

**UTILIZACIÓN DE FILTROS DE PIEDRA PÓMEZ COMO ALTERNATIVA PARA
LA DEFLUORACIÓN PARCIAL DEL AGUA DE BEBIDA EN LAS FINCAS
BANANERAS YAQUI, EL PILAR, CREECK, YUMA, CHOCTAW, EN EL
MUNICIPIO DE LOS AMATES, DEPARTAMENTO DE IZABAL; Y EL MUNICIPIO
DE SAN JOSÉ LA ARADA, DEL DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA**

Tesis presentada por

SERGIO ESTUARDO JUÁREZ PAIZ

Ante el Tribunal de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de
Guatemala que practicó el Examen General Publico previo a optar al titulo de

CIRUJANO DENTISTA.

Guatemala, Noviembre de 1,996

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

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. Franklín 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. Edgar Sánchez Rodas.
Vocal Tercero:	Dr. Linton Grajeda Salazar.
Secretario:	Dr. Carlos Alvarado Cerezo

ACTO QUE DEDICO

A DIOS: Gracias por ser parte de tu creación y por tu infinita misericordia.

A MIS PADRES: José Rubén y Bertha Luz (Tita) este logro es gracias a su dedicación, sacrificio y amor; gracias.

A MIS ABUELOS: Candido, Dominga, José Antonio y Rosa Adelina (Rosita) por hacerme sentir orgulloso de ser parte de su cimiento.

A MI MADRINA: Delia Herlinda por haber estado incondicionalmente brindandome su apoyo.

A MI HERMANO: Francisco José gracias por tu amistad y autenticidad, que este logro sea una guía en tu camino.

A MI HIJA: María José por ser mi fuerza y satisfacción que Dios y la Virgen María te bendigan.

A MI ESPOSA: Claudia Gizela por tu sacrificio y apoyo siempre seras alguien especial en mi vida.

A MIS TIAS Y TIOS: Gracias por su cariño y confianza, en especial a Juan Ramón.

A MIS PRIMOS: Gracias por sus convivencias, en especial a Ana María.

A MI FAMILIA POLITICA: En especial a Don José Ángel y Doña Fidelia (Fide) gracias por su apoyo y comprensión.

A MIS AMIGOS: Que ya concretaron este paso en su vida, en especial a la Dra. Karla Valdez (+) y a los que muy pronto lo realizarán, en especial a Edgar Roberto y Oscar Mariano.

A LA FAMILIA JAUREGUI BRENES: En especial a Zobeida y Luis Felipe, sin su amistad y apoyo esta Tesis no se hubiera efectuado.

DEDICO ESTA TESIS

A: DIOS

A: MI LINDA GUATEMALA

**A: LA TRICENTENARIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA.**

A: MI QUERIDA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA.

A: MUNICIPIO DE SAN JOSÉ LA ARADA .

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR.

Cumpliendo en lo establecido en los estatutos de la Facultad De Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a optar al título de Cirujano Dentista, presento a vuestra consideración mi trabajo de tesis titulada:

UTILIZACIÓN DE FILTROS DE PIEDRA PÓMEZ COMO ALTERNATIVA PARA LA DEFLUORACIÓN PARCIAL DEL AGUA DE BEBIDA EN LAS FINCAS BANANERAS YAQUI, EL PILAR, CREECK, YUMA, CHOCTAW, EN EL MUNICIPIO DE LOS AMATES, DEPARTAMENTO DE IZABAL; Y EL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ LA ARADA, DEL DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA

Agradezco la orientación de mi asesor Dr. Edgar Sánchez Rodas, para la realización de este trabajo.

A vosotros, distinguidos miembros del Honorable Tribunal Examinador, mi respeto y agradecimiento.

ÍNDICE.

	PAG.
CONTENIDO	
SUMARIO	1
INTRODUCCIÓN	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
JUSTIFICACIÓN	4
OBJETIVOS	5
REVISIÓN DE LITERATURA	6
HIPÓTESIS	44
VARIABLES (DEFINICIÓN DE CONCEPTOS)	45
INDICADORES DE LAS VARIABLES	45
METODOLOGÍA	46
RECURSOS	48
INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	49
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	50
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	55
CONCLUSIONES	56
RECOMENDACIONES	57
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.	58

SUMARIO

El objetivo fundamental de la presente investigación fue desarrollar un defluoración del agua de consumo de las siguientes comunides: Fincas Bananeras Yaqui, El Pilar, Creeck, Yumas, Choctaw, en el municipio de los Amates, Departamento de Izabal; y en el Municipio de San José La Arada del Departamento de Chiquimula.

Inicialmente se evaluó la composición del filtro de Piedra para posteriormente se determinar en el Laboratorio Industrial Labind la capacidad de filtración de dicho Filtro. el cual resultó en un 76 % de eficacia para eliminar flúor. En las poblaciones estudiadas se instalaron 35 filtros, esperando contribuir a disminuir el problema de Fluorosis Dental en estas comunidades.

INTRODUCCIÓN

En Guatemala existen regiones que presentan problemas endémicos de Fluorosis Dental, como lo son Las Fincas Bananeras de Yaqui, El Pilar, Creeck, Yuma, Choctaw, en el municipio de Los Amates, Departamento de Izabal (9) y el municipio de San José La Arada Departamento de Chiquimula, misma que es producida por las altas concentraciones del ión flúor contenido en el agua de bebida de dichas regiones y cuyos efectos se manifiestan con anomalías que van desde pigmentaciones hasta falta de continuidad en el esmalte de los dientes (1, 3, 6, 15). Estos efectos mencionados producen problemas funcionales y estéticos cuyo tratamiento dental es oneroso y complicado. Además que existen estudios que reportan daños en distintos órganos (1, 12, 16)

Se pretende con este estudio dar una solución práctica y factible de defluoración del agua de bebida en estas regiones a través de la utilización de filtros de Piedra Pómez (13).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La fluorosis dental es la aparición de manchas sobre el esmalte de las piezas dentales, debido a inapropiada mineralización del mismo por la alta ingesta de flúor en el agua de consumo. (8)

Se han realizado estudios sobre fluorosis, (11,14) en los cuales se ha encontrado que es un problema endémico y de alta prevalencia, en especial en las regiones de San José La Arada Chiquimula y en las Fincas Bananeras Yaquí, El Pilar, Creeck, Yuma, Choctaw; en el municipio de los Amates Izabal.

La concentración de fluoruro existente en el agua de consumo en dichas regiones oscila entre 2.85 a 5.63 mg/l, lo cual nos da una concentración supraóptima, ya que la concentración óptima de fluoruro para las regiones antes mencionadas debería de ser de 0.67 a 0.69 mg/l de acuerdo a la temperatura máxima promedio anual que puede oscilar entre los 29.,78 a 31.61 grados centígrados.

Se pretende llevar a cabo un programa de defluoración parcial o eliminar el exceso de flúor en el agua de consumo, para evitar la aparición no solo de lesiones dentales sino también esquelética.

Por tal razón se estima necesario y conveniente aportar alternativas de solución al problema de alto contenido del ión flúor, haciendo la aclaración de que el éxito de la alternativa que se propone no depende única y exclusivamente al profesional de la salud, sino también de la cooperación de las autoridades de los municipios y del interés y conducta de los habitantes de las regiones afectadas.

Existen investigaciones (13) que proponen soluciones para la defluoración parcial del agua de consumo; el propósito de esta investigación es presentar una nueva alternativa práctica y económica de uso en el hogar.

JUSTIFICACIÓN.

Debido a la alta prevalencia de fluorosis (5,9,11,14) en el agua de consumo en las Fincas Bananeras Yaquí, El Pilar, Creeck, Yuma, Choctaw; en el municipio de los Amates Izabal y el Municipio de San José La Arada departamento de Chiquimula se hace necesario la implementación de un programa de defluoración parcial en dicha agua (13) con la ayuda de filtros de piedra pómez ya que la enfermedad no sólo se manifiesta en la calidad bucal, sino que afecta el sistema esquelético, desórdenes renales y psicosomáticos.

OBJETIVO GENERAL.

Determinar la eficacia de los filtros de piedra pómez para la defluoración parcial del agua de bebida, en las Fincas Bananeras Yaquí, El Pilar, Creeck, Yuma, Choctaw en el municipio de los Amates Izabal y San José la Arada, Chiquimula.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- 1) Contribuir a la solución del problema de Fluorosis dental y aportar información al proyecto de estudio de enfermedades bucales, en especial al de fluorosis, en las siguientes poblaciones. San José la Arada, Chiquimula y las Fincas Bananeras Yaquí, El Pilar, Creeck, Yuma, Choctaw en el municipio de los Amates Izabal.*
- 2) Implementar un programa de Defluoración del agua de consumo a través de la correcta utilización de los filtros de Piedra Pómez.*
- 3) Analizar periódicamente muestras de agua filtrada para verificar la eliminación del Ión flúor por los filtros de piedra pómez.*
- 4) Instruir a la población incluida en el programa, sobre la importancia de la Defluoración del agua de consumo para beneficio de su salud bucal y general.*

REVISIÓN DE LITERATURA.

LOS FLORUROS.

El fluoruro es el más electronegativo de todos los elementos químicos y sin embargo es raramente encontrado en la naturaleza como elemento puramente. Se encuentra en grandes cantidades combinado químicamente en otras formas como fluoruros. El flúor ocupa el 17o. lugar en la tabla de los elementos. En toda la naturaleza en lo que se refiere a abundancia de elementos, representa el 0.77% de todos los elementos en la superficie de la tierra. En las rocas y el suelo puede encontrarse una variedad de minerales muy amplia y de muchas formas, micas y un número no determinado de tegmatitas como el Topacio y la Turmalina. Las rocas y vulcánitas así como también los depósitos salinos de origen mineral contienen una cantidad significativas de fluoruro arriba de 2500 ppm. Ciertos minerales tienen valor comercial particular como la creolita que es usado en la producción de aluminio y los fosfatos rocosos usados para la producción de fertilizantes que pueden tener un contenido de fluoruro arriba de 4.2 por ciento; o sea 42,000 ppm. (Moller, 1965; Wito 1970) (2).

Debido a la presencia universal de los fluoruros en la superficie terrestre toda el agua contendrá fluoruro en concentración variables. Cada volumen de agua normalmente accesible al hombre está afectado por un ciclo hidrológico que se inicia en los mares. El agua marina contiene significativas cantidades de fluoruro aproximadamente niveles de 51.4 ppm. Los fluoruros también están altamente distribuidos en la atmósfera, más que todo debido a los desechos de la industria siderúrgica u otra clase de industria pesada que a través de los desechos que eliminan por la chimenea se eleva a la atmósfera en forma gaseosa y hay altas dosis contenidos de fluoruro en áreas donde hay mucha actividad volcánica.

INGESTIÓN DE FLUORUROS DE LA COMIDA AGUA Y OTROS RECURSOS

Como hemos visto anteriormente la presencia universal del fluoruro en el agua, suelo y atmósfera no es sorprendente que el ser humano tenga varios niveles de ingesta de fluoruro a través de la comida, el agua, los productos farmacéuticos industriales y una gran gama de otras causas.

LA INGESTA DE FLUORURO DE LA COMIDA SÓLIDA

Sobre la base de análisis efectuadas por MiClure podría parecer que la mayoría de las comidas sólidas son bajas en fluoruro, teniendo un contenido seco de 0.11 ppm. y podría sin embargo atribuirse una ingesta máxima de fluoruro 27 mg. por día.

Los productos del mar especialmente la pesca y ciertas clases particulares de peces como el salmón y la sardina conserva bastante fluoruro especialmente en la piel y hueso. Sin embargo como es relativamente bajo el consumo de pescado en una dieta, la ingesta de fluoruro es de 0.1-0.4 ppm y sin embargo, proporcionan una pequeña ingesta de fluoruro diario menos en las personas que tienen variedad de dieta como por ejemplo los vegetarianos. El contenido de fluoruro en las comidas es por debajo de 0.2-1.0 ppm pero puede observarse que los pollos pueden contener altos niveles probablemente después de que estos animales son alimentos con restos de peces.

