

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE ION
FLUOR EN EL AGUA DE CONSUMO HUMANO DE LA
REGIÓN METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE
GUATEMALA, PARA RECOMENDAR O NO LA
ADMINISTRACIÓN COMPLEMENTARIA DE FLÚOR.**

TESIS PRESENTADA POR:

SILVIA VIRGINIA MARROQUIN ARCHILA

**Ante el tribunal de la Facultad de Odontología de la
Universidad de San Carlos de Guatemala, que practicó el
Examen General Público, previo a optar al título de**

CIRUJANA DENTISTA

GUATEMALA, ABRIL DE 2002

DL
09
T(1601)

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

DECANO:	Dr. Carlos Alvarado Cerezo
VOCAL PRIMERO:	Dr. Manuel Miranda Ramírez
VOCAL SEGUNDO:	Dr. Alejandro Ruiz Ordóñez
VOCAL TERCERO:	Dr. César Mendizábal Girón
VOCAL CUARTO:	Br. Edgar Areano Berganza
VOCAL QUINTO:	Br. Sergio Pinzón Cáceres
SECRETARIO:	Dr. Otto Raúl Torres Bolaños

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PUBLICO

DECANO:	Dr. Carlos Alvarado Cerezo
VOCAL PRIMERO:	Dr. César Mendizábal Girón
VOCAL SEGUNDO:	Dra. Lucrecia Chinchilla de Ralón
VOCAL TERCERO:	Dr. Estuardo Vaides Guzmán
SECRETARIO:	Dr. Otto Raúl Torres Bolaños

ACTO QUE DEDICO

- A DIOS:** Por ser mí guía y amigo en todo momento, al que le debo toda mi vida.
- A MIS ABUELITOS:** Adelina Colindres vda. de Marroquín,
Por demostrarme lo bello de la vida si tenemos fé en Dios.
Rafael Marroquín, Filadelfo Archila,
Lidia Barrientos de Archila, hasta el cielo, mi cariño.
- A MIS PADRES:** Rafael Marroquín Colindres,
Ruth Haydeé Archila de Marroquín,
Por su amor, entrega, sacrificios y apoyo incondicional que siempre me han brindado.
- A MIS HERMANOS:** Sergio Rafael y Carolina del Rosario
Con todo mi amor.
- A MI ESPOSO:** Edwin Antonio Vásquez Ortiz,
Por su amor y apoyo incondicional .
- A MI HIJO:** **Sergio Alejandro Vásquez Marroquín,**
Por ser la razón de mi vida y de quién aprendo cada día y por quién quiero ser mejor.
- A MIS CUÑADOS:** José y Carolina,
Por su apoyo y cariño.
- A MIS SOBRINAS:** María Fernanda y Ana Isabel,
Por su alegría de vivir, mi cariño.
- A MI FAMILIA:** Tíos, tías, primos, primas, en especial a Carlitos (te extraño mucho), sobrinos, por su cariño.
- A MIS AMIGOS:** Jesvic, Silvita Lazo, Chiqui, Guisela, Mónica, Willy, Johana, Héctor, Emy, Xiomara, William, por esos momentos tan inolvidables.
En especial a: Nery (Q.D.E.P.)
- A USTED:** Por su presencia.

DEDICO ESTA TESIS

A GUATEMALA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

A MIS CATEDRÁTICOS:

Por sus enseñanzas, consejos y apoyo, en especial a:
Dr. Gustavo Leal Monterroso, Dr. Lucrecia Chinchilla de Ralón,
Dr. Mauricio Morales Hernández, Dr. Víctor Hugo Lima
Sagastume, Dr. Ricardo León Castillo, Dr. Mauricio
Guillén Fernández, Dr. Danilo López Pantoja.

A MIS PADRINOS:

Por el honor de acompañarme:
Dr. Gustavo Leal Monterroso, Dr. Edgar Beltetón de León,
Dr. Eduardo Abril Gálvez, Dra. Johana Tello, Dra. Emy Gudiel

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Tengo el honor de someter a su consideración mi trabajo de tesis titulado:
"DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE ION FLUOR EN EL AGUA DE
CONSUMO HUMANO DE LA REGIÓN METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE
GUATEMALA, PARA RECOMENDAR O NO LA ADMINISTRACIÓN
COMPLEMENTARIA DE FLÚOR", conforme lo demandan los estatutos de la
Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a optar al título de:

CIRUJANO DENTISTA

Deseo agradecer sinceramente a la Dra. Lucrecia Chinchilla de Ralón, Dr. Axei
Popol Oliva, Dr. Víctor Hugo Lima Sagastume, Dr. Estuardo Vaides Guzmán, por su
valiosa colaboración y asesoría en este trabajo de Tesis y a todos los presentes por
acompañarme en este momento.

HE DICHO.

INDICE

Sumario.....	1
Introducción.....	2
Planteamiento del problema.....	4
Justificación.....	6
Revisión de Literatura.....	7
Objetivos.....	32
Hipótesis.....	33
Variables.....	34
Metodología.....	37
Recursos y materiales.....	43
Presentación de resultados.....	45
Conclusiones.....	55
Recomendaciones.....	57
Anexos.....	59
Bibliografía.....	62

A. SUMARIO

El presente es un estudio realizado en el área metropolitana, con el fin de determinar la presencia del ión flúor en el agua de consumo humano de esta región.

Inicialmente se procedió a tomar una muestra de agua de todas las plantas y pozos de abastecimiento, que pertenecen a la Empresa Municipal de Agua (Empagua), para hacer un total de sesenta y dos muestras de agua de consumo humano, para verificar la concentración de flúor que contienen.

Con la colaboración del Laboratorio de Química y Farmacia de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en el Centro de Investigación, se procedió al análisis de las muestras, para lo cual se tomaron cantidades específicas en cada abastecimiento de agua, por zona, en frascos plásticos debidamente rotulados, con cierre hermético.

Se tabularon, graficaron e interpretaron los resultados de los datos obtenidos, pudiéndose observar que el agua potable de consumo humano, que consume la región metropolitana, posee concentraciones del ión flúor que oscilan entre 0.09 a 0.31 Mg/L, (cuando la dosis normal en agua sería de 0.8 a 1.0 Mg/L) y a pesar de ello, el Odontólogo profesional, Médicos y Pediatras prescriben flúor, sin tomar en cuenta que factores como éste repercuten en la salud bucal de los pacientes, por sobre dosis de elementos como el flúor.

B. INTRODUCCION

Como trabajadores en la Salud Bucal del país, se está en la obligación de detectar necesidades y resolver problemas odontológicos que afectan a la población.

La fluorización es una terapéutica preventiva de caries dental, que se había implementado en el agua de consumo humano en cantidades de 0.8 ppm a 1.0 ppm consideradas como dosis óptima. Además se encontró el ión flúor en dentífricos, en enjuagues, y en aplicaciones tópicas, muchas veces sin conocer debidamente la dosis, del mismo compuesto, que puedan encontrarse también en el clima, el contenido de flúor en alimentos y algunas vitaminas que pueden variar la concentración sistémica, al prescribirse a un paciente.

Daños a la estructura dentaria, como la Fluorosis dental, se originan por la presencia de cantidades excesivas de fluoruros durante el período de formación dentaria, y es considerada como un signo temprano de intoxicación crónica por fluoruros, lo que se manifiesta también en el sistema esquelético.(5,11)

Aunque en el país no se cuenta actualmente con el plan de fluorización del agua de consumo humano que llevaba a cabo la Municipalidad de Guatemala en forma conjunta con otras entidades, como se tenía en años anteriores, y aún no se implementa el programa de fluorización en la Sal de consumo, puede que exista el ión flúor en el agua de ciertas zonas de la región metropolitana; sin embargo esto actualmente se desconoce.

La presente investigación tiene por objeto determinar, si los hay, ¿ Qué remanentes de flúor existen aún en el agua de consumo de la región metropolitana de la ciudad de Guatemala ?.

C. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Daños a la estructura del esmalte, como la Fluorosis dental, son producidas por la ingesta de cantidades excesivas de fluoruros durante el período de formación dentaria, procedentes del agua de consumo humano, alimentos, o bien por la administración complementaria de flúor que prescribe el Odontólogo profesional o el Pediatra.

Pese a que el flúor se está utilizando en mayores cantidades, en comparación con años anteriores, en cuestión de flúor, MAS NO SIGNIFICA MEJOR.(13,14)

En Guatemala, se han realizado diferentes programas en cuanto a prevención en salud bucal se refiere. En 1,988 a través de un convenio tripartito suscrito entre la Municipalidad de Guatemala, el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, y el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social se decidió implementar el Programa de Fluorización en el agua potable de consumo humano en la región metropolitana, abastecido por la Empresa Municipal de Agua (Empagua), como una medida segura, eficaz y económica a la población.(6)

Este proyecto entró en vigencia partir del 15 de Febrero de 1,989 y se trabajó durante todos estos años, pero a principios del año 2000 se suspendió el programa, debido a que se determinó que la Sal de consumo es un mejor vehículo para la incorporación de Flúor.

Hasta el momento, el proyecto de Fluorización en la Sal de Consumo no se a implementado, mientras la población se queda aparentemente sin recibir este tratamiento en forma eficaz, pero puede ser posible que el agua que actualmente se abastece, pueda llevar cierta concentración del ión flúor, sin saber exactamente en que concentraciones se encuentra actualmente.

Por lo tanto surge la interrogante:

¿ En qué concentraciones se encuentra el ión flúor en el agua de consumo humano en la región metropolitana de la ciudad de Guatemala ?.

D. JUSTIFICACION

La fluorización en el agua de consumo en la región metropolitana, de la ciudad de Guatemala, había sido hasta el momento una alternativa en PREVENCIÓN de caries dental, a la población guatemalteca.

Este programa ahora suspendido, a dado a los profesionales en salud, luz verde para prescribir dosis complementarias de flúor, pues asumen, que el agua carece de este componente, pero cuando la concentración del ión flúor se encuentra por arriba del nivel necesario, se pueden producir daños a la estructura dentaria, si no se tiene en cuenta la concentración que existe del ión flúor en alimentos, vitaminas, clima, y especialmente, la concentración de este ión en el agua potable de consumo humano.(18)

Lo anterior justifica, el presente estudio, con el fin de conocer cuales son las concentraciones del ión flúor en el agua de consumo humano de la región metropolitana.

II. MARCO TEORICO

REVISION BIBLIOGRAFICA

A. FLUOR

Su nombre genérico proviene del griego y significa dos engendrados de sales, es de color amarillo verdoso en su estado gaseoso, su olor es sumamente penetrante e irritante debido a la intensa fuerza atractiva de sus electrones.(1,10)

Se puede afirmar sin temor a equivocarse, que el flúor, es el elemento que más ha sido estudiado en relación a la salud humana. (1,10)

El flúor es el ión más electronegativo de todos los elementos y no sólo posee cualidades químicas sino que también propiedades fisiológicas de importancia para la salud bucal de la población, como lo es el agua, ciertas especies vegetales, mariscos, polvo de diversas regiones del mundo y ciertos procesos industriales.(1,4,7,9,11)

Los primeros estudios sobre la química del flúor fueron realizados por Margraf en 1768 y Sheell en 1771 a quien se considera el descubridor del flúor, desconociendo su naturaleza debido a sus reacciones con el vidrio de algunos aparatos químicos formando ácidos fluorsalicílicos.(1,11)

A.1 FLUORUROS EN EL SUELO

El flúor nunca se encuentra en la naturaleza en su forma elemental, pero se le puede encontrar en casi todas partes, ocupa el 17 avo. lugar entre los elementos por orden de frecuencia de aparición, representando del 0.06 % al 0.09 % de la corteza terrestre y por su concentración en 12 mo, a 1.4 mg/l en el agua del mar.(5) Su número atómico es el 9 y su peso atómico es el 19, es un halógeno cuya forma natural es gas que tiene característica de combinarse con todos los elementos de la naturaleza excepto con el oxígeno y el platino.(2)

Se combina de manera reversible con iones de hidrógeno para formar fluoruros de hidrógeno, un ácido débil, o ácido fluorhídrico.

