cantidades de ingestión del fluoruro, excreción, y distribución en la placenta y en el feto.

- c) Su punto de ebullición es de -188° 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. (5, 55)

La molécula diatómica del flúor (F_2) 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. (55)

El flúor es un elemento muy difundido en la naturaleza, compone alrededor del 0.065% del peso de la corteza terrestre y ocupa el treceavo 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. (40) 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. (5, 27)

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 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

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. (46)

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. (56)

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. (41)

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 antibacterial: 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:

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. (39) 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". (39)

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

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. (41)

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. (37)

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. (32) Suiza fue el primer país que introdujo la fluoración de la sal a gran escala. (26) 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. (47)

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:

En la sal de mina la concentración de flúor es más baja que las de sal del océano. (34)

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. (34)

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: (34)

a) Fluoración de la sal doméstica.

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. (47)

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. (47)

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. (47)

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. (47)

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. (46)

En el caso de los fluoruros ingeridos en los alimentos el agua u otras bebidas y las preparaciones fluoradas, el interés reside en la cuantía del flúor absorbido. Cuando el fluoruro se administra con un fin concreto (bien en dosis óptimas para la prevención de la caries dental o a grandes dosis durante un corto período de tiempo para el tratamiento de la osteoporosis) es esencial que el ión flúor sea absorbible. (13, 35)

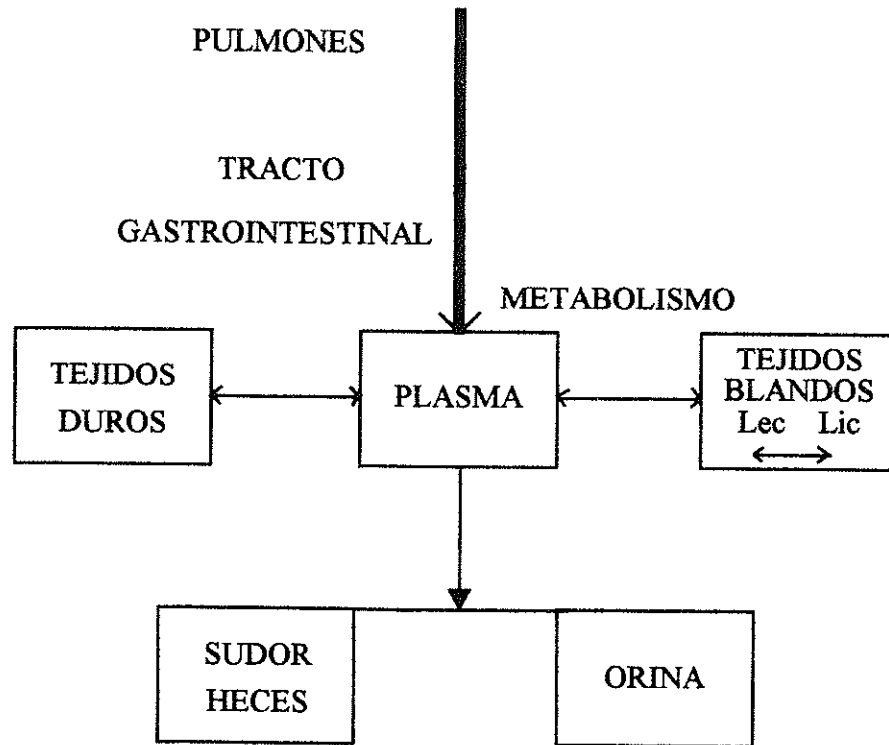
Posible Cantidad de Flúor en la Dieta Diaria:

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

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 su utilización. (31)

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. (34, 45)

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 (34), 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

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 del 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. (33)

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 (NaF , Na^2SiFa , 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

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, 33)

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. (53) (fig. 2)