INGESTA DE FLUORURO DEL AGUA

El contenido de fluoruro en el agua potable se ha dicho hasta el presente que es la más simple y más alta contribución a la dieta diaria en la ingesta de fluoruro. La ingesta de fluoruro del agua dependerá sobre todo de varias variantes que son las siguientes: la edad de la persona y condiciones climáticas y los hábitos dietéticos. El consumo de líquidos aumenta con la edad particularmente desde el

nacimiento a los 12 años. Sin embargo, durante este período se ha demostrado que el agua potable representa hasta un 50% de ingesta total de líquidos. El factor simple más importante en determinar la cantidad de agua consumida es la temperatura diaria máxima en el área determinada. (Galagas y Lamison 1953), El consumo de agua también depende de todo de los hábitos dietéticos y de las condiciones socioeconómicas de todos los grupos humanos.

La leche se sabe que tiene un bajo y más bien un constante nivel de fluoruro en un orden de 0.1 a 0.2 ppm. sin embargo se han hecho formulaciones respecto que la leche evaporada contiene 1 unidad por millón de fluoruro que puede llegar a niveles significativamente altos o más de 9 ppm. las fórmulas de leche seca o preparada con agua fluorada se ha llegado a determinar que los niveles de fluoruro pueden ser hasta 50 veces más altos que lo que contiene de fluoruro la leche humana. (Ericsson 1973) (Forsman y Ericsson 1974). Muy conocido de todos es que el té tiene un gran alto nivel de fluoruro arriba de 400 ppm. pero la fusión de té por sí misma, tiene concentración prácticamente reducida que alcanza solamente e 5.1 ppm.; en el estudio por Duckworth (1978) la ingestión de fluoruro para los bebedores de té para todas las edades tuvo una variación entre 0.04 a 2.7 mg por día. El fluoruro fue rápidamente relacionado y provocó unas amplias investigaciones acerca de la regiones en donde la concentración y la bebida del té era sumamente alta, con varias clases de té se encontró esta variación cuadruplicada en el contenido de fluoruro en las diferentes infusiones de té que existen. Los jugos de fruta, tienen un contenido de fluoruro bajo de 0.1 a 0.3 ppm. pero los jugos de frutas reconstruidos pueden contener agua fluorada que varía las concentraciones de fluoruro de 0.3 a 2.5 ppm. La ingesta total de fluoruro por adultos para ambos casos comida y bebida ha sido estimada en un promedio de 0.2 a 3.0 mg y un promedio de aproximadamente 0.8 mg en las áreas con bajos niveles de fluoruro en el agua potable.

INGESTA DE FLUORURO DE LA ATMÓSFERA

El promedio de fluoruro en el aire en las áreas urbanas se ha demostrado que varia entre .05 a 1.89 micrograno por m³. Desde que todos los individuos en la ciudad están inhalando alrededor de 20 m³ de aire x día los niveles mas altos en este campo son de los niveles 0.0378 mg de fluoruro por día mucho de los cuales son exilados bajo ciertas circunstancias ambientales extremas como la contaminación severa de la planta industrial fluoruro del aire puede ser el principal contribuyente a la ocurrencia de fluorosis dental o la fluorosis esquelética (Rohol 1919); Molleo and Poulsa 975).

FLUORURO EN LOS PRODUCTOS FARMACÉUTICOS

Debido a la gran cantidad de número de productos farmacéuticos que contienen fluoruro en forma orgánica o inorgánica, algunos productos como el fluoruro de sodio que se da en tabletas o en pildora, se han determinado que estas anteriores sirven como suplemento para prevenir la caries.

El fluoruro en otros productos como los dentríficos que contienen fluoruro o los enjuagues bucales que son usuales como vehiculos para aumentar el contenido de fluoruro en la superficie del esmalte o en la superficie de la interbase del esmalte y el ambiente general, se ha determinado que se encuentra en un orden de un 25% en los dentríficos fluorados que normalmente se usa con los enjuagues bucales se puede tener una ingesta de 0.25 mg de fluoruro por día. (Ericsson and Forsman). La cantidad de fluoruro retenido como resultado de la ingestión de otros productos farmacéuticos ha sido difícil de determinar.

EL METABOLISMO DE LOS FLUORUROS

ABSORCIÓN DE FLUORURO

El fluoruro ingerido es rápidamente absorbida dentro del cuerpo. La absorción ocurre principalmente en el estómago; es de naturaleza pasiva porque no se ha visto algún mecanismo de transporte activo hasta el momento que sea envuelto en este proceso.

El máximo nivel de concentración plástica de fluoruro se encuentra alrededor de los 30 a 60 minutos después de la ingestión. Hay un intervalo corto entre la ingesta de la dosis oral de fluoruro soluble y su secreción en la orina lo que indica que también es una evidencia de una muy rápida absorción.

Los fluoruros solubles en el agua potable serán absorbidos completamente sin que tenga nada que ver los niveles de fluoruro que se encuentra en agua potable corriente.

Es decir que todo el fluoruro sí se absorbe. En lo único que si va a haber variación es en la forma en que se ingiere el contenido de flúor, porque se ha demostrado que es mucha más lenta la absorción de fluoruro cuando va en la leche que cuando va únicamente en el agua potable. La absorción del fluoruro depende principalmente de la solubilidad de los fluoruros inorgánicos en la dieta y también sobre el contenido que tengan éstas de calcio. Si el calcio o el Aluminio son añadidos la absorción del fluoruro es marcadamente reducida aun por debajo de un 50%.

NIVELES DE FLUORURO EN LA SALIVA Y SANGRE

El intercambio iónico de concentración en la sangre bajo condiciones normales es de 0.01- 0.02 ppm (Taves, 1966 Ekstrand, 1977) pero dependerá de la ingestión alimenticia y del contenido de fluoruro del esqueleto. (Ericsson etal 1973). Los componentes no iónicos son los componentes mayores cuando el fluoruro es expuesto en bajos niveles, pero no guarda relación la ingesta del agua potable. El

intercambio iónico de los fluoruros contrariamente de los que se crea no indica que cuando el fluoruro es expuesto a mayores cantidades en estado de reposo, el fluoruro puede ser detectado en el agua en concentración de 0.25 ppm. El consumo de agua contiene de 1.2 ppm y puede producir valores alrededor de 2 micromoles por litro (0.04 ppm) de fluoruro iónico en el plasma y niveles de fluoruro tan altas en el agua (9.6 ppm) las concentraciones pico serán de 6 micromoles por litro o sea de 10-12 ppm. La concentración de los fluoruros en la saliva reflejan al mismo tiempo la extensión de los niveles de fluoruro en el plasma pero en algunas veces es interna. (Ekstrand 1977).

TRANSFERENCIA PLACENTARIA DE FLUORUROS

La transferencia placentaria de fluoruros es baja de acuerdo a muchos investigadores y la placenta se ha demostrado que es una barrera que podrá proteger al feto de una gran transferencia de fluoruro (Ericsson and Malmrias. 1961) de acuerdo a los más recientes reportes, sin embargo los niveles de fluoruro en la sangre fetal puede aún exceder los niveles de la sangre materna.

FLUORURO EN LOS HUESOS Y DIENTES

La extensión de la ingesta de fluoruro en diferentes partes del esqueleto y la dentición depende sobre todo de las cantidades ingeridas y absorbidas, la duración de la exposición a los fluoruros, el tipo y región de actividad metabólica del tejido afectado.

La afinidad que existe entre los iones de fluoruro y la Hidroxiapatita ha sido bien establecida. Por lo tanto la acumulación del fluoruro en el esqueleto a través de toda la vida y su contenido en hueso que representa una guía segura para medir la exposición de un individuo durante toda la vida a los fluoruros. (Parkins et al 1978) Los valores normales para el contenido de fluoruro en los huesos normales de los cuales varia entre un promedio de 1,000 a 4,000 ppm dependiendo de la

concentración de fluoruro en el agua potable y la edad de la persona. (Zipkin et al, 1958). La ingesta de los fluoruros en tejidos dentales también con la edad y la concentración de fluoruro va aumentando dependiendo de la cantidad que se encuentra en el agua potable, pero el contenido en la dentina y el esmalte es considerablemente más baja que la que se encuentra en los demás huesos del esqueleto.

El fluoruro como promedio que contiene el esmalte en las áreas de bajo contenido de fluoruro, es alrededor de 50 ppm a los 10 años de edad, aproximadamente 100 ppm a 30 años de edad mientras que el promedio de fluoruro contenido en el esmalte en las áreas de alto contenido de fluoruro es de 170 ppm a los 10 años de edad a un nivel de 350 ppm a los 30 años de edad. La dentina se ha encontrado que tiene un contenido de aproximadamente 4 veces en comparación con el esmalte, sin embargo, los resultados de estos estudios usando únicamente el esmalte y dentina han demostrado que el contenido de fluoruro no está distribuido de una manera similar en todo tejido dental. Las concentraciones más altas de fluoruro en la dentina se encuentran en la capa odontoblástica adyacente. En la capa externa del esmalte el fluoruro es alrededor de 4 a 5 veces más alto que la concentración en las capas profundas el contenido de fluoruro en la capa exterior del esmalte de las áreas en donde hay mucho flúor consideradas tan altas como 2,000 a 3,000 ppm. (Aasender and Peebles 1978).

Sin embargo en la vida del diente la concentración de fluoruro es relativamente alta en la superficie del esmalte; la mayoría de los fluoruros en la superficie del esmalte se encuentran en los dientes que ya han erupcionado; por lo tanto es adquirido antes de la erupción, probablemente durante el periodo de maduración pre-eruptiva, cuando la superficie del esmalte se ha visto que es mucho más porosa. (Brudovold et al, 1956) Isaac (et al 1958). A veces después de la erupción, el esmalte probablemente permanece poroso aún cuando absorbe el fluoruro más fácilmente y a través de toda la vida del fluoruro se ha absorbido más rápidamente

que en cualquier tipo cuando el esmalte es poroso incluyendo las lesiones de caries incipiente. Si el esmalte está maduro, permanece intacto, pues absorberá el fluoruro con dificultad. (Weathell 1977).

EXCRECIÓN DE FLUORURO

El fluoruro es rápidamente excretado del cuerpo, los análisis de orina se ha reconocido desde largo tiempo atrás que es el parámetro más seguro para poder demostrar las cantidades de exposición de Fluoruro (Mc Clure and Kinser, 1944) Hay sin embargo grandes fluctuaciones en la excreción de fluoruro por un simple día, cuando se le da a un individuo, indicando que el aclaramiento renal de fluoruro es más bien de un fluido relativamente bajo.

EFFECTOS TÓXICOS DE LAS GRANDES DOSIS DE FLUORURO

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. Importa pues establecer desde el principio una clara distinción entre los efectos tóxicos agudos resultantes de una sola dosis masiva, y la intoxicación crónica producida por grandes dosis repartidas a lo largo de varios años.

Smith y Hodge (1959) han puesto en relación las concentraciones o dosis de fluoruro con sus efectos biológicos como se indica en la tabla siguiente:

[k] de Fluor en ppm.	Localización	Efectos.
2 x 1000 millones	Aire	Daños en la vegetación
1	Agua	Reducción en la caries dental.
2 o más	Agua	Esmalte moteado
5	Orina	Osteoesclerosis
8	Agua	Osteoesclerosis
50	Alimentos o agua	Alteraciones Tiroideas
100	Alimentos o agua	Retraso del crecimiento
125 o más	Alimentos o agua	Alteraciones renales

SÍNTOMAS CLÍNICOS DE LA INTOXICACIÓN AGUDA POR FLUORURO

La dosis letal aguda para el hombre es aproximadamente de 5 g (En forma de fluoruro sódico) (Goodman y Gilman 1965).

Los efectos tóxicos varían de tal manera con el compuesto de flúor empleado y con el método y la duración de la administración, así como con la susceptibilidad del individuo, hay pruebas de que los fluorosilicatos son más tóxicos que el NaF o el CaF y estos más que el CaF₂. En la bibliografía acumulada durante un período de 85 años sólo se mencionan 132 casos aislados de intoxicación aguda y otros 303 casos registrados en dos accidentes de tipo epidémico.

