

23 No. 10



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
"ZARAGOZA"

## FLUORURACION DEL AGUA COMO MEDIDA PREVENTIVA A NIVEL NACIONAL

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
CIRUJANO DENTISTA  
P R E S E N T A N:  
MA. TERESA ALVAREZ ZAMORA  
IRMA CORIA SANDOVAL





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## I N D I C E

FUNDAMENTACION DEL TEMA  
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA  
OBJETIVOS  
HIPOTESIS  
MATERIAL Y METODOS  
INTRODUCCION

### I.- FLUORURACION.

I.1. Historia de la fluoruración del agua.....	1
I.2. Aspectos de salud pública de la fluoruración.....	2
I.3. Tipos de fluoruración.....	3
I.4. Propiedades del flúor.....	4
I.5. Flúor en la naturaleza.....	5
I.6. Métodos de obtención del flúor en el laboratorio.....	9

### II.- CLASIFICACION DE LOS FLUORUROS.

II.1. Fluoruros orgánicos.....	14
II.2. Fluoruros inorgánicos.....	16
II.3. Fluoruros utilizados en la fluoruración.....	17

### III.- METODOS SE APLICACION DEL FLUOR PARA LA PREVENCION DE LA CARIES DENTAL.

III.1. Fluoruros por vía sistémica.....	23
III.2. Fluoruros por vía local.....	32
III.3. Materiales dentales fluorados.....	48

### IV.- EFECTOS TOXICOS DE LAS GRANDES DOSIS DEL FLUOR.

IV.1. Síntomas clínicos sobre la intoxicación por fluoruros.....	57
IV.2. Índice de fluorosis dental.....	59
IV.3. Hipoplasia adamantina por fluoruros.....	61

V.- PROCEDIMIENTOS PARA LA ADICION DE FLUORUROS	
V.1. Dosificación de solución.....	65
V.2. Dosificadores de material en seco.....	67
V.3. Selección del sistema óptimo de fluoruración.....	69
V.4. Punto de aplicación de los fluoruros.....	70
V.5. Tipo de dosador y de compuesto químico a usar.....	71
V.6. Control de la concentración del fluoruro.....	72
V.7. Seguridad y peligros en el manipuleo de compuestos quími cos de fluoruro.....	73
V.8. Organización y procedimientos para la fluoruración de co munidades.....	76

#### VI.- FLUORURACION DEL AGUA EN LA REPUBLICA MEXICANA.

VI.1. Antecedentes.....	83
VI.2. Fluoruración en la ciudad de los Mochis.....	84
VI.3. Planta potabilizadora en la ciudad de los Mochis.....	85
VI.4. El caso de la ciudad de México.....	86
VI.5. Zonas hiperfluoradas y zonas pobres de flúor en algunos estados de la República Mexicana.....	91
VI.6. Fluoruración del agua en áreas rurales.....	92
VI.7. Características principales de los cinco abastecimientos de agua en la ciudad de México.....	93

RESULTADOS

CONCLUSIONES

COMENTARIO FINAL

BIBLIOGRAFIA

TEMA: "FLUORURACION DEL AGUA COMO MEDIDA PREVENTIVA A NIVEL NACIONAL"

AREA: ODONTOLOGIA PREVENTIVA

PARTICIPANTES: ALVAREZ ZAMORA MA. TERESA  
CORIA SANDOVAL IRMA

ASESOR. C.D. JORGE CURIEL VELAZQUEZ

#### FUNDAMENTACION DEL TEMA

Actualmente está demostrado que la ingestión de cierta cantidad de fluoruro especialmente cuando tiene un carácter continuo desde la primera infancia confiere una protección considerable tanto a los dientes primarios como a los permanentes, contra la caries dental.

El mejor procedimiento para asegurar un consumo adecuado de fluoruro es la Fluoruración del agua potable, medida de protección colectiva, de la que se benefician todos los usuarios que utilizan agua de una red central de abastecimiento para beber.

La experiencia adquirida hasta la fecha indica que el agua potable fluorada es el mejor vehículo de que se dispone para la fluoruración, ya que ningún otro asegura una ingestión de fluoruro óptimo y permanente.

Los métodos de aplicación local de fluoruro también parecen tener una eficacia para prevenir la caries dental.