Las concentraciones plasmáticas normales del flúor se ubican entre 0.02 a 0.05 ug/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/lt el nivel de fluoruro en el plasma en ayunas, es de 0.02 mg/lt 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

dinámico. Se exceptúan los tejidos del cerebro y del tejido adiposo, donde la penetración es lenta y las concentraciones de fluoruro son relativamente bajas. (53)

DISTRIBUCION DE LOS FLUORUROS

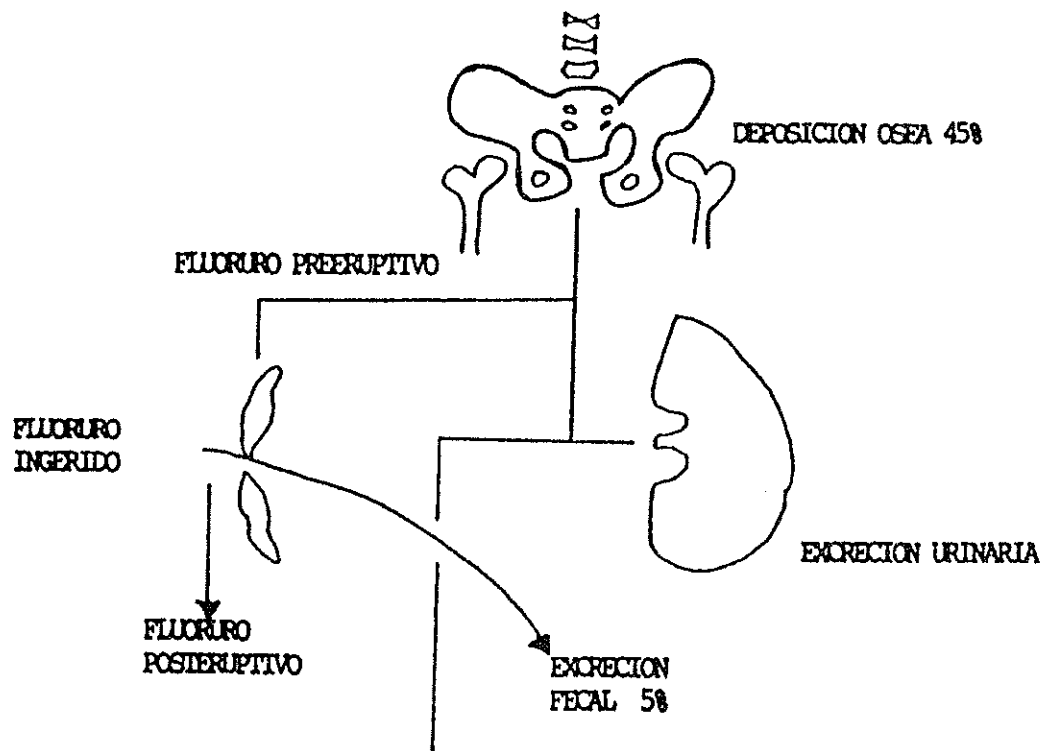


Figura 2

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. (40, 41) En ellos existe fundamentalmente en forma de fluorapatita. En esta fase está grandemente unida a los minerales pero no es irreversible.