Los efectos agudos de la ingestión de dosis masiva de fluoruro son al principio los propios de un veneno irritante; mas tarde se localizan en los sistemas enzimáticos que intervienen en el metabolismo, la respiración celular, las funciones endocrinas, los mecanismos energéticos, etc. De hecho, ningún sistema del organismo está libre de la acción del fluoruro. Así, lo característico de los casos de intoxicación aguda es que desde un principio se afectan el sistema digestivo, cardiovascular, respiratorio y nervioso central, con la sintomología correspondiente; por lo general, estos casos tienen un desenlace fatal en dos o tres días.

La toxicidad aguda del fluoruro se manifiesta fundamentalmente por una acción corrosiva local que se suma a los efectos de la absorción. La ingestión de dosis elevadas de compuestos de flúor va seguida de dolor abdominal difuso, diarrea y vómitos; al mismo tiempo una salivación excesiva acompañada de sed, sudación y espasmos dolorosos en las extremidades.

Evidentemente, la rápida adopción de medidas encaminadas a vaciar el estómago y reducir la absorción de fluoruro es el medio más eficaz de evitar la muerte y los daños causados por la ingestión masiva de fluoruro.

Administrar seguidamente gran cantidad de leche. Estas medidas de precaución deben aplicarse también cuando un niño ingiere una cantidad excesiva de comprimidos de fluoruro anti-caries o de pasta dentífrica fluorada, a pesar de que

en tales casos el riesgo es muy pequeño según los datos y la limitada experiencia existentes. La inhalación de flúor gaseoso produce primero una irritación de las mucosas oculares y respiratorias, y posteriormente, los síntomas causados por la absorción.

EFFECTOS TÓXICOS CRÓNICOS SOBRE EL SISTEMA ÓSEO (1,12)

Se han estudiado en diversas regiones donde el agua potable contiene cantidades excesivas de fluoruro de origen natural. Esta forma de intoxicación crónica se describió por primera vez en el Estado de Madras (India) en 1937.

Además de la fluorosis endémica, se han observado otros efectos tóxicos causados por la acción crónica del fluoruro sobre el sistema óseo en casos de exposición profesional a diversos compuestos fluorados, entre ellos la criolita.

Cuando las concentraciones son más elevadas (de 2 a 8 mg/día) aparecen signos de fluorosis en los dientes mineralizados durante el período de ingestión del fluoruro, cabe la posibilidad de que intervengan otros factores como las condiciones climatológicas, la desnutrición, la edad, el almacenamiento, la acción de otros elementos presentes en el agua y posiblemente las variaciones individuales de la absorción. La dosis máxima de fluoruro que puede ingerirse diariamente sin riesgo de incorporación peligrosa en el organismo es de 4-5 mg/día.

Las alteraciones óseas y las anormalidades del esqueleto producidas por la fluorosis endémica son menos acusadas que en la fluorosis de origen industrial. La gravedad de la fluorosis, tal como se refleja en el moteado de los dientes, no es proporcional al grado de alteración ósea, lo cual no puede sorprender si se tienen en cuenta las diferencias metabólicas existentes entre esos tejidos y los diferentes períodos evolutivos de la fluorosis dental y de la ósea.

CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS: *Mientras que la fluorosis dental es fácil de reconocer, la afectación del esqueleto de la fluorosis anquilosante no se manifiesta*

clínicamente hasta una fase avanzada. Las alteraciones radiológicas del esqueleto son fácilmente perceptibles en una fase mucho más temprana, siendo de hecho el único índice que permite diagnosticar la fluorosis en su fase inicial relativamente asintomática. La fluorosis incipiente se observa por lo general en adultos jóvenes que únicamente aquejan dolores vagos, localizados con frecuencias en las pequeñas articulaciones de las manos y los pies, en las rodillas y en la columna vertebral. En las últimas fases se produce una rigidez evidente de la columna vertebral, con limitación de los movimientos, y posteriormente, cifosis. La marcha es difícil, en parte por la rigidez y la limitación de los movimientos de diversas articulaciones, y en parte, por las lesiones neurológicas propias de los casos avanzados. Algunos enfermos presentan también disnea de esfuerzo a causa de la rigidez de la caja torácica.

El fluoruro ingerido en exceso se va depositando en el sistema óseo en el transcurso de los años. Singh y Cols. (1926a), que han tenido la ocasión única de estudiar un esqueleto completo macerado de una persona residente en una zona endémica cuya agua contenía 9,5 ppm, de fluoruro, observaron que todos los huesos eran pesados e irregulares y presentaban un color mate debido al depósito irregular de fluoruro. Los puntos de inserción de los músculos y de los tendones eran anormalmente prominentes a causa de una reacción periòstica excesiva que originaba exòstosis múltiples.

Las alteraciones más pronunciadas se observan en la columna vertebral: calcificación de diversos ligamentos, en particular de los ligamentos amarillos, intertransversos e interespinosos, y acusada osteofitosis. Los cuerpos vertebrales son más grandes que lo normal y presentan picos de loro muy marcados; los diámetros y proporciones de las vértebras están alterados en todos los planos, pero la anomalía más notable es la reducción del diámetro anteroposterior del conducto raquídeo. Además las vértebras se encuentran soldadas en muchos puntos, lo que

explica la gran limitación de movimientos y el parecido de esta enfermedad con la espondilitis anquilopoyética.

El suelo de las fosas craneales es irregular y las apófisis clinoides de la silla turca están soldadas.

El agujero occipital presenta bordes irregulares y estrechos a causa de los osteofitos.

Las costillas son anchas y de superficie rugosa y presentan osteofitos a lo largo de las inserciones de los músculos, aponeurosis y ligamentos.

Los restantes huesos, inclusive los de las extremidades, el esternón y el maxilar inferior, presentan numerosos osteofitos salientes en las inserciones de los ligamentos, aponeurosis, tendones y músculos.

En la mayoría de los ligamentos y en muchas inserciones capsulares se observan engrosamientos y calcificación. También está calcificado el cartilago tiroides en la mayor parte de los casos.

Estas alteraciones esqueléticas van limitando los movimientos articulares por el siguiente orden columna cervical, columna dorsolumbar, articulaciones de las extremidades inferiores y articulaciones de las extremidades superiores.

Además de estas alteraciones estructurales macroscópicas, el peso de los huesos fluoróticos aumenta apreciablemente. El peso total del esqueleto normal es variable: 4957 g en los norteamericanos (Ingalls, 1931) 2882 g en los asiáticos (Lawrence y Latimer, 1957). En un caso de fluorosis el esqueleto pesaba 6190g, mientras que un esqueleto normal de proporciones semejantes dio un peso de 2520g.

ALTERACIONES RADIOLOGICAS: *Las manifestaciones radiológicas de la fluorosis del esqueleto permiten establecer el diagnóstico de la enfermedad. Roholm (1937) ha distinguido tres fases en la evolución de la fluorosis ósea:*

FASE 1: Trabéculas borrosas y de aspecto rugoso en la columna vertebral y la pelvis.

FASE 2: Trabéculas confluentes que confieren al hueso un aspecto borroso y desestructurado, los contornos óseos se hacen irregulares.

FASE 3 : Los huesos aparecen como sombras blancas de aspecto mármoleo, sobre todo en la parte axial del esqueleto. Los contornos son poco definidos y en las extremidades se observan engrosamientos periòsticos irregulares con calcificación de los ligamentos y de las inserciones musculares. La corteza de los huesos largos es gruesa y densa, y la cavidad medular está estrechada. También se observa calcificación de las membranas interòseas.

Los signos radiològicos característicos son la presencia de picos de loro y el aspecto blanquecino delustrado, como de yeso, de toda la columna vertebral. Los ligamentos intervertebrales aparecen calcificados. Las exòstosis irregulares invaden los agujeros intervertebrales y el conducto raquídeo. También se encuentran formaciones de hueso periòstico irregular a lo largo de los tendones y de las inserciones aponeuròticas y musculares, especialmente en las membranas interòseas del antebrazo y de la pierna, la tuberosidad deltoidea, el borde inferior de las costillas, la inserción del tendón de Aquiles, el tubérculo tibial y el trocanter mayor.

Conviene subrayar que estas alteraciones radiològicas avanzadas se han observado en residentes en zonas hiperendémicas, como el Punjab (Singh y cols, 1963) y Andhra Pradesh (Siddiqui, 1955), pero no se encuentran siempre en el conjunto de población. El desarrollo de la fluorosis esquelética depende evidentemente de la duración y de la intensidad de la exposición. Ciertos datos experimentales y clínicos (Pandit y cols, 1940) hacen pensar que la malnutrición puede predisponer al desarrollo de la fluorosis anquilosante en la India, y que en otras partes del mundo donde la concentración de fluoruro en el agua es casi la misma que la de las zonas endémicas es muy poco frecuente ese tipo de fluorosis.

Leone y Cols (*op.cit.*) también han observado un aumento de la densidad ósea, con o sin condensación trabecular de aspecto de vidrio esmerilado, en el 10-15% de las personas que consumen agua potable con 8 ppm de fluoruro.

HISTOPATOLOGIA: En el hueso compacto las laminillas suelen presentar una orientación desordenada y los sistemas de Havers aparecen aumentados de tamaño y mal conformados; estas alteraciones recuerdan las descritas en los animales experimentales, se encuentran zonas de tejido osteoide entre trabèculas bien formadas. En ciertas zonas las trabèculas óseas son muy densas y contienen gran cantidad de calcio. Las zonas que rodean a los espacios vasculares se tiñen intensamente con la eosina. En ocasiones se encuentran zonas de calcificación irregular en las inserciones musculares.

Desde el punto de vista histológico constituidas por hueso primario inmaduro en que la reposición secundaria de laminillas es mínima. Geever y cols. (1958 b) han estudiado 99 huesos obtenidos en 37 autopsias de sujetos que habían vivido durante diez años o más en regiones donde el agua potable contenía 1-4 ppm. de fluoruro (natural o añadido), así como zonas donde el agua contenía menos de 0,5 ppm de fluoruro. El examen microscópico no reveló ninguna diferencia apreciable entre los dos grupos de personas, cabe pues concluir que las alteraciones histopatológicas producidas por la fluorosis endémica sólo aparecen cuando las concentraciones de fluoruro absorbidas pasan de 1-4 ppm.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS HUESOS FLUOROTICOS: Los fluoruros se depositan sobre todo en el esqueleto. La concentración ósea de fluoruro aumentaba de una manera casi lineal; a una concentración dada de fluoruro en el agua potable, las concentraciones que se encontraban en la cresta ilíaca, las costillas y las vértebras eran similares.

DEFORMIDADES Y FLUOROSIS ANQUILOSANTE: Este estado avanzado de intoxicación es consecuencia de una exposición del sujeto a la acción de más de 2-8 mg. diarios de ión fluoruro durante un período de 10-20 años. Estas exposiciones tan intensas suponen una concentración de fluoruro en el agua potable de 10 ppm por lo menos.

Además del fluoruro absorbido con el agua se ingería cierta cantidad con los vegetales cultivados en suelos ricos en ese ión y con los alimentos cocinados con agua muy fluorada.

Las deformidades que conducen a la invalidez se deben en parte a factores mecánicos, y en parte a la inmovilidad resultante del dolor y la paraplejía. Las más frecuentes son las cifosis, la anquilosis de las caderas y de las rodillas en flexión y la fijación del tórax en posición de inspiración causada por la calcificación de los cartílagos.

COMPLICACIONES NEUROLÓGICAS DE LA FLUOROSIS (1)

Las manifestaciones neurológicas sólo se han observado en la India y aparecen en los casos muy avanzados, tras la ingestión ininterrumpida de grandes cantidades de fluoruro durante veinte o más años. Los síntomas pueden deberse a la lesión de una o varias raíces nerviosas o a la afección de la médula espinal.

MANIFESTACIONES RADICULARES: Las principales manifestaciones fueron la atrofia muscular, las acroparestesias y el dolor localizado en las raíces nerviosas. Los síntomas más importantes eran la astemia y la atrofia muscular, generalmente asimétricas y localizadas de preferencia en los pequeños músculos de una o de ambas manos. El mecanismo patogenético es probablemente el mismo de la espondilitis cervical, es decir la compresión de las raíces anteriores por el borde inferior de los agujeros de conjunción.