El notable uso y eficacia del fluoruro para prevenir la caries dental por un mecanismo que todavía no está totalmente aclarado justifica toda clase de esfuerzo en materia de investigación pura y aplicada, así como en la búsqueda de nuevos métodos que puedan emplearse útilmente y sin peligro para mejorar la higiene dental, que es parte integrante de la salud.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿ A través de la fluoruración del agua como medida preventiva puede disminuirse el problema de caries dental en la población a nivel Nacional ?

## OBJETIVOS

- 1.- Determinar a analizar la eficacia y economía que tienen los métodos de fluoruración del agua en algunas zonas de la República Mexicana.
- 2.- Mencionar y describir la clasificación de los fluoruros.
- 3.- Establecer los mecanismos de acción y metabolismo de los fluoruros administrados por vía sistémica y local.
- 4.- Enunciar otros métodos a base de flúor, destinados a la prevención de la caries dental.
- 5.- Explicar los efectos tóxicos de las grandes dosis de los fluoruros.
- 6.- Mencionar y describir los diferentes procesos y tipos de fluoruración del agua que se realizan en la República Mexicana.
- 7.- Identificar los requisitos y cuidados de los abastecimientos para la fluoruración del agua.
- 8.- Describir los diferentes programas referentes a la fluoruración del agua, que se llevan a cabo en la República Mexicana.

## HIPOTESIS

Si la caries dental es una enfermedad que afecta a la mayor parte de la población y sobre todo a la infantil: entonces a través de la fluoruración del agua como medida preventiva a nivel Nacional puede disminuirse la incidencia de la caries dental.

## MATERIAL Y METODO

Básicamente para la realización de este trabajo se consultarán libros y artículos de 3 años a la fecha.

La metodología a seguir para la realización del trabajo será:

- Una vez elegido el tema de investigación se recogerá, sintetizará y organizará toda la información referente a él.
- Se elaborarán fichas bibliográficas
- Se seleccionará la información obtenida a través de revistas, libros y artículos tanto extranjeros como nacionales.
- Efectuaremos traducciones de los artículos seleccionados, analizaremos y sintetizaremos dicha información, con esto entonces podremos realizar nuestras fichas de trabajo.
- En esta forma, partiendo de las fichas de trabajo obtenemos la estructura que tendrán nuestros capítulos, que serán la parte central de nuestro trabajo.
- Cuando se haya realizado todo el trabajo por capítulos entonces podremos formular una serie de resultados de dicha investigación así como la elaboración de las conclusiones y en base a esto poder elaborar nuestros propósitos superadores.

## INTRODUCCION

Cuando la enfermedad afecta a alguna de las áreas, como: la biológica, psíquica o social, se involucran todas las demás, un daño en el área biológica repercute en la psíquica y en la social generando alteraciones en el estado de ánimo del individuo y su relación -- con el medio ambiente.

No sucede menos cuando hay alteraciones de orden odontológico en donde los padecimientos bucales son algo común en la sociedad en donde vivimos.

Estamos consientes que los problemas de salud pueden ser reflejo de las características de cada medio ambiente y suelen manifestar la influencia del mismo sobre los hábitos de la región.

El criterio más aceptado dentro de la práctica profesional odontológica es aquel que encamina sus esfuerzos a conservar, fomentar, prevenir la salud del individuo por medio de la "promoción de la salud".

En la actualidad se realizan algunos programas encaminados a este propósito. Para formación de estos programas se han evaluado las necesidades y requerimientos de la población, así mismo, como los recursos humanos y físicos existentes, sin olvidar que las costumbres y hábitos influyen con los modelos de salud y las relaciones frente a ellos.

Uno de los programas que se puede citar para la prevención de la caries dental es el de la "fluoruración del agua potable".

La fluoruración se entiende como el hacer llegar a las personas o población, los beneficios de los fluoruros, proporcionandoles en aquellas cantidades que se denominan "dosis óptima" que depende de determinados factores ambientales, los cuales deben conocerse y evaluarse, es decir, que se trata de utilizar todos aquellos medios de tipo individual o masivo y que haya provado ser de conocida eficacia en la prevención de la caries dental.

De acuerdo a lo anterior, presentamos en el siguiente trabajo un enfoque de los diversos aspectos, investigaciones y resultados que se han obtenido a través de los programas referentes a la fluoruración del agua como medida preventiva.

Por lo consiguiente efectuamos un análisis de la importancia de la fluoruración del agua y de su aspecto socio-económico, referimos los -- diferentes tipos y procesos de la fluoruración. Así mismo se efectúa un estudio de los diferentes métodos a base de fluoruros.