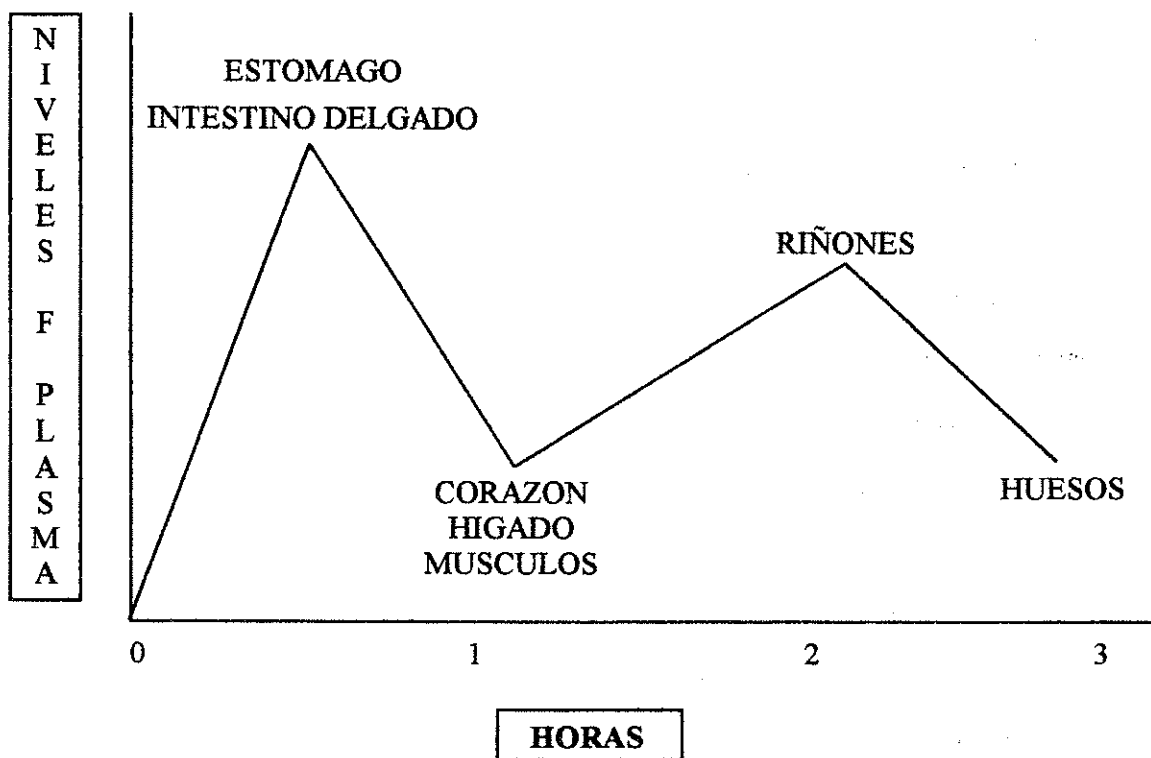


FIG.3 Tres cambios de las concentraciones de fluoruro en plasma después de la ingesta de pequeñas cantidades del ión. Se muestran los tejidos principales que determinan el curso. Las concentraciones no son indicadas; dependerán de la dosis. El punto más alto usualmente se alcanza entre 30 y 60 minutos.

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

El fluoruro, se excreta en la orina, las heces, el sudor, la saliva y la leche materna. (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)

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/lit. 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 la ingesta del ión flúor. Ahora bien, al analizar la importancia de la concentración urinaria es conveniente distinguir por lo menos dos grupos de individuos basándose en las condiciones en que ingieren el fluoruro. (21)

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)

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. (39, 47)

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. (40)

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. (40)

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

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 han 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

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}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}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}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}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}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

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 1,961-64)**

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, ILIINOIS 1,953)**

Feto	Periodo 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

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 (42), revela datos que indican 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. (42)

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 por 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 1,986, 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

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 orienta a pensar que existe un complemento entre ambos.

En estudios realizados en la región Metropolitana se encontraron concentraciones de fluoruro en orina de la siguiente forma: escolares del nivel primario 0.45 mg/l., personas adultas 0.498 mg/l., adultos docentes de la Facultad de Odontología 0.538 mg/l. (2) El resultado del presente estudio en embarazadas 0.420 mg/l. demuestra que el nivel de ingesta de flúor es bajo en esta región metropolitana, justificándose así los programas de fluoración sistémica.

La distribución de la población muestra desde el año 1980 una tendencia a la concentración, principalmente en los municipios de Guatemala, Mixco y Villa Nueva. En 1,991 se agregan: San Juan Sacatepéquez, y Chinautla todos ellos funcionalmente articulados y altamente dependientes de la ciudad capital.