La fuente principal de obtención, es el espato-flúor o calcita.(15)

A.2 FLUORUROS EN EL AGUA (13)

Dada la presencia general de los fluoruros en la corteza terrestre, toda el agua contiene flúor en concentraciones variables.

Toda el agua que se encuentra normalmente disponible para consumo humano está involucrado en el ciclo hidrológico, lo que significa que se origina en el mar, la cuál contiene niveles de fluoruros de 0.8-1.4 mg/l. El agua de los lagos, ríos o pozos normalmente se encuentran en su mayoría debajo de los 0.5 mg/l, aunque es evidente que hay lugares que son la excepción como las

regiones del oriente de Guatemala donde hay concentraciones de varias partes por millón arriba del nivel óptimo.

La formación geológica no es un buen indicador de la concentración del fluoruro en aguas profundas; hay variaciones significativas en la distribución de las rocas que gotean fluoruro.

Se ha observado que dentro de una misma comunidad, diferentes pozos tienen diversas concentraciones, aparentemente como consecuencia de las condiciones hidrológicas locales.

El contenido de flúor en el agua de consumo humano, deberá determinarse para un ajuste adecuado de las dosis de flúor a prescribir por parte de los profesionales en salud.

A.3 FLUORUROS EN EL AIRE (13)

Los fluoruros pueden estar también ampliamente distribuidos en la atmósfera, originados de polvo de suelos que contienen fluoruros, de desechos gaseosos industriales, de la quema de carbón doméstico y de gases emitidos por emisiones volcánicas.

A.4 FLUORUROS EN ALIMENTOS Y BEBIDAS

Investigaciones extensas en alimentos y fluoruros muestran que la concentraciones de flúor en alimentos sin procesar son usualmente bajas entre 0.1-

2.5 mg/kg, pero se ha reportado que en concentrados de la proteína del pescado, plantaciones de té y algunos vinos, sobrepasa el límite. (4,5,13)

La leche humana contiene únicamente pequeñas cantidades de flúor, generalmente por debajo de 0.05 ppm, independientemente si la madre vive o no en una comunidad fluorada. Similarmente, la leche de vaca contiene también, pequeñas cantidades de flúor (0.1 ppm aproximadamente).(13)

En el pasado, el contenido de flúor en los preparados comerciales ha variado grandemente. Ahora, los mayores fabricantes han tomado medidas para bajar el contenido de flúor en toda el agua usada en la fabricación de fórmulas a menos de 0.15 ppm, lo cual debería resultar en un promedio de menos de 0.1 mg de flúor/litro de agua en la fórmula.(4,5,13,14)

Los profesionales de la salud deberán primero asegurarse del contenido de flúor en el agua de consumo humano de las fuentes locales antes de prescribir preparados de flúor-vitaminas.

En Guatemala, no se conocen al momento alimentos y bebidas que contengan niveles significativos de fluoruros.

A.5 FLUORUROS EN DIENTES Y HUESOS (13)

El conocido fenómeno de la fuerte afinidad entre el fluoruro y la apatita biológica (formando fluorapatita) está basado en la sustitución química del componente hidroxilo de la hidroxiapatita calcificada por el fluoruro.

A.6 FLUORUROS Y LA CONTAMINACIÓN (13)

Las principales fuentes de la contaminación son las industrias y la minería.

Los problemas han ocurrido en la minería e fosfatos y fluorspar, donde el polvo con grandes cantidades de flúor han sido expulsadas sobre enormes distancias por el viento y depositadas posteriormente en las plantas, entrando de esta forma en la cadena alimenticia.

El uso de pesticidas conteniendo fluoruros pueden tener un efecto similar y su uso debe ser limitado. Con respecto al suelo y agua superficial, el uso de fertilizantes y la descarga de desechos industriales en corrientes acuáticas son importantes fuentes de fluoruros indeseables.

B. METABOLISMO DE LOS FLUORUROS

B.1 ABSORCIÓN, DISTRIBUCIÓN Y EXCRECIÓN DE FLUORUROS

El flúor puede entrar al cuerpo de diversas formas: ingestión, inhalación y en casos extremos por exposición prolongada a través de la piel, de esto no todo lo que penetra al organismo es absorbido y la mayor parte se excreta por diversos mecanismos.(10,20, 21)

Lo absorbido penetra en la sangre a través del tracto gastrointestinal, se deposita en tejidos calcificados cuando la sangre, a través del plasma, circula a través de ellos y es excretado por la vía renal principalmente, aunque un 10% de la excreción diaria es por vía fecal (parte de ésta es constituida por fluoruro insoluble y mal absorbido, otra parte la constituye el fluoruro absorbido y reexcretado por el tracto gastrointestinal), se pierde también por medio del sudor (en casos excesivos).(10,11)

Los fluoruros presentes en la dieta normal son absorbidos en un 80%. (10)

El flúor se capta rápido en los tejidos duros ocupando el lugar del hidroxilo en la apatita; la cantidad presente depende de la edad, sexo, ingestión y tipo de tejido duro.(10,20,21)

El flúor es un componente normal de los tejidos humanos, por lo tanto lo encontramos no sólo en dientes y huesos, sino también en la sangre en una proporción de aproximadamente 0.02 ppm.(10,11)

Tanto en los huesos como en los dientes, las mayores concentraciones de flúor se localizan en las superficies que están en contacto con el medio interno, el que es capaz de suministrar el flúor, adquirido por ingestión y distribución a través de la sangre.(11)

Se ha demostrado que cierta cantidad de flúor atraviesa la barrera placentaria y se incorpora a los dientes en formación; las concentraciones de flúor en el esqueleto y los dientes fetales acusan diferencias significativas dependiendo si la madre ha consumido flúor. La placenta es el órgano a través del cual se efectúan los intercambios de productos gaseosos, nutritivos y de excreción entre los tejidos maternos y fetales, es permeable, el flúor pasa de la placenta a la circulación fetal, se fija en los dientes y huesos del feto en formación.(19)

Los tejidos duros: huesos y dientes, fijan el flúor más rápidamente durante el desarrollo y crecimiento, sin embargo, los tejidos dentales se diferencian de los huesos en que una vez formados no se reestructuran, además el esmalte no tiene actividad celular por lo que la máxima absorción es durante el período de formación dentaria y calcificación, aunque después de terminado el crecimiento, la fijación del flúor sigue siendo apreciable durante algún tiempo por el proceso de mineralización.(11,19,20)

El fluoruro se incorpora al diente en tres fases: formación, mineralización y el período que sigue a ésta. En la primera etapa, la incorporación es de manera total y uniforme; en la segunda etapa, es máxima en las zonas de mineralización y en la tercera etapa se limita a las partes marginales de dentina y esmalte.

En los dientes la concentración de fluoruros está directamente relacionada con la cantidad ingerida.(10,11)

La concentración de flúor en el cemento es mayor que la que hay en dentina y esmalte; el flúor que contiene el esmalte se adquiere en parte durante el desarrollo y después de la erupción dentaria.(20,21)

Al aumentar la edad, el fluoruro se deposita en los huesos en una cantidad menor y una cantidad mayor es excretada por la orina.(13)

B.2 TOXICIDAD DEL FLUOR

El efecto tóxico más importante es la FLUOROSIS en los tejidos óseos y calcificados; esta condición puede ser revertida con reducir el flúor que se consume.

Las ingestiones altas de fluoruros pueden producir efectos en el aparato gastrointestinal, hipocalcemia severa, nefrotoxicidad y shock, irritación respiratoria y edema pulmonar en caso de ser inhalado.(11,20)

La toxicidad depende de la forma en que el fluoruro ingrese al organismo y las propiedades físicas y químicas del compuesto, así como su solubilidad.(13)

Los signos y síntomas de intoxicación que se presentan en los tejidos óseos y calcificados tienen una cierta uniformidad: el síntoma inicial es una sensación de hormigueo intermitente en todo el cuerpo, después pueden presentarse dolores y rigidez especialmente en la región lumbar así como en la región cervical y torácica de la columna vertebral, simultáneamente aparece rigidez en las articulaciones por calcificación de éstas, los tejidos cartilaginosos del tórax se efectúan en gran

medida y la respiración se hace abdominal, se presenta caquexia, inapetencia y síntomas de compresión medular con incontinencia de esfínteres y afección al sistema nervioso. (16)

Se han atribuido a los fluoruros diversos efectos fisiológicos y aunque informes sobre estos efectos están sin comprobar, otros han sido estudiados a fondo y merecen resumirse con todo el cuidado, entre los cuales cabe mencionar, los efectos en los huesos, los dientes, el riñón, la tiroides, funciones neurológicas y el crecimiento.(10,11)

Las complicaciones neurológicas sólo aparecen en los casos muy avanzados, tras la ingestión ininterrumpida de grandes cantidades de fluoruros durante 20 años o más, en lo que respecta a la función renal, la fluorización no representa peligro para las personas con función renal normal, aunque no se descarta la posibilidad de que el fluoruro pueda agravar una enfermedad renal preexistente, provocándose una retención anormal del flúor y en consecuencia un aumento de la concentración de éste con la consiguiente reducción del margen de seguridad.(11)

La ingestión de fluoruro en cantidades muy grandes también produce cambios en los huesos, entre los que se incluye un aumento en la densidad ósea, el punto de inserción muscular se calcifica y se produce una exostosis ósea.(11)

La Asociación Dental Americana recomienda que no se prescriba en una dosis única más de 264 mg. de fluoruro de sodio. Esta dosis es relativamente segura aún para niños pequeños.(15)

En el caso de sobredosis accidental, el riesgo de toxicidad puede ser reducido por medio de la ingestión de grandes cantidades de leche, leche de magnesia o cualquier otra preparación de hidróxido de aluminio en orden de neutralizar el flúor y de reducir su absorción, no provocar el vómito.(15)

C. METODOS DE FLUORIZACION

C.1 ANTECEDENTES DE LA FLUORACIÓN (12)

La historia sobre el desarrollo de la fluorización en las aguas de consumo humano, surgió a principios del siglo pasado, cuando un odontólogo en el estado de Colorado de los Estados Unidos de Norte América, trabajaba en su práctica privada y descubrió una forma particular de coloración castaña de los dientes de algunos pacientes.

En 1,908 el Dr. McKay de Colorado invitó al Dr. G.V. Black a estudiar el caso para consejo de la condición observada; al mismo tiempo aparecieron informes similares en el estado de Texas y otras áreas, siempre de los Estados Unidos, en los cuales esta condición dental apareció estar en evidencia.

Se pensó que las causas tempranas de esta condición provenía de la leche de vaca de las regiones, enfermedades durante la niñez, pero, prevaleció la opinión que existía una asociación entre el esmalte manchado y los abastecimientos de agua.

En 1,916 el Dr. McKay definió esta condición y desde Canadá se sugirió que el flúor podría ser el elemento causante de las manchas de los dientes. Argentina, Japón e Inglaterra dieron informes sobre las condiciones similares.