Se explica la acción de los fluoruros a nivel local y sistémico, posteriormente se mencionan los programas de fluoruración del agua potable que están en proyecto para realizarse en la República Mexicana.

Finalmente se presentan los resultados obtenidos de algunos de -- estos programas.

## I. FLUORURACION.

### I.1. Historia de la fluoruración del agua.

La fluoruración de las aguas de abastecimientos públicos como la medida más efectiva, segura y económica de prevenir la caries dental, tuvo su origen debido al descubrimiento de la fluorosis dental, enfermedad causada por la presencia en exceso de fluoruros en el agua potable. Se observó además, que la presencia de este elemento en el agua reducía la caries dental.

Fue el Dr. Mc. en 1916, quien después de estudiar el problema de la fluorosis dental, asoció la relación entre baja prevalencia de caries y la ingestión de agua con contenido de fluoruros.

Diez años más tarde el Dr. Dean y asociados del servicio de Salud Pública de los Estados Unidos de América realizaron una serie de estudios, entre los que se encuentran el de las 21 ciudades (1932-1937), llegando a determinar que cuando el agua de consumo contiene un nivel óptimo de fluoruro aproximadamente 1.00 ppm. para las condiciones climatológicas del Norte de los Estados Unidos, se prevenía la caries dental, sin producir fluorosis, quedando así definidas las bases para la aplicación controlada de fluoruros al agua potable.

Con base en las experiencias realizadas, se inició en 1944 la fluoruración del abastecimiento de agua en las ciudades de Grand Rapids, Michigan (EUA), Brantford, Ontario (Canadá), New York (EUA) y Evanstone, Illinois.

Diez años después se pudo observar que la reducción de la caries dental en la población de estudio se encontró los siguientes resultados:

- a.- Grupo de 6 a 9 años, disminución de la caries en 58%.
- b.- Grupo de 10 a 12 años, disminución de la caries en 53%.

c.- Grupo de 12 a 14 años, disminución de la caries en 48%

d.- Grupo de 14 a 16 años, disminución de la caries en 41%

La importancia sanitaria de la gran diferencia que existe en la frecuencia de la caries dental entre los niños que viven en la zona donde el agua de bebida contiene flúor y en la que carece de él, se acentuó más todavía cuando el estudio de las poblaciones adultas demostró que el efecto del flúor prosigue durante toda la vida sin mostrar ninguna disminución apreciable con la edad.

El estado de fluoruración en las Américas para 1977 revela que la fluoruración del agua está siendo aplicada en 15 países, beneficiando a una población mayor de 93 millones en los Estados Unidos, 7 millones en el Canada y a más de 16 millones en América Latina.

Aspectos de salud pública de la fluoruración del agua.

Desde 1945 a la fecha, más de 500 comunidades en los Estados Unidos han ajustado el contenido del ión fluoruro a las aguas de sus sistemas públicos de abastecimiento, mediante la adición de compuestos fluorurados.

El uso continuo de agua fluorurada desde el nacimiento, junto a una buena higiene bucal y la adecuada selección de los alimentos pue de eliminar casi la totalidad de la caries dental.

La fluoruración economiza dinero y recursos humanos dentales. La investigación que se hizo comparando las poblaciones de Newburg, Nueva York, que tiene agua fluorada con la Kingston, con agua no fluorada, mostró que el costo del tratamiento dental en el área no fluorada fué más del doble y el tiempo de atención por persona fué de cerca de 1 a 1/2 veces que el necesitado en las áreas fluoruradas.

El costo de la atención dental y el costo de los programas de salud dental soportados por impuestos se han reducido en más de dos tercios en las comunidades fluoruradas en comparación con las no fluoruradas,

### I.3 Tipos de fluoruración.

#### I.3.1 Fluoruración natural.

En este tipo de fluoruración, los fluoruros se encuentran en forma natural, sea en mayor porcentaje, dependiendo de la zona de origen.

El examen de los dientes en miles de niños y los análisis de fluoruro de cientos de abastecimientos de agua han mostrado una relación marcada entre la concentración de fluoruro en el agua y la incidencia de caries dental. Esta relación es:

- Cuando el nivel del fluoruro sobrepasa de 1.5 ppm. cualquier incremento adicional no tiene efecto significativo en la reducción de la incidencia de dientes cariados, faltantes u obturados, pero sí aumenta la presencia y severidad del moteado.
- A un nivel de fluoruro por debajo de 1.0 ppm. se presentan algunos beneficios, pero la reducción de caries no es tan grande y disminuye gradualmente conforme decrece el nivel de fluoruro hasta que, al acercarse al nivel cero, no se observa ninguna mejoría.