Del total de habitantes, el 28% (565,090 habitantes), pertenece al área urbano marginal, donde existen aproximadamente 176 asentamientos. De los anteriores, corresponden al área urbana 150,362 habitantes (57%), y a la población rural 302,726 habitantes (15%). El 49% corresponde al sexo masculino y el 51% al sexo femenino; consecuentemente, la razón de masculinidad en la población es de 0.95.

La estructura por edades de la población departamental indica que el 3% (58,931) pertenece al grupo de menores de un año; el de uno a cuatro años alcanza el 11% (235,650); el 24% corresponde al grupo de 5 a 14 años (483,250); el 24%, al grupo de mujeres en edad fértil (488,832); y el 37% (751,516), al resto de la población.

Al grupo materno infantil, le corresponden 783,413 habitantes (39%); el 15% (294,598) se atribuye a los menores de 5 años y el resto a mujeres en edad fértil. Esta distribución de la población es característica de un país joven, con una pirámide de base amplia y vértice angosto. En 1,990, se registraron 62,150 nacimientos, con una tasa de natalidad de 28 x 1,000; la cual, comparada con la del nivel nacional (36.73 por 1,000), se encuentra ligeramente baja.

Esto se debe probablemente, a que en la región metropolitana hay mayor concentración de servicios que pueden haber influido en las intenciones reproductivas de la población, con programas de planificación familiar, supervivencia infantil y otros componentes. La tasa de fecundidad general también presenta tendencias al descenso con valores que van de 147.94 nacidos por 1,000 en 1,980; a 121.44 por 1,000 en 1,990.

Según la Secretaría General de Planificación Económica (SEGEPLAN), la conformación por grupo étnico en 1,990 era de 14% de población indígena correspondiente a los grupos

de los hombres trabaja en el sector formal mientras que solamente el 50% de las mujeres lo hace en lo que respecta al sector informal, la presencia relativa de la mujer predomina más que la del hombre, pues se registra 35% de ocupación masculina y 37% de femenina.

Para 1,989, el ingreso familiar promedio según el INE, se situaba en Q.673.23 mensuales, calculándose que más del 65% de los hogares de la región percibió ingresos menores al ingreso promedio familiar, de éstos el 20% de los hogares obtuvo un ingreso mensual prácticamente inferior a Q.150.00; esto a pesar de que en la región se observan los menores grados de pobreza (89%) y pobreza extrema (64%) del país; cabe mencionar que la razón de dependencia se situaba en 4.36 personas económicamente activas por persona dependiente.

La inmigración hacia la Región Metropolitana registra el mayor flujo de personas (290,274 en 1,989), con un 50% del total inmigratorio interregional y menor movimiento emigratorio 12%. Esto deja un saldo migratorio positivo; en otras palabras, el destino principal migratorio del país es la Región Metropolitana con las siguientes características: el 41% emigra hacia las principales ciudades de la región (17,726); al área rural periurbana, el 34% (99,350); al área urbana, el 12% (34,540); y el área rural, el 13% (38,658). El origen principal de estos migrantes se ubica en las regiones noroccidental, suroriental central y suroccidental. La causa básica de este movimiento es de índole económica, las personas fluyen a la región en busca de ocupaciones mejor remuneradas, cambiando su actividad agrícola por la de obreros no calificados de servicio en la industria y el comercio. Esta situación es propiciada por la concentración de entidades públicas y privadas, a pesar de ello el subempleo y desempleo en estos grupos alcanza el 72%. Al analizar la tasa global de fecundación del inmigrante con la del nativo, se observa que ésta es similar en ambos grupos (5 y 4.8, respectivamente); sin embargo, la tasa de mortalidad general es ligeramente superior en la población inmigrante 7.8 por 1,000 (6.33 por 1,000 en la no migrante).

Como se mencionó anteriormente, un buen porcentaje de estos inmigrantes ubica su

La relación alumno-maestro indica 30 alumnos por maestro en el área urbana y 40 por maestro en el área rural. La deserción escolar presenta el mayor porcentaje en el nivel diversificado (11%), le sigue el básico (5%) y el Primario (2%).