El Dr. Dean hizo experimentos con ratas produciendo manchas en el esmalte de éstas, mediante el uso de dietas con alto contenido de flúor, permitiéndole

identificar las manchas causadas por abastecimientos de agua. Diez años después, agregó que el grado de manchas en los dientes estaba relacionado con la concentración de fluoruros y que tal condición del esmalte manchado se producía sólo durante la calcificación del diente y, que estas lesiones no podrían repararse naturalmente y que el fluoruro era el único agente que normalmente formaba parte de la dieta que afecta la formación del esmalte del diente.

Entre los pioneros en estudios de abastecimientos de agua, estaba el Departamento de Salud del Estado de Nueva York. Era un estudio controlado a largo plazo con un grupo limitado de niños; el abastecimiento de agua de Newburg fue fluorado a un nivel de 1ppm; Kingston estuvo de acuerdo en servir como ciudad de control y usar su agua deficiente en fluoruro.

C.2 ANTECEDENTES DE LA FLUORACIÓN EN LA CIUDAD DE GUATEMALA

(6,7,9)

En la ciudad de Guatemala, el 26 de Julio de 1,988, el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, la Municipalidad de Guatemala por medio de la Alcaldía y el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, unieron esfuerzos con el objeto de suscribir un convenio tripartito mediante esfuerzos combinados para llevar a cabo el Programa de Fluorización del agua potable de la ciudad capital, para prevención de caries dental y cumplir con fines de salud bucal.

La medida fue incorporar flúor en el agua de consumo humano que representaba una prevención masiva, eficaz y de bajo costo.

Para la importación del químico más adecuado se pidió asesoría a las Universidades del país que tuvieran Facultades de Odontología y a la Organización Panamericana de la Salud y a la Organización Mundial de la Salud. Se utilizó el sílico fluoruro de sodio en una concentración ideal de 0.8 mg/litro de agua.

A partir del 15 de Febrero de 1,989, Empagua inició en forma permanente la incorporación del flúor al agua de todas las plantas municipales de esta ciudad.

C.3 SUPLEMENTACION DE FLUOR (15)

Los suplementos de flúor son agentes anticariostáticos altamente efectivos. Cuando no existe agua potable fluorizada disponible, los recién nacidos y niños deberán recibir flúor a través de suplementos dietéticos.

En una revisión extensiva, Driscoll (1,974) encontró que la ingestión de suplementos de flúor, empezando desde el nacimiento o antes de los 2 años de edad y continuando por un mínimo de 3 a 4 años, resultaba en una reducción de la caries en la dentición primaria de aproximadamente 50 a 80% y una reducción de 20 a 40% fue reportada en la dentición permanente en niños que empezaron la suplementación de flúor a los 5 y 9 años de edad, con un mínimo de 2 a 4 años de ingesta continúa.

Cuando los suplementos vitamínicos están indicados, la administración combinada de un compuesto de flúor-vitaminas es más conveniente y económico que ingerirlos por separado.

Debido a que la dosis recomendada de flúor deberá ser ajustada de acuerdo a la edad y al contenido del mismo en el agua potable, los preparados de flúor son ahora confeccionados en diferentes concentraciones de 0.25 mg, 0.5 mg, y 1.0 mg, en orden de prescribir la dosis óptima, sin afectar adversamente la dosis de las vitaminas.

Existe poca indicación en Odontología para administrar vitaminas en los niños; consecuentemente, el Concilio de Terapéutica Dental ha aceptado al Fluoruro Neutro de Sodio (FNS) y al Fluorofosfato acidulado (FFA) como suplementos dietéticos, pero no ha aceptado los compuestos de flúor en combinación con vitaminas para el uso en la profesión dental.

C.3.1. RECOMENDACIONES PARA LA SUPLEMENTACION DE FLUOR (15)

El Concilio de Terapéutica Dental de la Asociación Dental Americana (1,977), NO recomienda ningún suplemento de flúor si la concentración del mismo en el agua de consumo es mayor del 60% de la concentración recomendada.

Para infantes, 1 tableta de 2.2 mg. de fluoruro de sodio disuelta en ¼ de vaso de agua potable (equivale a 0.93 litros), proveerá a un niño de la cantidad necesaria de flúor tanto para el agua a tomar como para la preparación de sus comidas.

Una alternativa satisfactoria es el uso de 0.25mg. de flúor diario. La dosis para niños entre 2 y 3 años de edad es de 0.5 mg. y para niños más grandes de 3 años será de 1.0 mg. al día.

Se ha recomendado también un número grande de otras concentraciones de flúor.

En 1,972, el Comité de Nutrición de la Academia Americana de Pediatría recomendó una dosis de **0.5 mg** de flúor al día para niños desde el nacimiento hasta la edad de 3 años, y de **1.0 mg** de flúor diario para aquellos que residen en comunidades de menos de **0.5 ppm** de flúor en el agua potable. Esta fue la dosis recomendada frecuentemente por los fabricantes de preparados flúor-vitaminas; sin embargo esta dosis está actualmente en revisión por el Comité de Nutrición.

Wei, Fomon y colaboradores, han recomendado que no se debe usar ningún suplemento durante los primeros 6 meses de vida, con la única excepción de infantes alimentados únicamente con leche materna y de infantes alimentados únicamente con fórmulas lácteas comerciales con contenido de flúor similar al de la leche materna.

Estos infantes deberán de recibir **0.25 mg** de flúor diario (la dosis recomendada por la A.D.A.), pero los científicos recomiendan dosis menores a las propuestas, durante los primeros 6 meses de vida por dos grandes razones:

- Debido a que algunas comunidades utilizan agua potable con cantidades no específicas de fluor, las fuentes dietéticas de flúor en la comida y bebida de los infantes pudo haberse incrementado a través de los años.
- Las impresiones clínicas y reportes de fluorosis leve de esmalte, han sido relacionadas con las recomendaciones de

suplementos de flúor en las dosis de 0.5 mg desde el nacimiento a la edad de 3 años y de 1.0 mg de la edad de 3 años en adelante.

C.3.2 METODOS DE ENTREGA DE FLUORUROS

C.3.2.1. FLUORUROS SISTÉMICOS (14)

La teoría sistémica indica que el flúor ingresa al diente para formar una estructura más estable que supuestamente resiste mejor la caries dental. Este flúor puede ingresar en el momento de formación del diente y una vez formado, el flúor ya no puede ingresar por tener ya una estructura sólida y estable; por eso es que se cree que el flúor disminuye la caries no sólo en niños.

Hoy en día, se consideran que los métodos de fluoración tópicos son tan efectivos como los sistémicos si se administran adecuadamente, pero que es el EFECTO TOPICO más que el SISTÉMICO, el que verdaderamente da la protección a los dientes.

C.3.2.2. FLUORUROS TÓPICOS (14)

Los fluoruros tópicos son todos aquellos que son administrados con el fin de que mantengan en la cavidad bucal sin ingresar al sistema digestivo u otro sistema para ser absorbidos, y cuyas concentraciones son mayores que las de los fluoruros sistémicos, para un uso continuo varias veces al día o en concentraciones altas para un uso a mayor plazo.

En cuanto a los fluoruros tópicos que poseen las más altas concentraciones del ión, se encuentran las aplicaciones tópicas aplicadas por los profesionales, pero todas las demás presentaciones siempre poseen mayores concentraciones de dicho ión que las dosificaciones sistémicas.

Las formas tópicas se pueden dar conjuntamente, es decir, varias a la vez; mientras que las sistémicas solo se pueden dar una a la vez. Sin embargo, es totalmente aceptable que se utilice una forma sistémica con una o varias tópicas, y de hecho, es la medida que actualmente se está utilizando y recomendando.

A continuación se exponen las formas tópicas más utilizadas y las formas más aceptadas actualmente de administrarlas; debe de recordarse que esto último es importante, porque no vale solo el hecho de usarlas, sino de saber utilizarlas:

PASTAS FLUORADAS:

Las concentraciones ideales en las pastas es de **1000 ppm** y es equivalente a **1g/kg** , Las investigaciones para utilizar las pastas dentales como vehículo de entrega de los fluoruros tan desde 1,945 y han utilizado una amplia variedad de ingredientes activos y formulaciones abrasivas. Inicialmente se consideraban como sustancias cosméticas, pero hoy en día adicionalmente a este concepto, deben de percibirse como sustancias terapéuticas.

De todos los productos fluorados y estrategias utilizadas actualmente, las pastas fluoradas han sido sujetas a los test clínicos más rigurosos. Pero estos tratamientos son exitosos para la prevención de caries en países donde el hábito de cepillarse está bien difundido, pero en Guatemala no es tan alto como se quisiera,

ya que además los contenidos de fluoruros en las pastas que aquí se distribuyen no presentan el nivel apropiado para una prevención, pero en Guatemala la mayoría de las pastas fluoradas contienen **1,500 ppm** y otras pocas pueden tener **2,000 y 2,500 ppm pero estas últimas deben ser vendidas con receta odontológica y ser utilizadas con extrema precaución.**

En muchos países, sobre todo los industrializados se está observando un fenómeno que no se había visto antes como lo es el hecho de que niños antes de 1 año de edad comienzan a ingerir pasta fluorada y que no hay duda que se puede observar en Guatemala en estratos sociales y económicos que tienen acceso a dicho producto. Los estudios han demostrado que el uso de un dentífrico dental fluorado desde una edad temprana está asociado con mayores niveles de Fluorosis leve y esto sin tomar en cuenta la cantidad aproximadamente que un niño ingiere que el 25% usado en pastas y enjuagues.

Las pastas de **1,000 ppm** representan **1 gramo=1,0 mg** del ión flúor; en consecuencia teóricamente un niño pequeño ingiere cada vez que se cepilla **0.25 mg** del ión. Si se usa una pasta dental de **1,500 ppm** esta cantidad aumenta, así como si se usa enjuague fluorado, tabletas, o si hay agua fluorada; esto hace un historial de flúor del paciente, y de esta forma y bajo criterios adicionales, se toman las decisiones para proveer más o menos fluoruros.

Esto en ninguna forma debe de desestimular el uso de estos productos, sino por el contrario bajar la concentración de las pastas para uso exclusivo de los niños o disminuir la cantidad de pasta que se usa en el cepillo. Las pastas con

sabores dulces o que contengan 1,500 ppm o más, deben ser desestimuladas para el uso de niños debido a que pueden conducir a una ingestión excesiva de flúor, por lo que es preferible usar formulaciones para niños que contengan concentraciones menores.

Es importante notar que muchas pastas fluoradas que se dirigen al grupo de niños de Guatemala, contienen la misma cantidad de flúor que las designadas para adultos, siendo la única diferencia el sabor, cuando sería la concentración de flúor la principal razón para definir las para niños; en este hallazgo se encuentran también los enjuagues.

La forma indicada de usar las pastas fluoradas es cantidad de pasta que se coloca en el cepillo, punto que ha sido de mucha discusión ya que los tubos de pasta deben de contener un aviso en el que se lea que los niños menores de 6 años se les debe colocar una **cantidad menor de 5mm** y ser supervisados durante el cepillado.

Para evitar que se desaloje el fluoruro de la pasta dental muy rápido de la boca, se sugiere que después de enjuagarse la espuma resultante del cepillado, se tome una ligera cantidad de pasta dental en el dedo para volver a colocar en la boca el nuevo fluoruro; esto es de mayor importancia cuando se hace de último, por la noche, antes de acostarse, porque permitirá que los dientes pasen mayor tiempo recubiertos de fluoruro sin que les perjudique ninguna bebida o alimento alguno, así como aprovechar el hecho de que la cantidad de saliva

secretada es menor durante este período de la noche, aprovechando al máximo el efecto tópico de los fluoruros, aplicable también a los enjuagues.