#### I.3.2 Fluoruración mezclada.

La fluoruración mezclada, consiste en la mezcla de agua de dos fuentes, una suministrando agua con un contenido de fluoruros sobre el óptimo, y la otra con diferencia de fluoruros naturales.

El proceso de mezcla, se adopta, sea para elevar el nivel de fluoruro en la fuente mayor de abastecimiento mediante la adición de agua de

pozos con un alto contenido de fluoruro, o para reducir el exceso, agregando agua de pozos con un bajo contenido de fluoruro.

### I.3.3. Fluoruración controlada.

El tercer tipo de fluoruración, en adición a la natural y a la de mezcla, es aquella en la cual el contenido de fluoruros en el agua se ajusta por la deliberada adición del compuesto químico que provee los iones fluoruro.

### I.4. Propiedades del flúor.

El flúor es el elemento más electronegativo de todos los elementos químicos y está dotado de una reactividad química tan intensa que prácticamente no se encuentra en la naturaleza en forma de flúor elemental.

El flúor existe tanto en la industria como en la naturaleza y se encuentra combinado en forma de fluoruros.

Combinado en forma de fluoruros ocupa el decimoséptimo lugar en abundancia entre los principales elementos de la corteza terrestre.

#### I.4.1 Propiedades físicas.

El flúor es un gas diatómico de fórmula  $F_2$

Símbolo F

Primer elemento de la familia de los halógenos.

Gas de color amarillo verdoso.

El flúor se combina con varios elementos a temperaturas ordinarias.

#### I.4.2 Propiedades químicas.

Masa atómica	19
Densidad	160
Punto de ebullición	188°C
Punto de fusión	- 223°C
Número atómico	9

#### I.4.1. Otras características.

Es muy tóxico, muy corrosivo e irritante.

Inestable.

Peligro alto de incendio

Poderoso agente oxidante.

#### I.5. Flúor en la naturaleza.

En el mar: La mayor parte del agua de que normalmente dispone el hombre participa en el ciclo hidrológico cuyo punto de partida es el mar. El agua marina contiene cantidades importantes de fluoruros cuya concentración varía entre 0.8 y 1.4 ppm.

En la atmósfera: En la atmósfera existen fluoruros de otros orígenes: polvos procedentes de suelos fluorados, humos industriales incineración del carbón en las zonas habitadas e industriales y emanaciones de gas en las regiones volcánicas. Se han encontrado concentraciones de fluoruros en la atmósfera de 1 a 174 ppm.

Corteza terrestre: Los fluoruros se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza y se estima que bajo esa forma, el elemento flúor, constituye aproximadamente el 0.034% de la corteza terrestre.

Suelos: Se ha determinado que la concentración de flúor aumentada a medida que se profundiza, sólo prácticamente constante. En un estudio revisado se observó que en una serie de 46 análisis, los valores mínimos y máximos fueron 30 y 320 ppm. con un promedio de 200 ppm. el empleo de abonos fosfáticos que contienen flúor puede aumentar la concentración de este elemento en los suelos y en las aguas que los atraviesan.

Ríos: La concentración del flúor en aguas superficiales y subterráneas depende de una gran variedad de factores entre los que destacan:

a) La existencia de minerales fluorados en contacto con las aguas y el

- grado de solubilidad de estos.
- b) Propiedades de las rocas y de los suelos por los que circula el agua.
  - c) Velocidad de la corriente.
  - d) temperatura.
  - e) La temperatura a la que se produce la interacción entre el agua y las rocas.
  - f) La concentración de los iones  $H^+$  y  $Ca^{++}$ , Mg, Na, K, Mn, Sr, Ba, sulfatos y cloros.

La concentración de flúor suele ser más alta en las aguas alcalinas y en las que la temperatura es relativamente elevada.

**Minerales explotables:** Hay yacimientos de minerales fluorados en las que las concentraciones de flúor pueden ser suficientemente altas para que el mineral adquiriera un valor comercial.