Según SEGEPLAN, el analfabetismo se encontraba para 1,989 en 25%, la mitad del nivel nacional (50%). Es importante señalar que la mayoría de los analfabetas se encuentra en el área rural (87%). En cuanto a la distribución del analfabetismo por sexo, 47% son hombres y 53% son mujeres.

En esta región existen las principales instalaciones físicas de una universidad pública y cuatro universidades privadas, el porcentaje de la población que acude a ellas es del 1% que concluye su formación básica.

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. (53)

3. Edad: Es el tiempo que una persona ha vivido desde su nacimiento hasta el momento actual.
4. Departamento: Se designa departamento a la actual división territorial interna principal, los cuales a su vez están integrados por los respectivos municipios.
5. Municipio: División territorial de categoría menor que departamento. Es la entidad de Derecho Público que constituyen todas las personas residentes en una circunscripción 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: Se designa departamento a la actual división territorial interna principal, los cuales a su vez están integrados por los respectivos municipios.
5. Municipio: División territorial de categoría menor que departamento. Es la entidad de Derecho Público que constituyen todas las personas residentes en una circunscripción municipal.

En donde:

n = Tamaño de la muestra.

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

Se deseó un 95% de probabilidad (OC 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 = Límite de error con el que se deseó realizar la investigación. Para este estudio 0.10 mg/lts. se tomó 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 64,835 niños nacidos 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 Central.

Procedimiento muestral:

Luego de establecer el tamaño de la muestra en 90 personas para la región de salud Metropolitana que comprende el departamento de Guatemala, 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 Central del año

al momento de analizar las muestras. Estas prácticas se realizaron con 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 asistieron fue totalmente voluntaria. Al final de la recolección de las muestras, se solicitó al representante legal de la institución estatal o privada su firma y sello como 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 correspondió.
2. Se instruyó en forma adecuada a todas las participantes sobre la metodología a utilizada

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

- 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 22.61 ppm de fluoruro de sodio de la siguiente manera: Se pesaron 4.2 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 tomó 1 ml. de esta solución y se aforaron hasta 1,000 ml. con esto 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 estandar 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: $\text{FeF}_6^{-3} + \text{EDTA}^{-2} \rightleftharpoons 6\text{F}^{-} + \text{Fe}(\text{EDTA})_3$. En esta

sodio a 9.5 ppm hasta que la lectura de la pantalla se estabilizó, 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 esperaba encontrar en la concentración 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, se homogenizó la mezcla con la ayuda del agitador magnético, luego se introdujo 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 estable en el potenciómetro en milivoltios
0.5	
0.8	
1.0	
1.5	

b.3 En cada medición se lavaron tanto el electrodo como el magneto con agua destilada y se secaron cuidadosamente.

b.4 Al terminar las mediciones se elaboraron gráficas de las curvas de calibración.

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 Metropolitana, los cuales fueron procesados y analizados por medio del programa estadístico computarizado Mystat. Los datos fueron ordenados por región de salud, Municipios y edad.

Los resultados se presentan a través de técnicas de la estadística descriptiva como cuadros, media aritmética, desviación estándar y rango.

Las concentraciones de fluoruro se expresan en mg./l. (ppm) y la excreción en mg. Recolectándose 90 muestras de orina de mujeres embarazadas que fueron atendidas en consulta prenatal en instituciones tanto privadas como estatales. Las recolecciones fueron realizadas en horas de la mañana en un período comprendido de las 8:00 a las 10:00 A. M., por ser este un período más representativo.

En la primera sección se presentan los resultados obtenidos en la región de salud Metropolitana; y en la siguiente sección se presentan los datos obtenidos en la República de Guatemala para hacer las comparaciones y ubicar a la región Metropolitana de este estudio dentro del panorama general de Guatemala.