MANIFESTACIONES MIELOPATICAS: En todos los casos el primer síntoma de afectación medular fue la debilidad en las extremidades inferiores iniciada por lo general en un lado. El cuadro es semejante en muchos aspectos al de la mielopatía espondilítica. Los signos de la mielopatía fluorótica se deben principalmente al estrechamiento del conducto raquídeo o de los agujeros de conjunción que origina compresiones en algún punto o en varios. Todas las formas de la sensibilidad estaban alteradas por debajo de cierto nivel, generalmente en la proximidad del ombligo. La sensibilidad táctil epicrítica estaba menos afectada que las otras formas. Los haces posteriores estaban mucho más afectados que los espinotalámicos. En pacientes encontraron trastornos de la micción como disuria o incontinencia urinaria. Aunque se han descrito también otras manifestaciones neurológicas, tales como afección del nervio auditivo, cefaleas, convulsiones de tipo tetánico, alteraciones electroencefalográficas y meralgia parestésica.

EFECTOS TÓXICOS CRÓNICOS SOBRE EL RIÑÓN (1)

No está absolutamente descartada la posibilidad de que el fluoruro pueda agravar una enfermedad renal preexistente. La insuficiencia renal podrá provocar una retención del fluoruro y en consecuencia, un aumento de la concentración de éste en los tejidos con la siguiente reducción.

ANATOMÍA PATOLÓGICA: La intoxicación por criolita produce alteraciones considerables en los huesos y en los ligamentos, pero no en los órganos; en estos últimos sólo se observan a lo sumo alteraciones dudosas. Roholm describió con detalle las necropsias de dos obreros que habían trabajado respectivamente durante 24 años y 9 años en una fábrica de criolita. El primero presentaba una nefritis intersticial crónica moderada que permitía suponer una posible intervención etiológica del fluoruro. Los riñones tenían un tamaño normal y el examen microscópico demostró que los glomerulos estaban bien conservados, algunos

estaban dilatados; en algunos sitios eran cisticos y contenían un líquido seroso. Esta nefritis crónica, ligera y de tipo preponderantemente intersticial recuerda algo el cuadro anatómico patológico renal de los animales sometidos a una exposición crónica al fluoruro. En el segundo caso los riñones eran normales, tanto microscópica como microscópicamente, y sólo presentaban una ligera estasis. La nefritis del primer sujeto (que no puede atribuirse con seguridad a la acción de la criolita) constituye así el único ejemplo, aunque de lo más dudoso, de un efecto crónico del fluoruro en el hombre sobre el riñón.

EFFECTOS AGUDOS CAUSADOS POR LA INGESTIÓN DE UNA DOSIS MASIVA ÚNICA: Se han señalado muchos casos de nefritis tóxica aguda en personas intoxicadas por la ingestión accidental o deliberada de una fuerte dosis aislada de fluoruro. Los principales efectos observados son:

- a. Congestión y tumefacción difusa de las células de los túbulos renales;
- b. Hiperhemia y degeneración grasa del epitelio tubular
- c. Hiperhemia visceral aguda que no se limita sólo al riñón.

RELACIÓN DOSIS-RESPUESTA: La concentración límite de fluoruro en el agua que produce alteraciones en algunos individuos de ciertas especies es de aproximadamente 100 ppm que en la práctica equivale a una dosis diaria de unos 100 mg-kg. Esta dosis es muy superior (quizá 10-30) a la que recibieron los casos de Roholm y que provoca una fluorosis anquilosante.

AGUA FLUORADA, HEMODIALISIS Y OSTEOPATIAS (1)

La hemodiálisis regular, actualmente muy difundida permite seguir viviendo durante años a gran número de pacientes con insuficiencia renal parcial o completa, a este respecto ofrece interés la cuestión de la fluoración del agua, y que

en los riñones artificiales se suelen utilizar agua del grifo y según se ha sugerido el fluoruro que ésta contiene podrá contribuir a la osteopatía que se observan en muchos pacientes sometidos a hemodiálisis.

Durante una diálisis con agua fluorada el paciente capta parte del fluoruro de ésta a razón de 10-20 mg por 6-14 horas de diálisis. Estas dosis no entrañan un peligro apreciable para un adulto con función renal normal, pues parte del fluoruro se deposita en el esqueleto y el resto se excreta rápidamente. En cambio como en los pacientes sometidos a hemodiálisis la función renal suele estar abolida y la osteogénesis es deficiente el factor crítico en estos casos no es la dosis de fluoruro sino la concentración sérica de éste.

Actualmente se está tratando de averiguar la causa de estas diferencias ya que no puede excluirse que otros elementos presentes en el agua fluorada ejerzan una influencia importante en la salud del hueso.

NIVELES DE FLÚOR EN ORINA DE NIÑOS Y ADULTOS (1)

Con el incremento de la prevalencia de la fluoración artificial de los abastecimientos de agua, los estudios del metabolismo del flúor han ganado mucho en importancia.

Estudios previos han demostrado que los niveles de flúor en orina son paralelos a los niveles de flúor en el agua potable. McClure y Dinser, Likins, McClure y Steere y Zipkin, Lihins, McClure y Steere han investigado el contenido del flúor de la orina de adultos que beben agua libre de fluoruro o agua naturalmente fluorificada o artificialmente fluorificada. Ellos establecieron que el contenido del flúor de la orina de los adultos corresponde muy cercanamente al contenido de flúor natural de las aguas domésticas que ellos bebieron. En lugares donde el agua doméstica es esencialmente libre de flúor el contenido de flúor de la orina de los adultos contiene 0.3 a 0.5 ppm. de flúor.

En el agua artificialmente fluorificada a 1 ppm, la concentración de flúor de la orina de los adultos que beben esta agua permanecen durante 1 a 6 semanas a 1 ppm, pero la concentración de flúor de la orina de niños en edad escolar de 5 a 14 años de edad permanecen bajos (cerca de 0.5 ppm) y se eleva a 1 ppm de 3 a 5 años después, solamente. Los datos de estos estudios hasta ahora aportan la sugerencia que el organismo en crecimientos retiene alguna cantidad de flúor más que el organismo maduro. Acerca de este punto de vista fue interesante el estudio de la excreción de flúor en orina en niños, jóvenes y el siguiente material trata de una investigación que compara el flúor en orina de niños y jóvenes, con la orina de adultos, ambos grupos bebieron del mismo abastecimiento de agua.

MATERIAL: *Los especímenes de orina fueron colectados de 59 niños (1 a 6 años de edad) y de 34 adultos (20 a 55), todos residentes en Jerusalén. Esta ciudad es abastecida con agua bebible conteniendo 0.5 a 0.6 ppm de flúor. Como fue prácticamente imposible coleccionar muestras de orina de 24 horas de cada persona, fue tomada entre las 9 de la mañana y las 3 de la tarde en diferentes días. Se considera este método de muestreo adecuado debido a que las concentraciones de flúor determinadas en varias muestras de orina de la misma persona en diferentes días concuerda con el promedio del contenido de flúor en la orina dentro del error experimental del método analítico o usado.*

MÉTODO ANALÍTICO: *50 cc de orina fue ligeramente alcalina con NaOH, 2cc de solución de acetato de calcio al 2% fue adicionada como fijativo del flúor. La muestra fue entonces evaporada hasta secarla y quemarla a 400C. La muestra secada fue transferida a un frasco Claisen y precipitados los cloruros con Ag_2SO_4 . El flúor fue entonces destilado por vapor en la presencia de H_2SO_4 a 140 grados o 150 grados centígrados de acuerdo a Megregian y Solet, en el aparato de destilación modificado descrito en una publicación previa. El flúor fue determinado*

fotocolorimètricamente en el destilado usando el reactivo modificado del Circonio Alizarin de Megregian y Maier. La precisión de este método es 0.1 ppm de flúor.

El contenido medio de flúor en todo el grupo de niños fue de 0.2 ppm, que es significativamente menor que el contenido de flúor urinario medio en el grupo de adultos el cual fue de 0.52 ppm y es equivalente al contenido de flúor del agua potable que es de 0.5 a 0.6 ppm. Estos datos indican un almacenamiento de flúor durante la niñez y confirma, bajo condiciones naturales, los resultados de Zipkin, Likins, McClure y Steere para agua artificialmente fluorada. En experimentos en animales, también Savchuk y Armstrong, Zipkin y McClure y Jackson, Tisdall, Drake y Wightman han presentado que las ratas jóvenes y en crecimiento almacenan considerablemente más flúor en los huesos y dientes que las ratas ya maduras. Una diferencia significativa fue anotada entre los niños de 1 a 3 años de edad y aquellos de 4 a 6 años de edad. El valor del flúor en niños y jóvenes fue solamente la mitad de aquellos que en el grupo mayor 0.14 ppm a 0.27 ppm, respectivamente. Así vemos en los niños jóvenes la menor concentración de flúor en la orina, y la gran concentración de flúor almacenada en el cuerpo.

En varios casos de 4 a 6 años de edad el contenido urinario de flúor se ha mantenido alto como en los adultos, las razones para este temprano equilibrio entre la orina y el agua es desconocido para nosotros, un posterior estudio del desarrollo de los dientes en conexión con el metabolismo mineral de estos niños quizá pueda ayudarnos a aclarar este problema.

RESUMEN: 133 muestras de orina de 59 niños pequeños y 34 adultos usando y bebiendo de la misma agua potable fue analizada para el flúor. Los resultados indican que los niños jóvenes almacenan una fracción considerable del flúor ingerido y que esta fracción decrece con el incremento de la edad.

REGULACIÓN RENAL DEL FLÚOR. (1,3)

Los riñones juegan un papel importante en la regulación de la homeostasis del flúor. En el fallo renal final se verifica el deterioro de la habilidad de los riñones para excretar flúor. Puesto que la regulación de la absorción intestinal no puede ser observada, y las concentraciones de flúor en sangre, tejidos, y los huesos están aumentados; los estudios metabólicos han demostrado que el balance de flúor corporal total es más positivo en pacientes con fallo renal avanzado que en sujetos con función renal normal.

Las concentraciones media de flúor en sangre estuvieron significativamente incrementadas por un factor de 2 en pacientes con daño en la función renal y por un factor de 4.5 en pacientes bajo tratamiento regular de hemodiálisis, cuando se compararon a sujetos con función renal normal. Las mediciones séricas de los pacientes fueron obtenidas inmediatamente antes y después del tratamiento presentando un incremento sérico del ión flúor por el procedimiento de hemodiálisis. La concentración del ión flúor en sangre es generalmente normal en pacientes con fallo renal temprano, pero un incremento es común en los pacientes con fallo renal crónico o final. Los niveles séricos del ión flúor fueron significadamente incrementados cuando la aclaramiento de la creatinina caía alrededor de 25 ml/min.

La excreción urinaria de flúor decrece conforme el fallo renal progresa. Una significativa caída de la excreción del flúor pudo demostrarse concomitantemente con un aumento de los niveles séricos del flúor. La aclaramiento de flúor fue significadamente menos en el grupo de pacientes que en el control. Hubo una correlación positiva entre la claración del flúor renal y el flujo urinario en sujetos sanos. No se obtuvo una relación significativa en el subgrupo heterogéneo con pacientes con mediana o severo fallo renal. El espacio fraccional del flúor aumenta a 75% del flúor filtrado por el glomérulo, fue reabsorbido por el sistema tubular renal. Los datos de los grupos de pacientes demuestran que la fracción del ión flúor

filtrado excretado incrementa con el fallo progresivo renal y que el incremento es más marcado en el fallo renal terminal.