ENJUAGUES BUCALES FLUORADOS:

Este es uno de los métodos, junto con el de las pastas fluoradas, que han sido ampliamente utilizados durante décadas alrededor del mundo.

Dos formas han sido adoptadas como estándares para programas individuales o programas en las escuelas, estos son los enjuagatorios de SnF₂ (fluoruro estañoso), NaF fluoruro de sodio) al 0.05% (230 ppm) usados diariamente y el NaF al 0.2% (900 ppm) usados quincenal o semanal; éstos son referidos usualmente como la técnica de baja potencia/alta frecuencia y la técnica⁰⁵ alta potencia/baja frecuencia.

Se indican en pacientes con riesgo alto o moderado de caries, con tratamientos ortodónticos, pacientes con radioterapias o todos aquellos que deseen disminuir el riesgo de ataques cariogénicos por medio de un uso diario en su higiene bucal, al mismo tiempo que mejora su condición periodontal; hay que tener en cuenta siempre la concentración de fluoruros en el agua de consumo de la de las comunidades.

Los enjuagues fluorados deben ser utilizados tomando 5-10 ml. de la solución en la boca y moviéndolo durante 1-2 minutos, tratando de pasarlo entre los dientes, para luego escupirlo. De preferencia, el de 0.05% diario (230 ppm), se debe de utilizar 2 veces al día y si es posible, en un momento distinto al que se usa el dentífrico fluorado, para que exista una mayor exposición de fluoruro durante el día

en baja concentración; luego de usarlo el individuo no debe comer, lavarse o beber líquidos para no remover el fluoruro presente en los dientes. El efecto se magnifica si es utilizado durante la noche, antes de acostarse.

Si son utilizados en la forma que se prescriben, no representan ningún peligro para la salud excepto las consideraciones siguientes: luego de enjuagarse con el colutorio fluorado, solo una pequeña cantidad es retenida o ingerida; aunque la cantidad retenida no puede causar Fluorosis en un niño preescolar, por ejemplo, sí podría contribuir al riesgo dependiendo de la cantidad total ingerida de los fluoruros de otras fuentes diariamente.

Adicionalmente, los niños menores de 6 años no controlan el reflejo de deglución adecuadamente, por esto y lo anterior descrito, los enjuagues fluorados no se recomiendan en niños menores de 6 años; niños mayores de 7 años deben usar enjuagues de manera regular como parte de su programa de higiene bucal.

FLUORUROS APLICADOS PROFESIONALMENTE:

Este tipo de fluoruros han sido utilizados por cerca de 50 años y se encuentran desde los fluoruros tópicos en gel y espuma, pastas pulidoras o para profilaxis, barnices fluorados y materiales de obturación liberadores de flúor.

En las aplicaciones tópicas se utiliza el fosfato de flúor acidulado a 12,300 ppm (1.23%), a un intervalo entre una aplicación y otra debe ser de 1 vez al año, 6 meses o incluso menos tiempo si es alto riesgo o requiere consideraciones especiales.

Hay que recordar que el flúor es también una sustancia tóxica, el no reconocerlo puede llevar a resultados indeseables, tanto para el profesional como para el paciente; su ingestión aguda puede ser seguida por signos y síntomas que se desarrollan rápidamente y que pueden resultar en la muerte del individuo.

Cuando es ingerida en pequeñas cantidades por períodos de tiempo prolongado, durante desarrollo de los dientes, puede producir cambios en la calidad y apariencia del esmalte, conocido como Fluorosis dental.

Cuando es consumido en cantidades mayores a la dosis óptima en un período de tiempo de años, cambios de calidad y cantidad del esqueleto puede ocurrir Fluorosis esquelética.

Es esencial que las concentraciones de flúor en productos dentales y vitamínicos sean conocidos por los profesionales de la salud; es aún más importante conocer el contenido de las cantidades de fluoruros en envases, recipientes que contengan los enjuagues de fluoruros, las concentraciones en el agua de consumo, así como en otras fuentes de flúor ingeridas diariamente y como se relaciona esto con la POSIBLE DOSIS TOXICA (PDT) que se define como **la cantidad mínima de fluoruro que cuando es ingerida, la persona debe recibir tratamiento de emergencia y hospitalización, debido a la posibilidad de serias consecuencias toxicas.**

La PDT es de 5 mg F/kg de peso.

D. FLUOROSIS

La fluorosis dental ocurre endémicamente, es un trastorno del desarrollo de los dientes causado por la ingesta excesivamente alta de fluoruro por largo plazo en la época de desarrollo de los dientes, aumenta con el incremento de la concentración de fluoruro en el agua y es progresivamente más evidente a partir de 1mg/l. Las concentraciones mayores a 3mg/l parecen afectar la mineralización de todos los tejidos duros en formación.(1,10,18)

Se le considera como un signo precoz de la intoxicación crónica por flúor. Se puede encontrar en áreas geográficas cuya población regularmente ingiere agua de consumo con altas concentraciones de flúor.(16)

Los efectos de la intoxicación crónica por flúor sobre la estructura del esmalte en formación se manifiesta por la aparición de una hipoplasia denominada esmalte moteado. (3,4,10)

El tipo de hipoplasia que ocurre en el esmalte moteado, se debe a un trastorno de los ameloblastos durante un período formativo del desarrollo dental, al parecer estas células son más sensibles que cualquier otra célula del cuerpo.

Clínicamente, se manifiesta con dos signos característicos, uno es el cambio de color hacia un aspecto blanquecino o café o cualquiera de los tonos intermedios; las manchas se alternan con zonas de esmalte aparentemente normal. Esta alteración se observa en el momento de la erupción del diente. El segundo signo es el de pequeños pozos o picaduras, aislados o confluentes que dan al diente

aspecto corroído que se debe a porosidades y defectos estructurales en la superficie del esmalte como bandas transversales.

En casos más graves pueden existir pérdidas extensas de esmalte y/o alteraciones en la anatomía del diente; en estos casos el problema suele rebasar el ámbito bucal.

Hay evidencias de repercusiones psicológicas ocasionadas por aquellas lesiones fluoróticas, cuya magnitud afecta la apariencia de la persona.(3,4,10)

La fluorosis dental ocurre simétricamente en el arco dentario, pero el grado de severidad varía de un grupo a otro de dientes.(3,4,10)

Algunas investigaciones han mostrado que los dientes más afectados son aquellos que mineralizan tardíamente, como: premolares, segundos molares, los incisivos maxilares, los caninos y primeros molares. Los dientes menos afectados son los incisivos inferiores, excepto en casos más severos en donde todos los dientes son afectados; la frecuencia del esmalte moteado es igual en ambos sexos.(3,4)

En la actualidad, se está estudiando de que alguno de estos trastornos puede ser causado por dosis terapéuticas de fluoruro, en relación a las concentraciones de fluoruro que se establecieron en programas de fluorización del agua de consumo.

En Guatemala, se han encontrado concentraciones óptimas y supraóptimas en la zona oriental del país en el agua de consumo humano, por la calidad de los terrenos.

Por lo cual se relacionan: concentraciones del ión flúor en el agua de

consumo humano de la región metropolitana, de la ciudad de Guatemala, más la utilización de suplementos de flúor, con el aparecimiento posible de Fluorosis dental en la ciudad capital.(4,7,8,9)

III. MARCO METODOLOGICO

A. OBJETIVOS

A.1. GENERAL

Determinar la concentración de flúor en el agua de consumo humano de la región metropolitana, de la ciudad de Guatemala.

A.2. ESPECIFICOS

1. Determinar la concentración del ión flúor en las plantas y pozos de abastecimiento de agua de consumo humano que pertenecen a Empagua.
2. Determinar la concentración del ión flúor en el agua de consumo humano de las 21 zonas de la ciudad capital.
3. Establecer la información pertinente de concentraciones del ión flúor, en el agua de consumo humano, que ayude a Profesionales de la salud que prescriben suplementos de flúor, a realizar una mejor terapéutica preventiva en su práctica privada.

B. HIPOTESIS

El agua de consumo de la región metropolitana de la ciudad de Guatemala, no

contiene la dosis óptima del ión flúor, necesario para una terapéutica preventiva.

C. DEFINICIÓN DE VARIABLES

1. Concentración de fluoruros, en el agua de consumo de la región metropolitana: es la cantidad de fluoruro que se encuentra en el agua de consumo, distribuida en las 21 zonas de la región metropolitana, de la ciudad de Guatemala.

2. Administración complementaria de flúor: la concentración óptima del ión flúor que producirá la máxima reducción de caries, con menor peligro de daño a la estructura dentaria.

D. INDICADORES DE VARIABLES

1. Indicador: determinación en mg/L de la presencia de ión flúor en el agua de consumo humano en la región metropolitana, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{mg F-/L} = \frac{A_o - A_x}{A_o - A_1}$$

En donde :

Ao: Absorvancia de la solución estándar preparada a 0 mg.

A1: Absorvancia de la solución estándar preparada a 1 mg.

Ax: Absorvancia de la muestra.

2. Indicador: es el resultado de la operación aritmética utilizando la fórmula siguiente:

Para niños de 0 a 2 años:

$$\text{Miligramo por litro (Mg/L) F: } 0.25 \text{ Mg/L} - C$$

Para niños de 2 a 3 años:

$$\text{Miligramo por litro (Mg/L) F: } 0.5 \text{ Mg/L} - C$$

Para niños de 3 años en adelante:

$$\text{Miligramo por litro (Mg/L) F: } 1.0 \text{ Mg/L} - C$$

En donde :

F: es la concentración de flúor expresada en Mg/L

0.25 Mg/L: es la concentración óptima de fluorización para niños de 0 a 2 años, en el agua de consumo.

0.5 Mg/L: es la concentración óptima de fluorización para niños de 2 a 3 años, en el agua de consumo.

1.0 Mg/L: es la concentración óptima de fluorización en niños de 3 años en adelante, en el agua de consumo.

C: es la concentración de fluoruros encontrados.

E. METODOLOGÍA

POBLACIÓN:

Para la presente investigación, como población, se consideró a toda fuente de agua que Empagua posee en el área metropolitana de la ciudad de Guatemala y que se divide en plantas donde es tratada el agua para consumo humano y en pozos que han sido perforados en diferentes sectores (zonas) de la ciudad.

Las plantas de tratamiento de agua y los pozos distribuyen la mayor parte del agua que se utiliza para el consumo.

MUESTRA:

Se seleccionó 1 muestra de agua de cada planta y pozo de abastecimiento, que pertenecen a Empagua, para hacer un total de 62 muestras de agua de consumo humano, en forma aleatoria, del área anteriormente mencionada.

PROCEDIMIENTO:

Las muestras se obtuvieron en envases plásticos de 100 ml. de capacidad, limpios y etiquetados, se llenaron estos envases 3 veces, siendo la última toma la que se llevó de muestra al Laboratorio de Química y Farmacia de la Facultad de Ingeniería en el Centro de Investigaciones, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, donde se llevó a cabo su análisis químico.