CUADRO No. 2

NUMERO DE CASOS, MEDIA ARITMETICA, DESVIACION ESTANDAR Y RANGO DE LA CONCENTRACION Y EXCRECION DE FLUORURO EN LA ORINA DE MUJERES EMBARAZADAS QUE SON ATENDIDAS EN INSTITUCIONES DE SALUD PUBLICA, I.G.S.S. Y APROFAM, EN LA REGION METROPOLITANA, DISTRIBUIDOS POR RANGO DE EDAD, EN EL AÑO DE 1,995.

RANGO DE EDAD	CASOS	Concentración de Fluoruro Mg./L			Excreción de Fluoruro Mg		
		Media	Desv. Estand.	Rango	Media	Desv. Estand.	Rango
14 - 18	19	0.487	0.288	0.100-1.000	0.030	0.019	0.007-0.070
19 - 23	34	0.370	0.233	0.100-1.000	0.024	0.016	0.005-0.070
24 - 28	20	0.368	0.218	0.100-1.000	0.025	0.016	0.005-0.070
29 - 33	10	0.414	0.174	0.208-775	0.026	0.013	0.012-0.054
34 - 38	5	0.716	0.294	0.330-1.000	0.050	0.019	0.023-0.070
39 - 43	2	0.448	0.144	0.346-550	0.026	0.002	0.024-0.027
TOTAL	90	0.420	0.249	0.100-1.000	0.027	0.017	0.005-0.070

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

Con respecto a este cuadro, se puede observar que el rango de 34-38 años tiene el valor más alto de concentración 0.716 mg/l. y el rango de edad de 24-28 tiene el valor más bajo 0.368 mg./l.

CUADRO No. 4
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
TOTAL	900	0.351	0.208	0.100-1.500	0.025	0.015	0.001-0.100

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

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 Biblioteca Central

CUADRO No. 5

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
TOTAL	900	0.351	0.208	0.100-1.500	0.025	0.015	0.001-0.100

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

De los resultados obtenidos por región de salud en la República de Guatemala, los valores más altos de concentración de fluoruro en orina de mujeres embarazadas se encontraron en las regiones Metropolitana 0.420 mg./lt.(± 0.249 mgs./lt.), Petén 0.419 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 SON ATENDIDAS EN INSTITUCIONES DE SALUD PUBLICA, I.G.S.S. Y APROFAM DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA, DISTRIBUIDOS POR RANGO DE EDAD, EN EL AÑO DE 1,995.

EDAD	CASOS	Concentración de Fluoruro Mg./L			Excreción de Fluoruro Mg		
		Media	Desv. Estand.	Rango	Media	Desv. Estand.	Rango
14 - 18	118	0.369	0.206	0.100-1.00	0.024	0.016	0.004-0.078
19 - 23	289	0.341	0.193	0.023-1.450	0.024	0.021	0.001-0.093
24 - 28	226	0.356	0.224	0.085-1.50	0.025	0.019	0.001-0.185
29 - 33	161	0.351	0.192	0.045-1.250	0.026	0.029	0.002-0.075
34 - 38	76	0.364	0.245	0.010-1.50	0.026	0.018	0.004-0.100
39 - 43	23	0.328	0.256	0.1-1.008	0.023	0.016	0.005-0.065
44 - 48	7	0.365	0.079	0.108-0.333	0.015	0.010	0.005-0.032
TOTAL	900	0.351	0.208	0.010-1.50	0.025	0.022	0.001-0.100

FUENTE: Datos de laboratorio obtenidos de los análisis de orina a travez del electrodo especifico para fluoruros.

Se puede observar en lo referente a la concentración y excreción de fluoruro en orina de mujeres embarazadas, según su distribución por grupos de edad, que no hubo mayor diferencia en cuanto a los promedios. La variabilidad del fenómeno fue también similar.

Tomando en cuenta la totalidad de edades se encontró una media de excreción de 0.025 mgs. (± 0.222 mgs.) y una media de concentración de 0.351 mgs./lt (± 0.208 mgs./lt.);