MÉTODO: *Estudios en humanos: 23 sujetos, entre 21 y 66 años de edad fueron incluidos en este estudio. El grupo I consiste de 8 voluntarios saludables, el grupo II fue compuesto por 8 pacientes con variable grado de insuficiencia renal crónica estable de diversa etiología, y el grupo III incluye a 7 pacientes con tratamiento regular de hemodiálisis. Todos los sujetos viven en área en donde hay agua potable no fluorada (F contenido 60 Mg/litro). La principal fuente de flúor que se ingirió fueron tabletas de sal fluorificada. Las muestras de sangre fueron obtenidas por venopunción. Los especímenes de orina de 24 horas fueron colectados y el volumen registrado por peso y corregido por gravedad específica.*

DISCUSIÓN: *La homeostásis del flúor corporal depende de factores influenciados por la excreción renal. El aclaramiento clásico estudiado en el hombre, presentado los procesos de regulación de excreción de flúor, son filtración glomerular y reabsorción tubular. No hay evidencia convincente que el flúor entre al sistema tubular por secreción. Todo el Flúor en el suero es completamente infiltrable. Aunque la cantidad filtrada por el glomérulo por unidad de tiempo es determinada por la velocidad de filtración glomerular y la concentración de flúor sèrico.*

La excreción renal de flúor representa la cantidad neta de flúor no absorbida por el túbulo. En la insuficiencia renal crónica la pérdida del parenquima funcional determina la capacidad de los riñones para remover el flúor del cuerpo. La disminución de la excreción del flúor es demorada hasta que la aclaración de la creatinina cae por debajo de los 25ml/min. Una carga aumentada de filtración de los nefrones residuales predominantemente debido al aumento de los niveles sèricos del flúor y la disminución de la reabsorción de la red tubular, quizá contribuya a este fenómeno de adaptación. En la enfermedad renal avanzada, la adaptación falla

para mantener la homeostàsis del flúor y los niveles de flúor en la sangre están consecuentemente incrementados, aunque la ingesta dietética sea la misma de un sujeto normal.

En el fallo renal crónico la reabsorción tubular de flúor disminuye conforme la enfermedad progresa. En el fallo renal final la excreción fraccional del flúor alcanza aproximadamente el 100%. El conocimiento común actual considera que el sitio de la reabsorción de flúor por el sistema tubular así como el proceso implicado aún es incompleto. Basados en los datos de aclaración del mecanismo de reabsorción para iones de flúor pobremente permeable ilustra las características de difusión retrógrada pasiva. El crucial papel del volumen del fluido extra celular en la reabsorción tubular del flúor no ha sido considerado en este estudio. Varios investigadores han demostrado en el hombre que la aclaración de flúor presenta una correlación positiva al flujo de orina. En el hombre una correlación lineal entre la aclaración del ión y el flujo urinario sobre un rango de 0.2 ml/min, y cercano a los 6ml/min fue demostrada.

FLUOROSIS DENTAL

La fluorosis dental endémica es un disturbio de la formación de los dientes causado por excesiva ingestión de fluoruro durante el periodo de formación de la dentición.

La manifestación de esta forma de intoxicación de fluoruro crónica depende de la cantidad ingerida, la duración de exposición y la edad del sujeto.

Clínicamente, la fluorosis dental es caracterizada por pérdida de brillo, opacidad y parches en el esmalte los cuales pueden ser estriados, manchados o agujereados. Las áreas opacas pueden comenzar a teñirse al principio de un amarillo hasta llegar a un café obscuro. Los dientes afectados pueden mostrar una pronunciada acentuación y en caso más severos, múltiples agujeros y grandes

áreas de hipoplasia del esmalte que puede causar una morfología en el diente el cual puede terminar con la pérdida del mismo (Deam, 1954) (Murra 1976) (1,10)

Los reportes más antiguos de la condición anteriormente dicha que se caracteriza por opacidad, decoloración y desfiguración de los dientes parece ser que se remonta al año 1888 en donde era endémica cuando Kihns reporta algunos casos en ciertas áreas de México. Una condición similar fue observada en los emigrantes en la ciudad de Nápoli en Italia (Eager 1901); varios reportes de otras partes del mundo y en particular las observaciones de la tinción de café colorado por MacKay and Black (1916) y actualmente en 1931, dio un origen el descubrimiento de esta condición que fue correlacionada con el contenido de fluoruro en el agua potable (Churchill, 1931 Smith 1931).

Sobre la base de los trabajos de Mackay y Black, Deam 1934-1938 se demostró la relación entre la ocurrencia de fluorosis dental y la concentración de fluoruro en el agua potable. Sobre la base de los enunciados en estos reportes indican que los dientes con fluorosis dental no fueran más susceptibles a las caries que los dientes normales. Dean efectuó estudios epidemiológicos muy extensos en los cuales demostró la existencia de una relación inversa entre la severidad de la caries dental y el contenido de los fluoruros en el agua potable [Dean 1938,1942] . La identificación de la relación eventualmente provocó la idea del ajuste del contenido de fluoruro en las aguas potables con deficiencia del mismo. Entre 1944 y 1947 las primeras comunidades en introducir esta medida como prevención de las caries fueron las ciudades de los Estados Unidos: Grand Rapids, Newburgh, Brandford, etc.

CLASIFICACIÓN DE LA FLUOROSIS DENTAL (10)

Para comparar la severidad y la distribución de fluorosis dental en varias comunidades Dean (1964) desarrollo un índice epidemiológico en el cual los

individuos que fueron registrados de acuerdo a un rango que siguiera la siguiente escala de clasificación.

<i>Rango</i>	<i>Grado de la Lesión</i>
0	Normal
0.5	Cuestionable
1	Muy Leve
2	Leve
3	Moderada
4	Severa

Suit y colaboradores en 1953 introdujeron una clasificación que se da en tres categorías :

- 1 Manchas Opacas
- 2 Manchas de coloración Amarillo obscuro a Café
- 3 Manchas de coloración y agujeramiento de los dientes.

Esta clasificación podría sin embargo ser más útil para propósito de eliminación de factores más bien que como un estudio epidemiológico; Moller (1965) sugirió que los tres valores intermedios deberían ser introducidos en el índice de Dean para hacerlo más sensitivo; él también introdujo el término relativo de esmalte óptimo, el cual es caracterizado clínicamente por un esmalte mineralizado homogéneamente sin ningún signo visible de fluorosis dental u otras opacidades del esmalte.

Thylstrup y Fejerskou 1978 propusieron una nueva clasificación para la fluorosis dental, la clasificación incluye 10 grados designados para caracterizar el grado macroscópico de fluorosis dental en relación a cambios histológicos.

Dean clasificó la intensidad del moteado en siete grados, que van desde la normalidad, hasta la forma más extrema. Como el grado de fluorosis dental está en parte relacionado con el contenido de fluoruro del agua contaminada, conviene a este respecto tener en cuenta la influencia de las condiciones climatológicas sobre el consumo de agua y por tanto sobre la ingestión total de fluoruro.

Los criterios seguidos para la clasificación del esmalte moteado fueron los siguientes:

- 1) Normal Esmalte translúcido, liso y de aspecto brillante.
- 2) Dudoso Se observa en regiones de endemividad relativamente alta. [En ocasiones es difícil de clasificar pues no se sabe si incluirlo entre los casos de aparentemente normales o en el grupo "muy leve"]
- 3) Muy Leve Presencia de pequeñas zonas opacas y blancas como papel, diseminadas irregularmente en las superficies labial y lingual.
- 4) Leve Las zonas opacas blancas cubren por lo menos la mitad de la superficie del diente y algunas veces se observan manchas de color pardo claro.
- 5) Moderado Por lo general están afectadas todas las superficies labial y lingual. Muchas veces se encuentran manchas pardas antiestéticas.
- 6) Moderada - Picaduras muy visibles y más frecuentes, en general
mente inten- diseminadas en todas las superficies del diente. Las manchas
so pardas, cuando existen suelen tener mayor intensidad.
- 7) Intenso La pronunciada hipoplasia afecta la forma del diente. Las
manchas son grandes y su color varia desde el pardo oscuro al
negro. En ocasiones esta forma puede denominarse variedad
corrosiva del esmalte moteado.

ASPECTO MICROSCÓPICO DEL ESMALTE MOTEADO EN EL HOMBRE (15)

En 1916, Mckay y Black diferenciaron varios grados de decoloración de la superficie del esmalte en cortes triturados de dientes moteados y señalaron la ausencia de sustancia interprismática entre los prismas regulares y bien formados del esmalte, así como la presencia de una pigmentación parda en el tercio exterior de éste. Poco después, Wiliam (1923) demostró que las partes fluoróticas del esmalte son más permeables a los colorantes y al nitrato de plata que el esmalte

normal, posiblemente como consecuencia del desarrollo defectuoso del esmalte exterior. El esmalte sano presenta normalmente una fluorescencia azul brillante, mientras que las manchas pardas del esmalte moteado no son fluorescentes.

Erausquin (1934) llegó a la conclusión de que la permeabilidad de la parte externa del esmalte moteado era semejante a la del "esmalte inmaduro pre-eruptivo".

Applebaum (1936). Estudió con rayos X secciones de dientes moteados y señaló una disminución de la densidad radiológica en la parte externa del esmalte fluorótico. También observó que la transparencia del esmalte a los rayos x era directamente proporcional a la intensidad del moteado.

ESTUDIO QUÍMICO DEL ESMALTE MOTEADO (15)

Bowes y Murray (1936) señalaron que el esmalte fluorótico era más rico en proteínas que el esmalte no moteado, y este hecho fue confirmado después por Bhussry (1959) al demostrar que el contenido de nitrógeno del esmalte moteado era más elevado que el del esmalte sano.

Los resultados obtenidos por distintos investigadores hacen pensar que la concentración de fluoruro en el esmalte superficial es directamente proporcional a su concentración en el agua potable.

Varios investigadores (Gedalia y cols 1959, 1961, Gardner y cols, 1952; Ziegler, 1956) han señalado que el fluoruro ingerido durante el embarazo se acumula probablemente en el tejido placentario. Sin embargo, Ericson y su grupo (Erickson y Ullberg, 1958; Ericsson y Malmmas, 1962; Ericsson y Hammarstrom, 1964) y Dustin (1963) estiman que la placenta sólo deja pasar una cantidad limitada de fluoruro al esqueleto fetal, pues han comprobado que el fluoruro se acumula en los tejidos óseos del feto durante la calcificación intrauterina. Brezezinski, Bercovici y Gedalia (1960) observaron que, cuando las embarazadas ingieren fluoruro (0,55 ppm) con el agua, se produce un aumento del contenido de éste en el fémur del feto a medida que aumente la edad. Según Gedalia y cols.

(1964), el fluoruro se incorpora a los dientes en calcificación del feto, pero la acumulación es notablemente menor que en el fémur. Aparentemente, el CaF_2 es más tóxico para los fetos que el NaF .

Los estudios epidemiológicos han puesto de manifiesto la relación entre la presencia de fluoruros en el agua a la concentración de 1 ppm y el desarrollo de una inmunidad apreciable a la caries dental. Sin embargo, las concentraciones tóxicas del fluoruro en el agua potable actúan sobre la estructura del órgano del esmalte durante su formación dando lugar a una hipoplasia endémica denominada "Esmalte Moteado". Aunque parece existir una relación entre la cantidad de fluoruro ingerida y la manifestación clínica de la fluorosis dental, numerosos factores pueden ser causa de grandes variaciones individuales.

El aspecto microscópico del esmalte moteado humano depende de la intensidad de la lesión hipoplásica. En la fluorosis dental ligera moderada se mantiene la continuidad de la superficie del esmalte, mientras que en las formas graves se rompe a causa de la picaduras. En el tercio externo del esmalte moteado se observa una pigmentación y una disminución de la densidad que sugiere una hipocalcificación. Estas zonas son menos solubles en ácidos, tienen una permeabilidad mayor para los colorantes. Cada uno de ellos se ha basado en el principio de que cualquier condición una vez definida debe depender no sólo de definición sino también de presumir la naturaleza epidemiológica de la misma.