Para la determinación de las concentraciones de fluoruros en el agua de consumo humano de la región metropolitana, se utilizó el Método de SPADNS (17):

- a. Generalidades: este método colorimétrico, es basado en una reacción entre el fluoruro y el tinte de zirconio, éstos reaccionan disociando una porción a un ión incoloro y el tinte; conforme la cantidad de fluoruros aumenta, el color que se produce se vuelve más claro. La proporción de la reacción entre el fluoruro y los iones del zirconio son influenciados grandemente por la acidez de la mezcla; si la proporción del ácido es mayor en la mezcla, la reacción puede ser casi instantánea.
- b. Interferencia: debido a que éstas no son de efecto lineal o algebraico aditivo la compensación matemática es imprescindible. Cuando cualquier substancia esté presente en la cantidad suficiente para producir un error de 0.1 mg/l. o cuando el efecto total de la interferencia esté en duda, se debe destilar el agua. También se destilará en las muestras muy turbias o coloreadas. Si la alcalinidad es la única interferencia, se debe neutralizar con ácido nítrico.

La medición volumétrica de la muestra y del reactivo es muy importante para la exactitud analítica. Debe usarse muestras y estándares a la misma temperatura o dentro de un rango de más o menos 2 grados C. Debe mantenerse la temperatura constante durante el período en que se desarrolla el color y se prepara una curva de calibración para cada rango de temperatura.

c. Equipo colorimétrico: es requerido uno de los siguientes:

Espectrofotómetro, para usarlo a 570 nm. formando un camino de luz de por lo menos 1cm.

Filtro de fotómetro, para proveer un camino de luz equipado con un amarillo verdoso teniendo una transmitancia máxima entre 550 y 580 nm.

d. Reactivos:

Solución de fluoruros normal.

Solución de SPADNS (958 mg.) en agua destilada, la cual debe diluirse en 500 ml., estable por un año si se protegió de la luz directa del sol.

Acido de zirconio, como reactivo, se disuelve 133mg. en 25 ml. de agua destilada; se agrega 350 ml. HCL y se diluye 500 ml. de agua destilada.

Acido de Zinc + Spadns, se mezcla en volúmenes. Su combinación es estable por más o menos 2 años.

La solución de referencia: se agrega 10 ml. de la solución de Spadns a 100ml. de agua destilada, se diluye 7 ml. a 10 ml. de HCL y se agrega la solución de Spadns recién diluída. Esta solución es estable más o menos por 1 año y es usada para configurar el punto de referencia del aparato (Solución estándar de 0mg. F-/L).

Solución de sodio arsénico: se disuelve 5.0 g de esta solución en 1 litro de agua destilada.(PRECAUCION, EVITE INGERIRLO)

Procedimiento:

Preparación de la curva estándar: se prepara la solución estándar de fluoruro en un rango de 0 a 1.40 mg F-/L diluyéndolo apropiadamente en 50 ml. de agua destilada. Una pipeta de 5 ml. de la solución de Spadns y de ácido de zirconio se mezcla bien evitando contaminación y se coloca en el fotómetro a 0 absorbancia con la solución de referencia, para así obtener la lectura de absorbancia de los estándares. Se dibuja una curva de relación entre los mg. de fluoruros y la absorbancia; se prepara una nueva curva cada vez que aparezcan nuevos resultados o que cambie la temperatura. Una alternativa en el uso de la solución de referencia es poner el fotómetro a un punto conveniente entre 0.3 y 0.5 de absorbancia con una solución estándar preparada a 0 mg. F-/L.

Muestra de pre-tratamiento: si la muestra contiene residuos de cloruros, se remueven, agregando una gota de 0.5 ml. de la solución de NaAsO_2 por cada 0.1 ml. de residuos.

Desarrollo del color: se usa una muestra de 50 ml. o una proporción diluida, a 50 ml. de agua destilada. Se ajusta la temperatura, para que sea la misma usada en la curva estándar.

Se adicionan 5.0 ml. de la solución de Spadns y del reactivo, se mezclan y da una absorbancia final. Siempre hay que verificar el punto de referencia del fotómetro, ya que si la absorbancia cae fuera del rango se repite usando la otra mezcla diluida.

Fórmulas:

$$\text{Mg F-/L} = \frac{A}{\text{ml. de la solución}} \times \frac{B}{C}$$

En donde:

A: ug F- determinada en la curva dibujada.

B: Volumen final de la muestra diluida en ml.

C: ml. del volumen de la muestra diluida usado para el desarrollo del color.

Cuando se usa la preparación estándar a 0 mg F-/L para calibrar el fotómetro, la alternativa que se tiene para la medición de fluoruros es la siguiente:

$$\text{Mg F-/L} = \frac{A_o - A_x}{A_o - A_1}$$

En donde:

A_o: absorvancia de la solución estándar preparada a 0 mg.

A₁: absorvancia de la solución estándar preparada a 1 mg.

A_x: absorvancia de la muestra.

Se utilizó la siguiente etiqueta para los envases de plástico:

Facultad de Odontología, USAC
Odontólogo Practicante: Silvia V. Marroquín A.
Planta o pozo:
Envase No.
Fecha de muestreo:

IV. MARCO OPERATIVO

A.1 HUMANOS

- A.1.1. Odontóloga practicante.
- A.1.2. Asesor.
- A.1.3. Comisión de tesis y autoridades de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

A.2. MATERIALES

- A.2.1. Transporte.
- A.2.2. Botes plásticos con una capacidad mínima de 50cc de cierre, hermético, debidamente rotulados.
- A.2.3. Lapiceros.
- A.2.4. Hoja de papel.
- A.2.5. Reactivos del método de SPADNS.
- A.2.6. Instrumento o boleta de recolección de datos.
- A.2.7. Computadora e impresora.

A.3. INSTRUMENTOS

- A.3.1. Bata.
- A.3.2. Pipetas.
- A.3.3. Goteros.

A.4. FINANCIEROS Y ECONÓMICOS

A.4.1. Por cuenta de la investigadora.

A.5. LOGÍSTICA

A.5.1. Aportada por los investigadores.

V. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Para la realización del presente estudio, se tomaron muestras de agua de consumo humano, (Plantas y pozos), de la región metropolitana de la ciudad de Guatemala que abastece Empagua, considerándose, la población estudiada en cuestión.

Se solicitó la autorización de Empagua y del Laboratorio de Química y Farmacia de la Facultad de Ingeniería en el Centro de Investigaciones, para la realizar el estudio.

Se utilizó para la recaudación de datos 1 instrumento de investigación tipo boleta (Anexo 1) para que fueran anotados los resultados de los análisis de las distintas muestras de agua de consumo humano.

Los resultados obtenidos se presentan a continuación.

CUADRO No. 1

Concentraciones del Ion Fluor en el agua de Consumo Humano de la Region Metropolitana de la ciudad de Guatemala Zonas 1,2,3,4 y 5				
Planta o pozo	Concentración Encontrada en Mg/L	Concentracion Recomendada en Mg/L para Niños		
		0 a 2 años	2 a 3 años	3 años en adelante
Zona 1				
Primera y Tercera, zona 1	0.19	0.06	0.31	0.81
Santo Domingo, zona 1	0.19	0.06	0.31	0.81
Colón I, zona 1	0.19	0.06	0.31	0.81
Centro América, zona 1	0.23	0.02	0.27	0.77
Zona 2				
Ciudad Nueva II, zona 2	0.23	0.02	0.27	0.77
Primera y Primera, zona 2	0.38	-0.13	0.12	0.62
Zona 3				
Bosque, zona 3	0.23	0.02	0.27	0.77
Zona 4				
Predio de talleres, zona 4	0.09	0.16	0.41	0.91
Zona 5				
Jardines de la Asunción, zona 5	0.28	-0.03	0.22	0.72

Interpretación: a continuación se presentan las concentraciones del ión flúor encontradas en las plantas y pozos (abastecidos por Empagua) de la región metropolitana de la ciudad de Guatemala, agrupados por zonas de la 1 a la 5.

De las zonas analizadas, todas contienen el ión flúor pero en concentraciones promedio bajas; la más baja de 0.09 mg/L se encontró en la zona 4 y la mayor de 0.38 mg/L en la zona 2 en el pozo Primera y Primera, a pesar de que ambos están en funcionamiento.

CUADRO No. 2

Concentraciones del Ion Fluor en el agua de Consumo Humano de la Region Metropolitana de la ciudad de Guatemala Zonas 6,7,8,9 y 10				
Planta o pozo	Concentración Encontrada en Mg/L	Concentracion Recomendada en Mg/L para Niños		
		0 a 2 años	2 a 3 años	3 años en adelante
Zona 6				
Calzada José Milla, zona 6	0.19	0.06	0.31	0.81
San Antonio, zona 6	0.23	0.02	0.27	0.77
Proyecto 4-3-I, zona 6	0.19	0.06	0.31	0.81
Proyecto 4-10, zona 6	0.19	0.06	0.31	0.81
Jocotales I, zona 6	0.19	0.06	0.31	0.81
Zona 7				
Brigada I, zona 7	0.19	0.06	0.31	0.81
Bethania, zona 7	0.19	0.06	0.31	0.81
TP 2-1, zona 7	0.25	0.00	0.25	0.75
La Brigada, zona 7	0.19	0.06	0.31	0.81
Filtros La Brigada, zona 7	0.23	0.02	0.27	0.77
Planta Lo de Coy, km. 17 1/2	0.23	0.02	0.27	0.77
Tp -9, zona 7	0.33	-0.08	0.17	0.67
Tp- 1, zona 7	0.28	-0.03	0.22	0.72
Zona 8				
El Guarda, zona 8	0.28	-0.03	0.22	0.72
Zona 9				
Arcos I, zona 9	0.23	0.02	0.27	0.77
Arcos II, zona 9	0.23	0.02	0.27	0.77
Zona 10				
J.A. Salazar II, zona 10	0.23	0.02	0.27	0.77
Ciudad Vieja II, zona 10	0.23	0.02	0.27	0.77
Diagonal VI, zona 10	0.23	0.02	0.27	0.77
J.A. Salazar I, zona 10	0.05	0.20	0.45	0.95
El Cambray, zona 10	0.19	0.06	0.31	0.81

Interpretación: a continuación se presentan las concentraciones del ión flúor encontradas en las plantas y pozos (abastecidos por Empagua) de la región metropolitana de la ciudad de Guatemala, agrupados por zonas de la 6 a la 10. De las zonas analizadas, todas contienen flúor, pero en concentraciones promedio bajas, siendo el pozo J. A. Salazar I de la zona 10 que mostró una baja de 0.05 mg/L, debido a que no está en funcionamiento diario, y el que mostró un leve aumento de 0.33 mg/L fue el pozo TP 9 de la zona 7.

CUADRO No. 3

Concentraciones del Ion Fluor en el agua de Consumo Humano de la Region Metropolitana de la ciudad de Guatemala Zonas 11,12,13,14 y 15				
Planta o pozo	Concentración Encontrada en Mg/L	Concentracion Recomendada en Mg/L para Niños		
		0 a 2 años	2 a 3 años	3 años en adelante
Zona 11				
Fábrica de tubos, zona 11	0.23	0.02	0.27	0.77
Zona 12				
Diamante I, zona 12	0.22	0.03	0.28	0.78
Diamante II, zona 12	0.33	-0.08	0.17	0.67
Ojo de Agua, zona 12	0.23	0.02	0.27	0.77
Villalobos, zona 12	0.33	-0.08	0.17	0.67
Tanque TP 12, zona 12	0.33	-0.08	0.17	0.67
Ojo de Agua, zona 12				
Zona 13				
Americas, zona 13	0.24	0.01	0.26	0.76
Zona 14				
Tanque, zona 14	0.23	0.02	0.27	0.77
Zona 15				
El Maestro, zona 15	0.23	0.02	0.27	0.77
Vista Hermosa, zona 15	0.33	-0.08	0.17	0.67

Interpretación: a continuación se presentan las concentraciones del ión flúor encontradas en las plantas y pozos (abastecidos por Empagua) de la región metropolitana de la ciudad de Guatemala, agrupados por zonas de la 11 a la 15.