Los minerales más importantes son el espato flúor (que contiene fluorita o fluoruro de calcio), criolita (que contiene la sal doble de sodio y aluminio) y la apatita (que es un complejo compuesto de calcio, de fluoruros, carbonatos y sulfatos).

#### I.5.1 Espato flúor.

Este mineral es la principal fuente de los compuestos comerciales de flúor, Es un mineral que contiene cantidades variables de fluoruro de calcio. El fluoruro de calcio puro contiene 51.1% de calcio y 48.9% de fluoruro. El espato flúor, tal como se obtiene, puede contener hasta sólo el 30% de fluoruro de calcio.

Los grados comerciales del espato flúor contienen, por lo general, de 85 a más % de fluoruro de calcio. Los depósitos se encuentran, en masas de material cristalino muy puro, mezclado con trozos de galena, cuarzo, calcita, barita, esfalerita.

El espato flúor debe tener poco sílice y cualquiera de las otras

impurezas, si va a utilizarse para la elaboración de ácido fluorhídrico y otros compuestos de fluoruros, el grado de pureza se obtiene mediante un proceso especial de purificación.

En la actualidad, hay dos formas en que se utiliza el espato flúor para la fluoruración del agua: el material se disuelve en la planta de tratamiento de agua y se agrega en forma de líquido al agua, o proporciona la materia prima principal en la elaboración de diferentes compuestos que contienen fluoruros, que pueden adquirirse comercialmente, y dosificarse, ya sea como líquido o sólidos en forma directa, al agua que va a tratarse. El compuesto principal que se elabora a partir del espato flúor, es el ácido fluorhídrico que se usa en la preparación de la mayoría de las sales que contienen flúor. Este ácido se obtiene mediante la acidulación del espato flúor utilizando ácido sulfúrico:



El espato flúor se encuentra comercialmente: 1) en varios grados de pureza, 2) varios grados de flotación y 3) varios tamaños de partículas.

En general, existen tres grados de pureza. El grado metalúrgico se utiliza principalmente para la fabricación de acero y contribuye con el 55% de la demanda total del espato flúor. Debe contener aproximadamente el 85 % de fluorita ( $\text{CaF}_2$ ) y menos del 5 % de sílice.

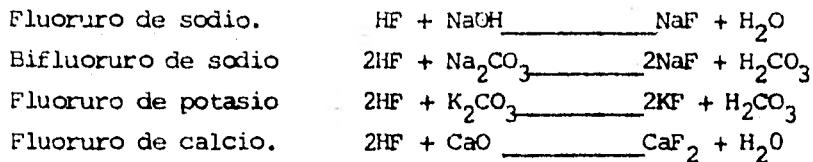
El grado cerámico se utiliza en la fabricación de artículos de vidrio, productos de arcilla y esmaltes para recubrimientos de metales. Generalmente es por lo menos 95% de fluorita y contiene menos de 2.5% de sílice y menos de 1.5% de carbonato de calcio.

El grado ácido constituye aproximadamente, un tercio de la cantidad total de espato flúor consumido, este grado se utiliza para la elaboración del ácido fluorhídrico (y con éste se elaboran muchas sales de flúor) como el ingrediente principal de la criolita sintética. Y de tener, por lo menos, un 97% de fluorita y entre 1.0 y 1.5% de sílice.

El espato flúor contiene reactivos de flotación cuando se ha procesado. En la planta de tratamiento de agua esto evita que el espato flúor se hunda inmediatamente.

El espato flúor puede encontrarse en muy diferentes tamaños, por ejemplo, los grados metalúrgicos pueden obtenerse como grava, en terrones, gránulos artificiales o como concentrados de flotación de diversas dimensiones.

Sales del ácido fluorhídrico. Seleccionando el compuesto reactivo apropiado, puede obtenerse con este ácido, cualquier sal de flúor:



Silicofluoruros. Todos los silicofluoruros que pueden adquirirse comercialmente, se obtienen como un subproducto de la purificación de la fosforita.

Análisis de la fosforita:

Oxido de calcio (CaO).....	46.5%
Sílice (SiO <sub>2</sub> ).....	9.5%
Oxido fosfórico(P <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ).....	34.0%
Hierro, aluminio.....	3.0%
Flúor.....	3.5%
	<u>100.0%</u>

Entre los derivados más importantes de los silicofluoruros tenemos:  
 Acido fluosilícico.  
 Silicofluoruro de sodio.  
 Silicofluoruro de amonio.

Silicofluoruro de magnesio.