LA FLUOROSIS ES UN PROBLEMA DE ORIGEN DE DESARROLLO (6)

Habiendo un grado de correspondencia en el grado de severidad bilateral entre los dientes homólogos. Sin embargo dientes no homólogos de dentición no son afectados de fluorosis dental en el mismo grado. Los dientes usualmente más afectados son los que se mineralizan más tarde principalmente los premolares, segundas molares, incisivos superiores y caninos, mientras que las primeras molares y los incisivos inferiores son afectados de último, no así los casos severos

en donde todos los dientes son afectados con el mismo grado de mostrado por Moller 1965. La secuencia de la severidad de la fluorosis dental en la dentición de los individuos podría estar relacionada con la baja exposición de fluoruro en la infancia temprana recibiendo una limitada ingesta de agua o a una alta ingesta de leche o a la cantidad accesible de fluoruro que pudieron ser absorbidos primariamente por el esqueleto. La diferencia de severidad dividida a la fluorosis de los incisivos superiores e inferiores ha sido explicada sobre la base de diferente grosor del esmalte.

Como la fluorosis dental puede ser concebida como un cierre insuficiente de los espacios intercristalinos el proceso responsable para la remoción de agua y material inorgánico es de interés particular para el punto de vista patogénico. Una remoción pasiva de estos elementos, mediada a través del crecimiento de cristales ha sugerido en recientes estudios que hay un proceso celular más específico, que debería ser considerado. Thylstrup 1979.

EL EFECTO DEL FLUORURO SOBRE LA FORMACIÓN DEL ESMALTE

Puede seguir varias vías patogénicas posibles. (Fejerskay et al 1977) (15)

EFECTO SOBRE EL AMELOBLASTO

Fase secretoria

Disminución en la producción de la matriz

Cambio en la composición en la matriz

Cambio en el mecanismo de iones de transporte

Sin embargo sea cual sea la razón del punto de vista de todos los examinadores es más alto el porcentaje del esmalte mineralizado homogéneamente en áreas de fluoruro óptimo comparado con las áreas en las cuales es bajo el nivel de fluoruro en la concentración del agua potable.

HISTOPATOLOGÍA DEL DIENTE CON FLUOROSIS DENTAL (15)

Desde los trabajos tempranos de McKay y Black 1916, pasado el de Williams 1923 un limitado número de trabajos han sido publicados acerca del cuadro del esmalte fluorado histopatológicamente. Los estudios a través de microscopio de luz polarizada del esmalte fluorosado han sido publicados por Darling y Brooks. En la mayoría de estos estudios el esmalte de los dientes con fluorosis han sido descritos como hipomineralizados con una forma de prisma irregular y en el cual las arcadas en la unión dentina esmalte han sido más pronunciadas que en los dientes molares. En un estudio efectuado por Fejeskoy 1975, confirmó que la fluorosis dental comprende una área de hipomineralización difusa o porosidad más pronunciada en el Tercio externo del esmalte. En los casos más severos el esmalte moteado podría exhibir un poro con un volumen de un 10% y en casos extremos aun arriba de 25%. En las áreas mostradas en estos estudios se pueden observar los grados mayores de porosidad; se encuentran colocados interprismáticamente y a lo largo de extracción. Aún en los casos más severos de fluorosis dental la orientación de los prismas se ha visto que es normal y regular esto podría indicar que los ameloblastos son capaces de disminuir la matriz normal de esmalte pero el proceso de maduración se encuentra afectado por unas grandes y altas concentraciones de flúor. Aún cuando la apariencia clínica de la fluorosis dental normalmente sigue en ancho distintivo la distribución a través de la dentición aun para el odontólogo más experimentado representa una dificultad severa para hacer un diagnóstico diferencial de una lesión de caries inicial como amelogenosis imperfecta y una opacidad del esmalte de origen no fluorotico.

Los autores han hallado la relación inversa entre la ocurrencia de fluorosis dental y la opacidad localizada del esmalte. Concluyeron que la prevalencia de la opacidad del esmalte en una comunidad a la cual se le proporciona agua fluorada cerca de los niveles óptimos de aproximadamente una 1 ppm es más pequeña que

las observadas en las comunidades que no tienen fluoruro. En un estudio posterior por Jacson 1975 concluyó que la etiología de la clase del manchado observado en Inglaterra, muchas otras comunidades que no contenían fluoruro eran independientes de la ingestión del mismo. El fluoruro puede inducir el manchado del esmalte pero no todos los casos de manchado del esmalte son necesariamente causados por fluoruro.

A priori uno podría esperar que la prevalencia de las opacidades del esmalte localizado podrían ser las mismas en las áreas con fluoruro y sin fluoruro o con bajo contenido de fluoruro en lo cual ha sugerido que la razón de estas opacidades podrían ser observadas en áreas con óptimos niveles de fluoruro pero hasta el momento no se ha determinado la ocurrencia en los estados tempranos de fluorosis dental.

TRATAMIENTO Y PREVENCIÓN DE LA FLUOROSIS DENTAL

Tratamiento:

El tratamiento de la fluorosis dental no es posible pero diferentes medidas para la apariencia cosmética de los dientes fluorosado han sido sugeridas y son:

1. Pulimiento
2. Tinción con ácido hidrociorhídrico
3. Tinción con peróxido de hidrógeno
4. Tinción con resina
5. Coronas artificiales

Sin embargo los 3 primeros métodos son definitivamente no recomendados.

PREVENCIÓN

Los efectos tóxicos de elevados niveles de fluoruro en la formación de los dientes no puede ser eliminado por la alteración en los dientes afectados. Sin embargo en la población con dietas no adecuadas con prevalencia y severidad de fluorosis dental probablemente puede ser reducida por su condición nutricional general.

(13)

La identificación de fuentes alternas de agua con niveles sub-óptimos de fluoruro es una medida preventiva en las áreas donde la fluorosis es endémica, además es posible que el fluoruro pueda ser removido del agua potable; si la concentración de fluoruro excede del doble del nivel óptimo para el área en cuestión. (7)

Se ha postulado que los cambios significativos en los esquemas de alimentación e ingestión de bebidas que han sido procesados en comunidades afectadas por fluorosis, pueden ser constantes de un cambio en la prevalencia y la severidad de la misma. (10)

VIABILIDAD DE LA DEFLUORURACIÓN PARCIAL

La indeseable desfiguración que va asociada con la fluorosis y el costo creciente del cuidado dental así como la severidad de la fluorosis estaba directamente relacionada con la concentración de fluoruro del agua consumida durante el período de calcificación de la dentadura permanente. Los niños que estaban expuestos continuamente al consumo de agua con un contenido alrededor de 5 mg por litro o más de fluoruro, sufrían invariablemente de esmalte moteado en la dentadura permanente; muchos de ellos tienen graves defectos de calcificación que debilitan el esmalte y producen la pérdida eventual de los dientes por desgaste.

Aunque los métodos para eliminar el exceso de fluoruro del agua se hicieron públicos poco después de que se descubrió la causa de la fluorosis, poco o ningún progreso se logró en la reducción de la incidencia de la fluorosis, mediante estos métodos. Esta falta de aceptación de las medidas de que se disponía para evitar la fluorosis, se debe probablemente al costo excesivo de las plantas de tratamiento, a los costos de operación de tales plantas y a la complejidad de los procedimientos de operación. (7,13)

Se cuenta con tres métodos de defluoración, que pueden ponerse en práctica bajo diferentes condiciones de la calidad del agua cruda y disponibilidad de compuestos químicos para su tratamiento. Estos involucran del uso de alúmina

activada, carbón animal o compuestos de magnesio. Los dos primeros métodos emplean medios insolubles y granulados que eliminan los fluoruros conforme el agua se infiltra a través de ellos.

El medio filtrante se regenera periódicamente mediante un tratamiento químico, cuando se satura con el fluoruro eliminado del agua. En el tercer método, los fluoruros se suprimen junto con el magnesio que puede agregarse en la forma de cal. Tanto los fluoruros como el magnesio se eliminan subsecuentemente, mediante el uso de tanques de sedimentación y se desechan después.

La alúmina se utiliza en tamaños de malla entre 28 y 48 micras. Cuando la alúmina se satura de fluoruro debe regenerarse. La regeneración de la alúmina activada consiste en varias etapas diseñadas para suprimir, mediante retrolavados, los sólidos acumulados que se han retenido del agua; para quitar (mediante la solución débil cáustica) los fluoruros que fueron absorbidos por el medio y neutralizar el residuo cáustico con enjuagues de un ácido débil y agua.

El carbón animal es de malla 30 a 50 micras normalmente se utiliza en las refineries de azúcar, para decolorar sus jarabes. Cuando el carbón se satura de fluoruro debe regenerarse. Esto se hace con retrolavados para quitar la arena acumulada y después se bombea a través del medio, una solución de sosa cáustica, debe eliminarse el exceso de ésta que queda en el carbón animal. Esto se logra lavando primariamente el lecho de agua cruda, hasta que los lavados subsecuentes tengan muy poco cáustico y luego se trata con una solución débil de dióxido de carbono (de hielo seco licuado) a través de agua cruda, conforme pasa por una serie de difusores que están entre ese punto y el tanque de contacto.

La eliminación del exceso de fluoruro de los abastecimientos de agua de una comunidad, para evitar la desfiguración de los dientes, pérdida de piezas dentarias e incremento del costo del cuidado dental, es buena medida de salud pública. La mejor salud de las personas que utilizan este tipo de agua, parece justificar la

defluoruración de preferencia a otros procesos comunes de tratamiento del agua.
(13)

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FILTRACIÓN

La filtración es definida como el proceso por medio del cual se separan del agua las impurezas suspendidas, haciéndola pasar a través de una capa de material poroso llamada filtro. En la filtración ocurren cuatro procesos a saber:

ACCIÓN MECÁNICA DE COLADO: *Esta ocurre casi completamente en la superficie del filtro, realizándose en un principio la retención de partículas más grandes que los poros de la arena, formándose una capa llamada Schmutzdecke que el agua debe atravesar antes de llegar al medio filtrante propiamente dicho. La formación de esta capa constituye lo que se llama "Curado" o "Madurado" del filtro y el cual se sabe mejora su eficiencia.*

SEDIMENTACIÓN: *Esta ocurre por el depósito de las partículas suspendidas en la superficie superior de la cama filtrante y también ayuda a la formación del Schmutzdecke.*

FLOCULACIÓN: *El paso del agua por los canalitos del filtro estimula la floculación; conforme los flóculos aumentan de tamaño van siendo retenidos en los poros, pero a medida que el tiempo transcurre, los pequeños conductos reducen su sección incrementándose las velocidades en los poros con el consiguiente aumento de las fuerzas de corte. Cuando esas fuerzas de corte son lo suficientemente grandes, el porcentaje de adherencia de las partículas retenidas en los poros es decrementado y por tanto la materia suspendida es introducida más adentro del filtro.*

ACTIVIDAD BIOLÓGICA: *La actividad biológica se realiza en vista de la formación del Schmutzdecke y, de sustancias gelatinosas pegajosas en la superficie de los granos debida a la acción de la actividad bacteriana. En los filtros lentos especialmente tiene una función muy útil y es por medio de ella que se logra la remoción de partículas coloidales, bacterias y otros microorganismos. Si la actividad biológica es muy intensa pueden llegar a producirse condiciones sépticas anaeròbicas con el consiguiente desprendimiento de malos olores.*

La acción filtrante de un lecho arenoso no es debida solamente a la acción retentiva que puede realizar un colador muy fino, sino que pueden removerse además partículas y microorganismos más pequeños que las constricciones de los poros.

CARACTERÍSTICAS DE LOS FILTROS.

Los filtros de piedra utilizados para potabilizar el agua constituyen un método aceptable en la remoción de características indeseables del agua, como por ejemplo proporcionan un agua filtrada que llena los valores de calidad física recomendados por las Normas Internacionales para el Agua Potable. En la remoción de bacterias, los filtros no llenan los valores recomendados; sin embargo los resultados pueden considerarse satisfactorios y apropiados para que el agua pueda beberse.

1) Todos los filtros deben lavarse lo más correctamente posible previo a ponerse en funcionamiento. El lavado deberá hacerse con agua limpia, raspando con un cepillo de raíz suave o similar, sin usar jabón o detergente para evitar que éste se introduzca en el filtro y pueda agregar el agua filtrada, sabor, olor, y turbiedad.