De las zonas analizadas, todas contienen el ión flúor pero en concentraciones promedio bajas, siendo la zona 15, en el pozo Vista Hermosa, la que muestra 0.33 mg/L juntamente con 3 pozos de Ojo de Agua, zona 12.

CUADRO No. 4

Concentraciones del Ion Fluor en el agua de Consumo Humano de la Region Metropolitana de la ciudad de Guatemala Zonas 16,17,18,19 y 21				
Planta o pozo	Concentración Encontrada en Mg/L	Concentracion Recomendada en Mg/L para Niños		
		0 a 2 años	2 a 3 años	3 años en adelante
Zona 16				
Santa Luisa, zona 16	0.19	0.06	0.31	0.81
Acatán, zona 16	0.23	0.02	0.27	0.77
Planta Santa Luisa, zona 16	0.19	0.06	0.31	0.81
Zona 17				
Rodriguitos Jica, zona 17	0.19	0.06	0.31	0.81
Lourdes, zona 17	0.23	0.02	0.27	0.77
Canalitos Insivumeh, zona 17	0.23	0.02	0.27	0.77
Zona 18				
Puente Belice, zona 18	0.19	0.06	0.31	0.81
Juana de Arco, zona 18	0.52	-0.27	-0.02	0.48
San Rafael I, zona 18	0.28	-0.03	0.22	0.72
San Rafael III, zona 18	0.23	0.02	0.27	0.77
Maya I, zona 18	0.28	-0.03	0.22	0.72
Neuro I, zona 18	0.23	0.02	0.27	0.77
Maya II, zona 18	0.38	-0.13	0.12	0.62
Barrio Colombia, zona 18	0.42	-0.17	0.08	0.58
Planta Las Ilusiones, zona 18	0.23	0.02	0.27	0.77
Zona 19				
Florida I, zona 19	0.19	0.06	0.31	0.81
Zona 21				
Ojo de Agua, zona 21	0.24	0.01	0.26	0.76
Ojo de Agua, zona 21	0.23	0.02	0.27	0.77
Ojo de Agua, zona 21	0.23	0.02	0.27	0.77

Interpretación: a continuación se presenta las concentraciones del ión flúor encontradas en las plantas y pozos(abastecidos por Empagua) de la región metropolitana de la ciudad de Guatemala, agrupados por zonas de 16 a la 21.

De las zonas analizadas, la zona 18 muestra un aumento de 0.52 y 0.42 mg/L en los pozos Juana de Arco y Barrio Colombia a pesar de que éstos funcionan diariamente.

CUADRO No. 5

Concentraciones Promedio del Ion Fluor en el agua de Consumo Humano de la Region Metropolitana de la ciudad de Guatemala Para Niños de 0 a 2 años			
Zona	Concentración Promedio Encontrada en Mg/L	Concentracion Promedio Necesaria en Mg/L	Concentracion Promedio Sugerida en Mg/L
Zona 1	0.20	0.25	0.05
Zona 2	0.31	0.25	-0.06
Zona 3	0.23	0.25	0.02
Zona 4	0.09	0.25	0.16
Zona 5	0.28	0.25	-0.03
Zona 6	0.20	0.25	0.05
Zona 7	0.24	0.25	0.01
Zona 8	0.28	0.25	-0.03
Zona 9	0.23	0.25	0.02
Zona 10	0.19	0.25	0.06
Zona 11	0.23	0.25	0.02
Zona 12	0.29	0.25	-0.04
Zona 13	0.24	0.25	0.01
Zona 14	0.23	0.25	0.02
Zona 15	0.28	0.25	-0.03
Zona 16	0.20	0.25	0.05
Zona 17	0.22	0.25	0.03
Zona 18	0.31	0.25	-0.06
Zona 19	0.19	0.25	0.06
Zona 21	0.23	0.25	0.02

Interpretación: Se encontró una similitud de concentraciones promedio óptimas (0.23 mg/L), para una terapéutica preventiva, en el agua de consumo humano de las 21 zonas de la región metropolitana de la ciudad de Guatemala, a niños de 0 a 2 años de edad que es de 0.25 mg/L, a excepción de la zona 4 que es la más baja (0.09 mg/L).

CUADRO No. 6

Concentraciones Promedio del Ion Fluor en el agua de Consumo Humano de la Region Metropolitana de la ciudad de Guatemala Para Niños de 2 a 3 años			
	Concentración Promedio	Concentracion Promedio	Concentracion Promedio
Zona	Encontrada en Mg/L	Necesaria en Mg/L	Sugerida en Mg/L
Zona 1	0.20	0.50	0.30
Zona 2	0.31	0.50	0.20
Zona 3	0.23	0.50	0.27
Zona 4	0.09	0.50	0.41
Zona 5	0.28	0.50	0.22
Zona 6	0.20	0.50	0.30
Zona 7	0.24	0.50	0.26
Zona 8	0.28	0.50	0.22
Zona 9	0.23	0.50	0.27
Zona 10	0.19	0.50	0.31
Zona 11	0.23	0.50	0.27
Zona 12	0.29	0.50	0.21
Zona 13	0.24	0.50	0.26
Zona 14	0.23	0.50	0.27
Zona 15	0.28	0.50	0.22
Zona 16	0.20	0.50	0.30
Zona 17	0.22	0.50	0.28
Zona 18	0.31	0.50	0.19
Zona 19	0.19	0.50	0.31
Zona 21	0.23	0.50	0.27

Interpretación: se encontró una diferencia de por lo menos la mitad de la concentración necesaria, para una terapéutica preventiva en niños de 2 a 3 años de edad (0.50 mg/L), en el agua de consumo humano de las 21 zonas de la región metropolitana de la ciudad de Guatemala, a excepción de la zona 4 que mostró la más baja concentración (0.09 mg/L).

CUADRO No. 7

Concentraciones Promedio del Ion Fluor en el agua de Consumo Humano de la Region Metropolitana de la ciudad de Guatemala Para Niños de 3 años en adelante			
	Concentración Promedio	Concentracion Promedio	Concentracion Promedio
Zona	Encontrada en Mg/L	Necesaria en Mg/L	Sugerida en Mg/L
Zona 1	0.20	1.00	0.80
Zona 2	0.31	1.00	0.70
Zona 3	0.23	1.00	0.77
Zona 4	0.09	1.00	0.91
Zona 5	0.28	1.00	0.72
Zona 6	0.20	1.00	0.80
Zona 7	0.24	1.00	0.76
Zona 8	0.28	1.00	0.72
Zona 9	0.23	1.00	0.77
Zona 10	0.19	1.00	0.81
Zona 11	0.23	1.00	0.77
Zona 12	0.29	1.00	0.71
Zona 13	0.24	1.00	0.76
Zona 14	0.23	1.00	0.77
Zona 15	0.28	1.00	0.72
Zona 16	0.20	1.00	0.80
Zona 17	0.22	1.00	0.78
Zona 18	0.31	1.00	0.69
Zona 19	0.19	1.00	0.81
Zona 21	0.23	1.00	0.77

Interpretación: se encontró una notable diferencia de por lo menos $\frac{3}{4}$ de la concentración necesaria, para niños de 3 años en adelante (1.0 mg/L), para una terapéutica preventiva en el agua de consumo humano de las 21 zonas de la región metropolitana de la ciudad de Guatemala, a excepción de la zona 4 que muestra la concentración más baja (0.09 mg/L).

CUADRO No.8

Concentracion Promedio del Ion Fluor en el agua de Consumo Humano de la Region Metropolitana de la ciudad de Guatemala	
Zona	Concentración Promedio Encontrada en Mg/L
Zona 1	0.20
Zona 2	0.31
Zona 3	0.23
Zona 4	0.09
Zona 5	0.28
Zona 6	0.20
Zona 7	0.24
Zona 8	0.28
Zona 9	0.23
Zona 10	0.19
Zona 11	0.23
Zona 12	0.29
Zona 13	0.24
Zona 14	0.23
Zona 15	0.28
Zona 16	0.20
Zona 17	0.22
Zona 18	0.31
Zona 19	0.19
Zona 21	0.23
Promedio Total	0.23

Interpretación: se encontró concentraciones promedio del ión flúor de 0.23 mg/L, en las 21 zonas de la región metropolitana de la ciudad de Guatemala, siendo la menor concentración encontrada en la zona 4 de 0.09 mg/L y la mayor la de la zona 18 de 0.52 mg/L.

VI. CONCLUSIONES

1. Se concluyó que todas las muestras estudiadas contienen flúor, desde concentraciones que van de 0.09 mg/L (zona 4) a 0.52 mg/L (zona 18).
2. Se determinó el promedio de las concentraciones de flúor en el agua de consumo humano a nivel de la metrópoli de la ciudad de Guatemala, de 0.23 mg/L.
3. El nivel de las concentraciones promedio encontradas (0.23 mg/L), cumplen aún como una terapéutica preventiva para niños de 0 a 2 años de edad (0.25 mg/L), en el agua de consumo humano, a excepción de la concentración encontrada en la zona 4 .
4. El nivel de las concentraciones encontradas en la zona de 18, de 0.52 mg/L en el pozo Juana de Arco, cumple aún como una terapéutica preventiva para los niños de 2 a 3 años de edad (0.50 mg/L) en el agua de consumo humano, que abarca solamente el abastecimiento de dicho pozo.

5. Se concluyó que sí es necesario suplementos de flúor, como una terapéutica preventiva contra la caries, para niños de 2 años en adelante, (a excepción de los niños que abarca el pozo Juana de Arco de zona 18), no sin antes que los Profesionales en salud que lo van a prescribir, realicen un historial de flúor a sus pacientes para prevenir ingestas excesivas del mismo.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se sugiere hacer estudios en el agua de consumo humano, de entidades privadas y empresas que poseen sus pozos propios, y determinar la concentración del ión flúor en estos lugares para utilizarlas como una terapéutica preventiva.
2. Se recomienda informar a los profesionales de la salud, sobre la concentración del ión flúor en el agua de consumo humano de sus pacientes de acuerdo a las zonas de la región metropolitana en que habitan.
3. Es recomendable que los profesionales en la salud, que prescriben flúor a sus pacientes, realicen antes, un historial de flúor .
4. Se sugiere establecer un método de fluorización que llegue a la mayoría de la población, sin producir daños a la estructura dentaria, ni a la economía de los mismos.

5. Es recomendable realizar estudios durante las distintas épocas del año, para determinar si la concentración promedio del ion flúor, se mantiene a pesar de los cambios de temporada.

ANEXOS

Instrumento de recolección de datos:

Facultad de Odontología, USAC.

**MUESTRA DE AGUA DE CONSUMO HUMANO PARA LA DETERMINACIÓN
DE REMANENTES DE FLUORUROS EN LA REGION METROPOLITANA.**

Fecha de muestreo:

Odontólogo Practicante: Silvia Virginia Marroquín Archila.