### I.5.2. Criolita.

De los tres minerales más comunes que contienen el mayor porcentaje de fluoruro (espato flúor, la apatita y la criolita), sólo esta última no tiene importancia en la fluoruración del agua.

La criolita  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ , tiene el contenido del flúor más elevado que cualquier otro mineral comercial conocido, 54% por peso.

Debido a su costo, no se utiliza como materia prima en la industria química del flúor. Se emplea principalmente en la reducción de aluminio, aunque gran parte de la criolita que se utiliza con este fin, es sintética, y se fabrica a partir del espato flúor.

### I.6. Métodos de obtención del flúor en el laboratorio.

Existen varios métodos para la determinación de fluoruros en el agua. De estos, y dependiendo del grado de exactitud requerido, se pueden usar tres métodos analíticos. El método visual de alizarina (Scott-Sanches) es el de menor exactitud. El método fotométrico (Spdsns) es de un grado óptimo de exactitud. El método electrodo es muy exacto, demora aproximadamente 5 minutos y es el más simple pero también el más costoso.

#### I.6.1. Método visual.

Lo básico de este método es la coloración roja oscura producida por la reacción química entre la alizarina y el zircónio. La presencia de fluoruro en la muestra de agua desplaza al zircónio de la reacción, con lo cual decrece la intensidad del color presente. En muestras de agua con alto contenido de fluoruro, el único color manifiesto es el amarillo de la anilina que no ha reaccionado. La alizarina es sensitiva al ph, su color varía desde el púrpura en soluciones alcalinas hasta el amarillo en soluciones ácidas. En muestras con bajo contenido de fluoruro el color se aproxima al de una laca roja, de la reacción zircónio alizarina.

La reacción es afectada por varios factores, tales como la acidez y la temperatura de la reacción. La acidez se controla mediante una proporción fija de volúmenes entre el reactivo y la muestra, pero la temperatura debe controlarla el analista.

Las comparaciones de color se hacen en tubos de Nessler de 100 ml. los tubos son colocados e iluminados longitudinalmente hacia el ojo del observador.

En la práctica, un número de tubos que contienen soluciones patrones de fluoruros, con concentraciones a intervalos fijos, se preparan adicionalmente a los tubos conteniendo las muestras. Los reactivos se agregan a las soluciones patrones y a las muestras y después de 60 minutos las muestras se comparan visualmente con los patrones para la determinación de igualdad de colores.

Las soluciones patrones pueden, por ejemplo, tener concentraciones con diferencias de 0.2 mg/l. (0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 mg/l).

**Ventajas del método visual.**

Es simple, económico y de exactitud recomendable.

**Desventajas.**

Está sujeto a la habilidad visual del individuo y se afecta por falta de iluminación. Los patrones deben ser renovados porque con el tiempo cambian de color.

#### I.6.2. Método fotométrico.

Este método elimina los errores del método visual debidos al cambio de intensidad de la luz y capacidad de percepción del ojo humano

El fotómetro es un instrumento que básicamente tiene una fuente de iluminación permanente (lámpara de tungsteno) y un detector fotoeléctrico. La lámpara integral estabiliza la intensidad y el color de la fuente, y el fototubo proporciona una valuación impersonal de la intensidad de la luz transmitida por la solución.

Cuando se utiliza con una escala indicadora, el fototubo proporciona valores numéricos de intensidad de la luz a que se usan para la elaboración de las curvas de calibración. Tales curvas eliminan la necesidad de preparar patrones recientes.

Curva de calibración. Se prepara una serie de patrones con diferentes concentraciones de flúor. Empezando desde 0.mg/l, se mide para cada patrón el porcentaje de transmitancia o de intensidad óptica (D.O), utilizando la máxima longitud de onda. Se traza una curva con las concentraciones en el eje de las abscisas y los valores de D.O en el eje de las ordenadas.

Cuando se analiza una muestra desconocida, se adicionan los reactivos y se mide la transmitancia o densidad óptica en la misma forma que con los patrones. Con los valores obtenidos, se determina la concentración de la muestra utilizando la curva de calibración.

### I.6.3. Método de electrodo.

Los métodos descritos anteriormente tienen el inconveniente de interferencia por la presencia en el agua de sustancias tales como hierro, sulafatos y fosfatos cuando están presentes en cantidades apreciable. La interferencia de estas sustancias se elimina mediante destilación, la cual introduce más tiempo, posibles errores y gastos todos estos inconvenientes se eliminan mediante el uso del método de electrodo, el cual tiene además la ventaja de ser casi inmediato (de dos a cinco minutos).