2) Si la captación del agua filtrada se piensa realizar con auxilio de un recipiente de barro; no deberá utilizarse curado del recipiente con sustancias vegetales pues afecta grandemente la calidad física y bacteriológica del agua filtrada. Preferentemente se debe utilizar cal viva, dejando secar 24 horas como mínimo para que se impermeabilice bien.

3) El recipiente que se emplee para la captación del agua filtrada deberá lavarse muy bien desde el primer día de puesto en uso y lo más frecuente que sea posible.

4) Mientras se estén captando volúmenes filtrados suficientes se aconseja no realizar limpieza del filtro, pues mientras más días dure operando de esa manera, mejor será la calidad del agua filtrada.

Monografía del Municipio San José La Arada.

El municipio San José La Arada departamento de Chiquimula, limita al Norte con el municipio de Chiquimula, al sur con el municipio de Ipala; al Oriente con el municipio de San Jacinto; al Occidente con los municipios de San Diego y San Luis Jilotepeque.

La altura de la cabecera del municipio, San José La Arada es de 434 metros sobre el nivel del mar. Latitud 14° 43' 18". longitud 94° 41' 10"

La extensión territorial del municipio es de 160 Kilómetros cuadrados, tiene 1 pueblo, 16 aldeas, 28 caseríos, 3 parajes, 1 sitio arqueológico, 25 fincas, y éstas son:

Pueblo San José La Arada, Cabecera del municipio.

Aldeas

La Torera	Santa Rosa
Cerro de Cal	Los Cimientos
El Rincón	Saspan
Guacamayas	Tierra Colorada
Tobar	Tashan
Tontol	Plan Redondo

1 Sitio Arqueológico. Tierra Colorada.

La población del municipio, estimada es de 6.714 habitantes.

La distancia de la cabecera del municipio, San José La Arada, a la cabecera departamental es de 11 Km.

La Fiesta titular se celebra del 17 al 20 de Marzo

Monografía del Municipio de Los Amates

El municipio de los Amates, departamento de Izabal, limita al norte con los municipios de Morales y Livingston; al sur con el municipio de Morales y la República de Honduras; al oriente con el municipio de Gualán y el Estor.

La altura de la cabecera del municipio es de 75 mts. sobre el nivel del mar.

La extensión territorial del municipio es de 1,615 kilómetros cuadrados , tiene un pueblo y nueve aldeas, 58 caseríos, 14 parajes, 1 parcelamiento agrario, tres microparcelamientos agrarios, 4 lotificaciones agrarias, 1 comunidad agraria, 1 patrimonio agrario familiar mixto, 2 sitios arqueológicos, 1 hacienda, 1 granja, 2 labores y 44 fincas. éstas son:

Pueblo de Los Amates, Cabecera del municipio.

Aldeas:

*Boca Ancha, Izabal, Santa Rosa,
Chapulco, Juan de Paz, El Rico.*

Sitios Arqueológicos: Quiriguá, El Pilar y Chapulco.

Fincas:

*Los Frayoles, Aztec, Patzún,
La Palomilla, Santa Izabel, Chapulquito,
Yaquí, Chikasaw, Vega Grande,
La Nueva , Campamento Dos, Nuevo Capulco,
El Quequexque, Monte Carlo, San Carlos,
Minas de Jubuco, Juma, El Morro,
Carolina, Campos, Choctaw,
Los Pajaritos, Calpules, La Marina,
Jubuco, Las Sierras, Manaco,
Guapinol, Cherokee, Alsacia y Lorena,
Marisco Guapinol, Distrito Motagua, San Antonio El Manacal,
Nacional Los Limones, San Jorge El Manacal, Campamento tres,
Campos Nuevos, Creeck, Las Victorias,
Beatriz, Los volcancitos, Silay.*

La población del municipio, estimada es de: 74,447

La distancia de la cabecera del municipio Los Amates a la Cabecera departamental es de 51 kilómetros La Fiesta Titular se celebra del 1 al 5 de mayo.

HIPÓTESIS

H1: Con el uso de Filtros de Piedra Pómez se logra la Defluoración Parcial del agua de bebida en las Fincas Bananeras de Yaqui, El Pilar, Creeck, Yuma, Choctaw, en el Municipio de Los Amates, Departamento de Izabal y el Municipio de San José La Arada Departamento de Chiquimula.

VARIABLES

Variable Independiente:

Filtrado del agua de bebida utilizada en las poblaciones del estudio.

Variable Dependiente:

Defluoración Parcial del agua de bebida como consecuencia de la pérdida del ión flúor en el proceso de filtrado.

Definición de Variables:

Independiente:

Filtrado de agua de bebida: Procedimiento que separa del agua las impurezas suspendidas en él haciéndola pasar a través de una capa de material poroso llamado Filtro.

Dependiente:

Defluoración Parcial: Reducción del ión flúor contenido en el agua de bebida en concentraciones no recomendadas para el consumo humano debido a la acción mecánica de colado, sedimentación y floculación del proceso de filtrado

INDICADORES DE LAS VARIABLES

Variable Independiente:

“Filtrado del agua de bebida utilizada en las poblaciones de estudio”

Se tomará una muestra directamente de la fuente de obtención de agua en un recipiente plástico de cada población y se le efectuarán pruebas de laboratorio para determinar la concentración de Flúor de la misma.

Variable Dependiente:

“Defluoración Parcial del agua de bebida como consecuencia de la pérdida del ión en el proceso de filtrado.”

Se tomarán muestras con intervalos de 7 y 30 días del recipiente que contiene el agua ya filtrada procedente del Filtro, misma que se recolectará en un recipiente plástico de cada población para determinar la concentración de flúor de las mismas.

METODOLOGÍA

Descripción de la Muestra:

Para efectuar el estudio se escogieron aleatoriamente 5 viviendas de cada una de las poblaciones en estudio, siendo un total de 30 las viviendas seleccionadas entre las 6 poblaciones.

Criterios de Inclusión:

Viviendas que forman parte de las poblaciones estudiadas.

Viviendas que obtienen el agua de una fuente común que abastezca a cada comunidad.

Criterios de exclusión:

Viviendas que no forman parte de las poblaciones estudiadas.

Viviendas que obtienen el agua de otra fuente que no sea la que distribuye a la población.

Tipo de Estudio:

Se efectuó un estudio experimental en el cual se determinó la eficiencia de los Filtros de Piedra Pómez para la Defluoración Parcial en el agua de bebida de las poblaciones a estudiar.

Técnica y Procedimiento:

1.- Se procedió a obtener 40 filtros de piedra pómez, los cuales son vendidos y elaborados manualmente en la aldea Songotongo del municipio de San Luis Jilotepeque, Jalapa.

2.- Se elaboraron sostenes de varilla de hierro y alambre galvanizado para colocar los filtros de piedra pómez en las viviendas seleccionadas.

3.- Previa a la selección de las viviendas y colocación de los Filtros en las mismas se tomó una muestra de agua la que se colocó en un recipiente plástico para efectuarle pruebas de laboratorio que conlleven a la determinación de la concentración de flúor.

4.- Se procedió a visitar las viviendas seleccionadas para pedir la autorización para la colocación del Filtro en las cocinas de las mismas, así como las instrucciones del uso y mantenimiento del mismo. Las cuales son:

- a. Humedecer el filtro previo a agregarle agua para filtrar.
- b. Vertir agua hasta la mitad del filtro el primer día de uso, dejar que se inicie el proceso de filtración y tapar la abertura del filtro con un utensilio que evite la entrada de partículas extrañas.
- c. El utensilio que sirve como recipiente del agua filtrada debe estar limpio y ser susceptible de ser lavado frecuentemente. Si el utensilio fuese de barro debe ser impermeabilizado (Curado) mediante la aplicación de una capa de cal. Debe colocarse un trozo de tela debidamente asegurado en la embocadura del utensilio.

d. Llenar por completo la capacidad del filtro el segundo día.

5.- Transcurridos 7 y 30 días se visitaran nuevamente las viviendas respectivamente en las fechas indicadas para evaluar el manejo y obtener muestras del agua filtrada por los Filtros para llevarla en recipientes plásticos para la determinación de la concentración de flúor mediante pruebas de laboratorio.

6.- Para efectuar los incisos 4 y 5 se elaboró una ficha para la recolección de datos así como llevar el control de las viviendas que poseen los Filtros. (Ver ficha de recolección de datos).

7. - Recopilar los datos para obtener resultados que determinaran la validez o significación estadística del estudio por el método de chi 2 entre la muestra #1 y #2.

RECURSOS:

Humanos: El estudio se efectuó con la participación de los Odontólogos Practicantes sustentantes de la Facultad de Odontología de la U.S.A.C. los que efectuarán el Trabajo de Campo en las poblaciones a estudiadas.

Materiales:

DESCRIPCION	COSTO u.	TOTAL
40 Filtros de Piedra Pómez	Q 35.00	Q 1,400.00
4 viajes a las poblaciones en estudio	Q 300.00	Q 1,200.00
Reproducción de 40 fichas	Q 0.30	Q 12.00
Reproducción de 40 instructivos	Q 1.20	Q 48.00
40 Recipientes plásticos	Q 5.00	Q 200.00
40 Sostenedores de alambre	Q 8.00	Q 320.00
Total.....		Q. 3,180.00

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

FICHA PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS FILTROS DE PIEDRA PÓMEZ PARA LA DEFLUORACIÓN PARCIAL DEL AGUA DE BEBIDA.

LOCALIDAD: _____

NOMBRE DEL RESPONSABLE: _____

NUMERO DE FILTRO: _____

FECHA DE COLOCACIÓN. _____

MUESTRA	FECHA	[K] DE FLÚOR
#1		
#2		
#3		

INSTRUCTIVO DE RECOPIACIÓN DE DATOS.

- 1o. Se anotó el nombre de la localidad a la cual pertenece la vivienda seleccionada.
- 2o. Se anotó el nombre de la persona responsable del cuidado del filtro en dicha vivienda.
- 3r. Se anotó el numero del filtro, éste se obtendrá del resultado de la aplicación de la tabla de números aleatorios adjudicándose el número 1 a la primera vivienda selecciona y así sucesivamente.
- 4to. Se anotó la fecha de la colocación del filtro.
- 5to. Se anotó la fecha de obtención de la muestra de la fuente de abastecimiento de agua, y la cuantificación de flúor de la misma.
- 6to. Se anotó la fecha de obtención de la muestra de agua filtrada obtenida a los siete días posterior a la colocación del filtro y la concentración de flúor obtenida.
- 7o. Se anotó la fecha de obtención del agua filtrada obtenida a los 30 días posterior a la colocación del filtro y la concentración de flúor obtenida.

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
50
Biblioteca Central

CUADRO 1: ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL FILTRO DE PIEDRA PÓMEZ.

PROCEDENCIA: Songotongo, San Luis Jilotepeque, Jalapa.

TIPO DE MUESTRA: Roca Compacta.

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA: Roca compacta de color Blanca, se observan pequeños granos de color gris dentro de una matriz pulverulenta porosa de color blanco-crema.

OBSERVACIONES: No reacciona al contacto con HCL (10%). Se clasifica dentro de la descripción de una Ignimbrita (toba porosa).

CUADRO 2: EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL FILTRO DE PIEDRA.

PARÁMETRO	PORCENTAJE
CALCIO	< 0.01
MAGNESIO	4.4
ALUMINIO	2.2
SÍLICE (SiO₂)	79.2
HIERRO	1.9
CARBONATOS	< 0.01
SULFATOS	< 0.01

Fuente: Datos proporcionados por el Centro de Investigaciones de Ingeniería.
Universidad de San Carlos de Guatemala.
Dirección General de Obras Publicas - Municipalidad de Guatemala.
Orden de Trabajo No. 7342

Informe de Laboratorio No. 062

CUADRO 3.