Planta o pozo:

Zona:

Resultado de la concentración:

Laboratorio de Química y Farmacia, de la Facultad de Ingeniería, Centro de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Descripción del instrumento de recolección de datos:

- Fecha de muestreo: es la fecha de cuando se llevó a cabo la recolección de las 200 muestras de agua de consumo de la región metropolitana.
- Odontólogo practicante: es el nombre de la estudiante de pre-grado de la Facultad de Odontología, que realiza la investigación.
- Planta o zona: es la identificación que se le dio a las muestras de agua que se recolectaron para su análisis químico.
- Resultado de la concentración: es el resultado que se obtuvo del análisis químico que se le practicó a las muestras de agua recolectadas.

Etiqueta para los envases de plástico:

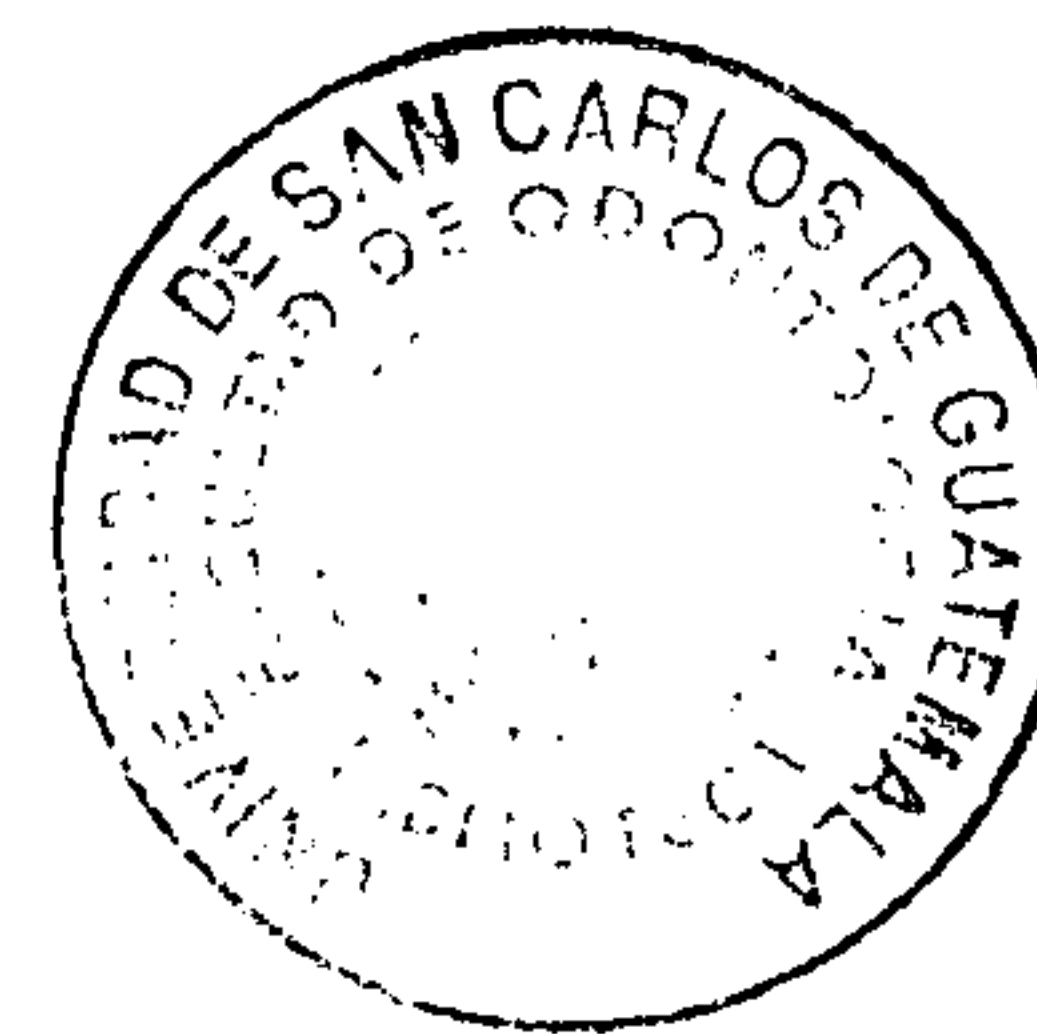
Facultad de Odontología, USAC
Odontólogo Practicante: Silvia V. Marroquín A.
Planta o pozo:
Envase No.
Fecha de muestreo:

BIBLIOGRAFIA

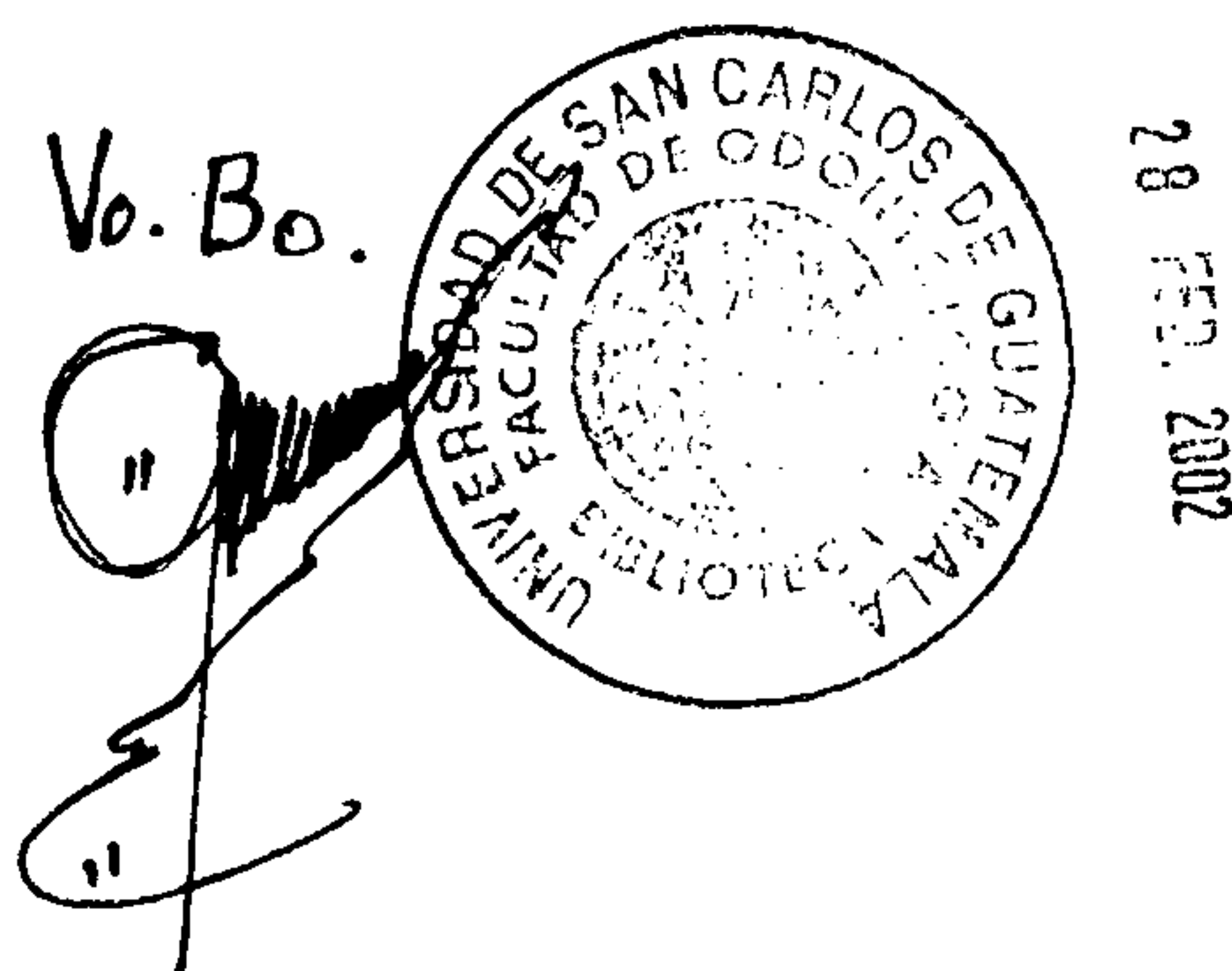
1. Borgarello, L. de. Flúor Rev Fac Odontol UNC 2 (1,2): 63-106. 1983.
2. Busto, G.-- Diagnóstico de salud bucal y estudio de las necesidades de servicio en el departamento de Guatemala.-- Tesis (Cirujano Dentista) -- Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1987.-- 77p.
3. Gonzáles, M.-- Epidemiología de la caries dental y la enfermedad periodontal en Guatemala.-- Rev USAC Guatemala. (3): 63-70, Abril 1989.
4. _____ R. Sánchez.-- Fluorosis dental en Guatemala: epidemiología caracterización.-- Rev USAC Guatemala. (3): 55-56, Abril 1989.
5. _____ Concentración de fluoruro en el agua de bebida de Guatemala.-- Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, Departamento De Educación, Guatemala, s.f. 15p.
6. Guatemala, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.-- Convenio de fluoración del agua potable en la ciudad de Guatemala.-- 26 de Julio de 1988.-- 5p.
7. Lara Sandoval, Estuardo.-- Evaluación del programa de fluorización que distribuye Empagua.-- Tesis (Cirujano Dentista) -- Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1996.-- 50p.
8. Mier, J. F.-- Fluoración del agua potable / J. F. Mier; trad por H. Rodríguez.-- México : Limusa-Wiley, 1971.-- pp. 253



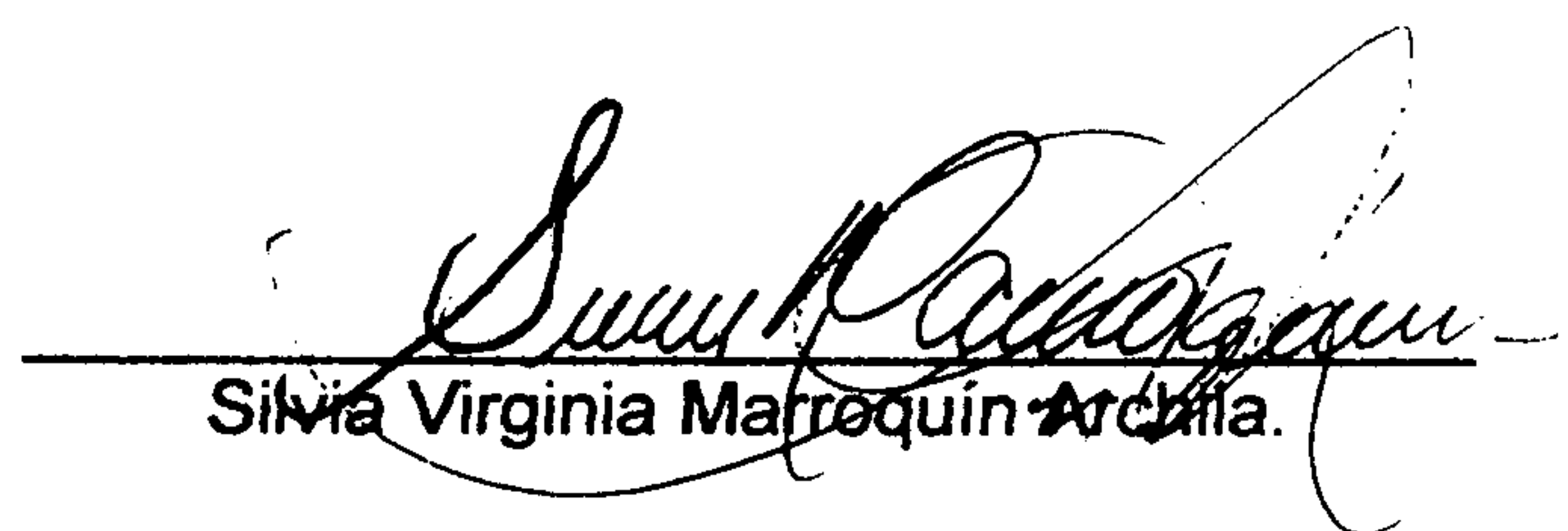
9. Morán Novales, Luis Estuardo.-- Determinación de la concentración de flúor en las 21 zonas de la ciudad capital de Guatemala, distribuida por Empagua.-- Tesis (Cirujano Dentista) -- Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1991.-- 53p.
10. Newburn, E.-- Fluoride and dental caries.-- 2a. ed.-- Illinois : Charles C. Thomas Publishers, 1975.-- 372p.
11. Organización Mundial de la Salud.-- Fluoruros y salud.-- Ginebra : OMS, 1972.-- 379p.
12. _____Antecedentes de la fluoración.-- Washington : OMS, 1976.-- 11p.
13. Popol Oliva, Axel.-- Caries y fluoruros.-- Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, Area de Diagnóstico, Guatemala, 1999.-- 11p.
14. _____Métodos de entrega de fluoruros y fluoruros tópicos.-- Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, Area de Diagnóstico, Guatemala, 1999.-- 14p.
15. Recinos, Leonidas.-- Suplementación de flúor.-- Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, Area de Odontología Socio-Preventiva, Guatemala, 1989.-- 10p.
16. Siddiqi, A. H.-- La fluorosis en las regiones de la India con aguas naturales hiperfluoradas.-- pp. 295.-- En: Fluoruros y Salud. OMS.-- 1972.
17. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Area de Química y Microbiología sanitaria.-- Técnicas de Ingeniería aplicada a la fluoración de las aguas.-- Guatemala, 1968.-- pp. 24-78.



18. Villagrán Rangel, Sandra Nineth.-- Concentración de fluoruros en el agua de consumo y su relación con Fluorosis dental en la población de San Lucas Tolimán.-- Tesis (Cirujano Dentista) -- Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1991.-- 57p.
19. Wehneke, G. R.-- Flúor en las tabletas como factor de prevención de caries dental y sus efectos en los hijos de madres sometidas a este tratamiento durante el embarazo y en niños pre-escolares que han recibido el tratamiento directamente.-- Tesis (Cirujano Dentista) -- Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1976.-- pp. 5-10.
20. Worl Health Organization.-- Fluorine and Fluorides.-- Geneva : WHO, 1984.-- pp. 37-45.
21. Zamboni, M.-- Concentración de fluoruros en el agua de consumo y su relación con caries y Fluorosis dental en una muestra de adultos de la comunidad de Agua Salóbrega, Sanarate.-- Tesis (Cirujano Dentista) -- Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1988.-- 52p.



El contenido de ésta tesis es única y exclusiva responsabilidad del autor



Silvia Virginia Marroquín Archila.



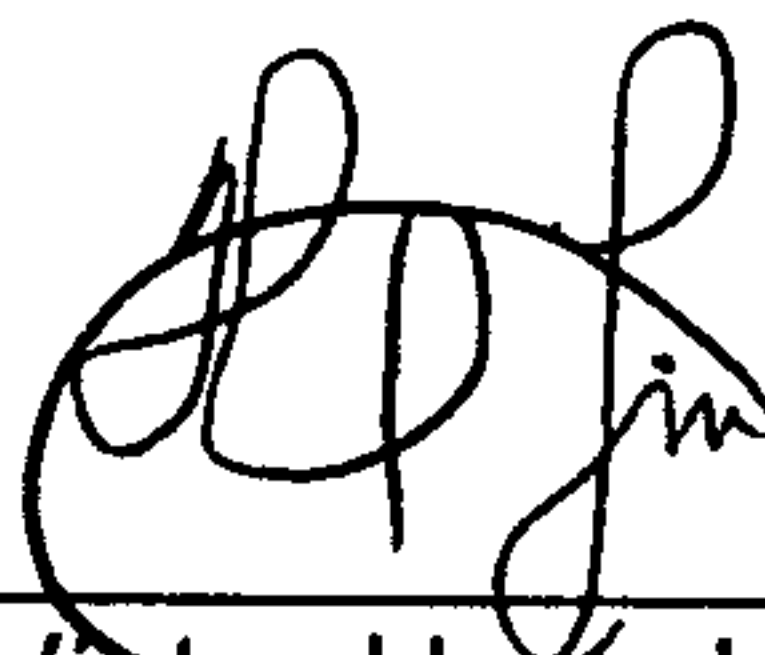
Silvia Virginia Marroquín Archila

SUSTENTANTE



Dra. Lucrecia Chinchilla de Ralón

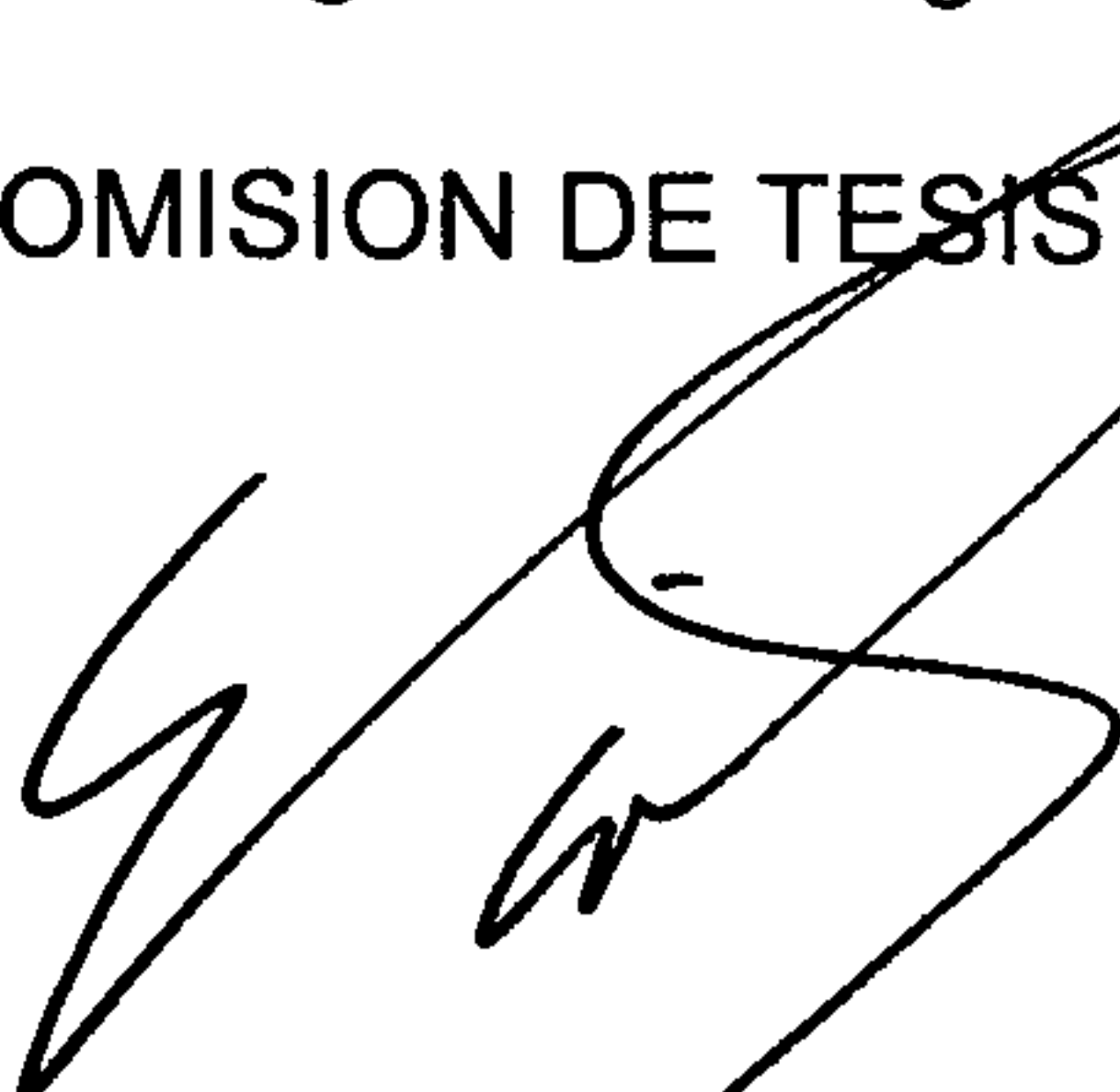
ASESORA



Dr. Victor Hugo Lima Sagastume



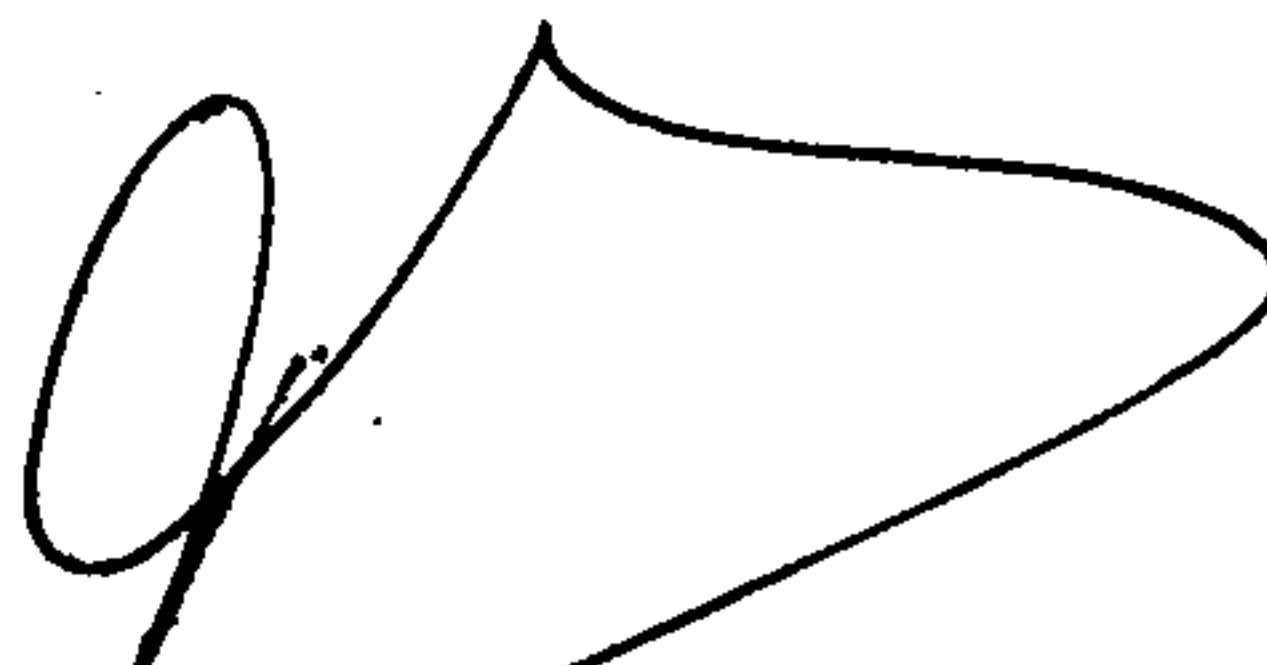
COMISION DE TESIS



Dr. Estuardo Amílcar Vaides Guzmán.



COMISION DE TESIS



Dr. Otto Raúl Torres Bolaños

SECRETARIO