No. Lab. Identificación.	Recuento aeróbico Total UFC/ml	Coliformes Totales NMO/100 ml.	E. Coli	Cloro Residual mg/L
1 Fincas Bananeras	11,200	9.1	Negativo	N. C.
2 San José La Arada	25,200	240	Positivo	N. C.
Limites Permisibles COGUANOR NGO 29001	Hasta 500 UFC/ml	Hasta 2 NMP/100 ml	NEGATIVO	0.3 a 1.0 mg/L

NOTA: Muestras captadas por el personal de LABIND / EL RAT Y LOS CALIFORMRS TOTALES DE AMBAS MUESTRAS; E COLI DE LA MUESTRA No.2 NO CUMPLEN CON LA NORMA ESTABLECIDA. ADEMÁS A LA MUESTRA 2 SE ENCONTRO KLEBSIELLA SP. POSITIVA. TOMAR NOTA, MUESTRAS ANALIZADAS ANTES DE FILTRADO.

FUENTE: Laboratorio Biológico Industrial
LABIND 15 calle "A" 14-40, Zona 10
Tel. 3634370 FAX. 364367

CUADRO 4.

No. Lab. Identificación.	Recuento aeróbico Total UFC/ml	Coliformes Totales NMO/100 ml.	E. Coli	Cloro Residual mg/L
1 Fincas Bananeras	8,400	6.0	Negativo	N. C.
2 San José La Arada	20,150	100	Negativo	N. C.
Limites Permisibles COGUANOR NGO 29001	Hasta 500 UFC/ml	Hasta 2 NMP/100 ml	NEGATIVO	0.3 a 1.0 mg/L

NOTA: Muestras captadas por el personal de LABIND / EL RAT Y LOS CALIFORMRS TOTALES DE AMBAS MUESTRAS; E COLI DE LA MUESTRA No.2 NO CUMPLEN CON LA NORMA ESTABLECIDA. ADEMÁS A LA MUESTRA 2 SE ENCONTRO KLEBSIELLA SP. POSITIVA. TOMAR NOTA, MUESTRAS ANALIZADAS ANTES DE FILTRADO.

FUENTE: Laboratorio Biológico Industrial
LABIND 15 calle "A" 14-40, Zona 10
Tel. 3634370 FAX. 364367

UFC= Unidades Formadoras de Colonia NMP=Números Más Probable ml=Mililitro

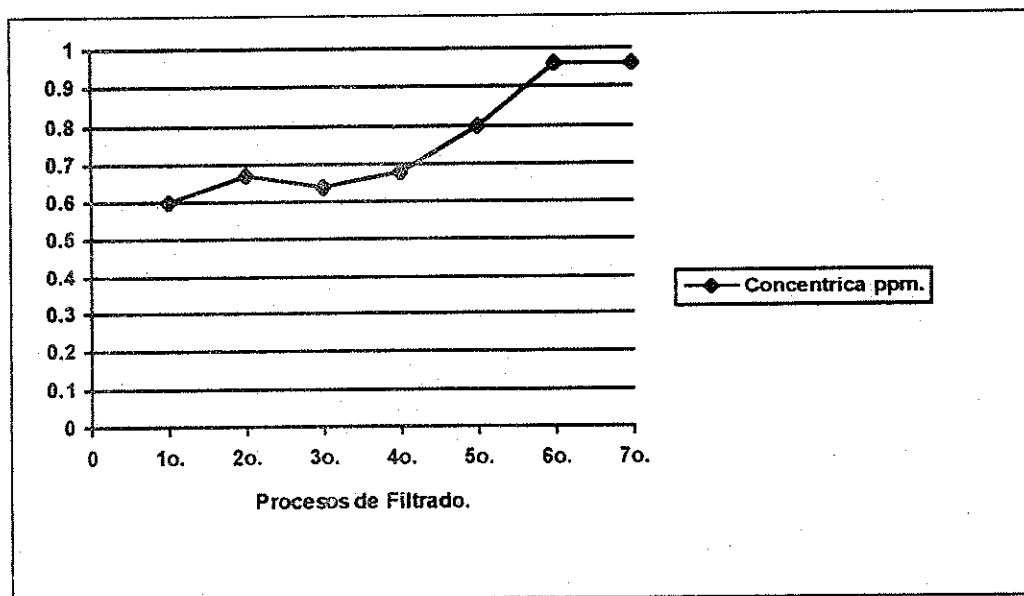
CUADRO 5.
ANALISIS: CONCENTRACION DE FLUOR.

No. Muestra	ORIGEN	Concentración de Fluor.
1	Finca Creek	4.37
2	Finca Choctaw	3.20
3	Finca Yuma	2.35
4	Finca El Pilar	2.74
5	Finca Yaqui	3.16
6	Finca San José La Arada	2.31

LABIND
Laboratorio Biologico Industrial.
15 Calle "A" 14-40, Zona 10

GRÁFICA 1:

CURVA DE DEFLUORACIÓN DE UNA SOLUCIÓN INICIAL DE 5 ppm. SOMETIDA A 6 PROCESOS DE FILTRADO CON UN FILTRO DE PIEDRA PÓMEZ.



La solución original de 4 ppm. fue sometida al proceso de filtrado la cual transcurridas 24 hrs. se redujo a 0.60 ppm. La segunda muestra obtenida 48 hrs. a 0.67 ppm. La tercera muestra obtenida a las 72 hrs. disminuyo a 0.64 ppm. La cuarta muestra obtenida a las 96 hrs. dio una concentracion de 0.68 ppm. La quinta muestra obtenida a las 120 hrs. dio una concentracion de 0.80 ppm. La sexta muestra obtenida a las 144 hrs. dio una concentracion de 0.96 ppm. Las muestras obtenidas en horas posteriores indicaron que la concentración se mantenía a 0.96 ppm.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Analizando los resultados obtenidos en el estudio de los filtros de Piedra Pómez y de acuerdo con la metodología y procedimientos previamente señalados se muestra que:

Durante seis días de funcionamiento el filtro es capaz de defluorar en un 76% una solución determinada lo que contribuye a la solución del problema de Fluorosis Dental en las poblaciones estudiadas.

Se pudo comprobar mediante las visitas a las poblaciones que el uso de filtros de piedra pómez en escuelas y viviendas de la población estudiadas así como su uso y mantenimiento es de fácil manipulación.

El estudio del agua filtrada determino que en un periodo de 7 días el filtro es capaz de reducir una concentración de 4 ppm. a 0.96 ppm. misma concentración que se mantiene el mes de uso.

La instrucción que la población recibió sobre el uso de filtros de piedra pómez es satisfactoria en un 76.66 % de los 30 filtros colocados, ya que llenan las observaciones indicadas cuando fueron colocados lo que refleja el interés de la misma para el programa.

CONCLUSIONES.

1. *Con respecto a la contribución de la solución del problema de Fluorosis Dental en las poblaciones estudiadas se determino que el uso de filtros de piedra pómez es una medida eficaz para la defluoración parcial del agua de bebida.*
2. *Con respecto al Programa de Defluoración parcial del agua se comprobó que el uso de Filtros de Piedra Pómez es aceptado así como su uso y mantenimiento por la población estudiada.*
3. *Con respecto al análisis periódico del agua se determino que en un periodo de 7 días el Filtro de Piedra Pómez es capaz de reducir una concentración supraóptima de ion flúor a una concentración con niveles no tóxicos, misma acción que se mantiene transcurridos 30 días.*
4. *Con respecto a la instrucciones que la población recibió sobre el uso de Filtros de Piedra Pómez para mejorar su salud se constató que los pobladores están conscientes del efecto del agua y manifiestan aceptación ya que además de la disminución del ion flúor el filtro mejora la calidad del agua para ser consumida en especial por la población infantil y de mujeres embarazadas.*

RECOMENDACIONES.

Debido a la eficacia de los filtros de piedra pómez en la defluoraciones del agua de bebida se recomienda que:

1. Se apoyen programas que tengan una cobertura mayor en las poblaciones estudiadas y circunvecinas.

2. Se continúe la investigación de este tipo de filtro para determinar el tiempo de saturación del filtro por el ión flúor.

3. Se investigue otro tipo de filtro que contenga piedra pómez o similar para que se mejore su tiempo y volúmenes de filtrado así como su economía.

4. Debido a insuficiencia del filtro de piedra pómez para la actividad bacteriológica se recomienda que:

Se apliquen 3 gotas de cloro por cada recipiente lleno.

5. Se acuda a las oficinas de COBIGUA para el aval necesario en estudios posteriores.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.

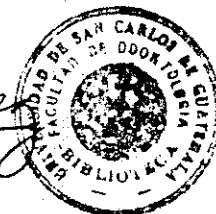
- 1) Adler, P. Flouride and dental health. In: *Florides and human health.* Edited by P. Adler. Geneva, W.H.O., 1970. pp. 323 - 350.
- 2) Borgarelo, L. T. de. Flúor. Rev Fac U.N.C. 2(1):63-106, 1970.
- 3) Bhussy, B., V. Demole, H. Hodge, S. S. Jolly, A. Sihg and D. Taves. Toxic effects of larger doses of fluoride. In: *fluorides and human health.* Edited by P. Adler, Geneve, W.H.O., 1979. pp. 225 - 266.
- 4) Dean T. Geographical distribution of endemic dental fluorides. (motted emanel). In: *Fluoride and dentral health.* Ed. by Forest Ray Moulton Washington, 1,992. pp. 201 - 209. (Am-Assoc. Adv. Sci. Publ. No. 14)
- 5) González, A., M. R. Sánchez y E. Sánchez. Concentración de floururo en el agua de bebida de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, Departamento de Educación. 1988. 70p.
- 6) Ishii, T. and G. Suckling. The appearance of tooth enamel in children ingesting water with a high fluoride content for a limited period during early tooth development. J Dent Res 65 (7): 974-977, July 1,986.
- 7) Maier, F. Fluoración del agua potable. Traducido por: Hortencia C. Rodriguez. México, Editorial Manual Moderno, 1971. pp. 288 - 331.
- 8) Manji, F. B. and O. Tejesshov. Dental fluorosis in an area of Kenya with 2 ppm. fluoride in the drinking water. J Dent Rev 65 (5): 659 - 662, May 1986.
- 9) Mejía Galdámez, M. L. Prevalencia de fluorosis dental en el municipio de los Amates Izabal. Tésis (Cirujano Dentista) Guatemala. Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1986. 51p.
- 10) O. M. S. Fluoruros y salud. Washington, O. M. S., 1976 pp. 172 - 379.
- 11) Quiñónez Alemán, E. E. Concentración de floruros naturales en el agua de consumo humano del departamento de Izabal. Tésis (Cirujano Dentista) Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1985. 132 p.



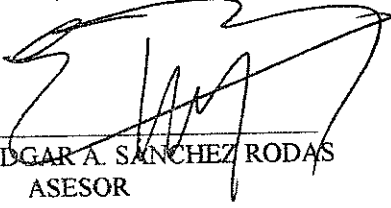
- 12) Sengh, A. and S. Jolly. Cronic toxic effects on the skeletal system. In: Fluoride and human health. Ed. by P. Adler . Geneva, W. H. O., 1970. pp. 238 - 349.
- 13) Solís Zabala, L. M. Alternativas factibles de defluoruración parcial de agua de consumo humano en las fincas bananeras Yaqui, El Pilar, Creek Yyuma y Choctaw en el municipio de Los Amates Izabal. Tesis (Cirujano Dentista) Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1990. 57p.
- 14) Tabarini de Abreu, Floruros naturales en el agua de consumo doméstico. Guatemala. Universidad de San Carlos, Escuela de Ingeniería, 1975. 66p.
- 15) Triller, M. Structural and histockemical observation of enamel matrix. *J Dent Res* 58 (B. special) (8): 1028-1029, May 1, 1979.
- 16) Wenzel A., A. Thykhutp, B. Mensel and O. Fejnskov. The relationship between water-bornes, fluoride dental, fluorosis and skeletal development in 11 - 15 years old tanzmanian girls. *Arch Oral Biol* 27(12): 1007-1011, 1982.

Vo. Bo.

[Handwritten signature]
31-1-96




BR. SERGIO ESTUARDO JUAREZ PAIZ


DR. EDGAR A. SANCHEZ RODAS
ASESOR


DR. MIGUEL ARRIAGA FRANCO
COMISIÓN DE TESIS


DR. DENIS TYRONE CHEW GONZÁLEZ
COMISIÓN DE TESIS



IMPRIMASE


DR. CARLOS ALVARADO CEREZO
SECRETARIO.



PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central