Puede usarse un ph-metro con escala expandida, con un electrón específico para fluoruro.

Cuando el electrodo se sumerge en la solución, se establece una diferencia de potencial entre las soluciones interna y externa. El potencial es expresado en milivoltios y puede ser positivo o negativo, dependiendo de si la concentración de la muestra es mayor o menor que la de la solución interna. Debe asegurarse una actividad iónica en la

muestra; para eso, se agrega a cada muestra un volumen igual de un Buffer de resistencia total de actividad iónica (TISAB).

El equipo se compone de un electrodo específico para determinar el ión fluoruro y un aparato para leer la diferencia de potencial con capacidad para estimar hasta 0.1 milivoltios. Los accesorios adicionales incluyen un agitador magnético con barra para mantener en agitación la muestra durante la determinación.

Al igual que el método fotométrico, se prepara o calibran curvas a partir de soluciones patrones de conocida concentración. En estas curvas se plantea la concentración contra el potencial en milivoltios en papel semilogarítmico. Existen aparatos portátiles de lectura directa de concentraciones del ión fluoruro.

## BIBLIOGRAFIA

Curso de fluoruración. Documento F.D.H. 42/44/51/52. Sección dental. División de salud de la familia. Organización-panamericana de la salud. Oficina sanitaria panamericana Oficina regional de la organización mundial de la salud. Washinton D.C. E.U.A. 1977.

E. Merck Darmstadt. Análisis de aguas selección de métodos químicos para la práctica. Febrero 1978.

Franz J. Maier. Fluoruración del agua potable". Pag. 11 - 25 Edt. Limusa.

G.G. Hawley. Diccionario de química orgánica y de productos químicos Pag. 408, 9, 10. Edt. Omewa S.A.

## II.- CLASIFICACION DE FLUORUROS.

Se conocen en general dos tipos de fluoruros:

Los orgánicos

Los inorgánicos.

### II.1. Fluoruros orgánicos.

- Fluorocarbonos.
- Fluorofosfatos.
- Fluoroacetatos.

#### II.1.1 Fluorocarbonos.

El fluorocarbono es un compuesto de carbón y flúor con o sin hidrógeno; es análogo al hidrocarburo en el cual todos o casi todos los átomos de hidrógeno están sustituidos por átomos de flúor. Se caracteriza por su inercia química extrema, no arde y es térmicamente estable hasta unos 260°C.

Son más volátiles y más densos que los hidrocarburos correspondientes, posee índices de refracción, constantes dieléctricas, solubilidades y tensiones superficiales bajas, algunas viscosidades son comparables con las de los hidrocarburos. Algunos están en forma gaseosa y otros en forma líquida.

Peligros: reacciona violentamente con sustancias reactivas, por ejemplo: bario, sodio y potasio.

Usos: propulsores de aerosoles, refrigerantes, disolventes, agentes de soplado, extintores de incendio, dieléctricos, plásticos, fabricantes y fluidos hidráulicos.

Ejemplos de fluorocarbonos: el freón el cual se encuentra compuesto de carbono, cloro y flúor y se utiliza en la refrigeración.

El teflón, es un compuesto de moléculas gigantes de flúor y carbono, muy resistente a la acción de muchos productos químicos y ampliamente utilizado como aislante químico. Su fórmula es:



#### II.1.2. Fluorofosfatos. $(CH_3)_2CHO_2POF$ .

El fluorofosfato es un líquido oleoso; forma cloruro de hidrógeno en presencia de humedad. Es miembro de una serie de compuestos, los ésteres de fluorofosfatos de alquilo; se caracteriza por su extrema toxicidad, su marcado efecto, miótico aerociable aún en concentraciones que son químicamente indetectables.

Algunos miembros afines de la serie, menos tóxicos se han señalado como bactericidas e insecticidas.

##### Propiedades:

Peso específico:	105
Punto de fusión:	- 82°C
Punto de ebullición:	46°C

Ligeramente soluble en agua, soluble en alcohol y aceite.

Peligros: Muy tóxico aún en pequeñas proporciones, fuertemente irritante a los ojos y a la piel; es absorbido íntegramente por la piel.

Usos: Medicina (externa) en concentraciones muy diluidas.

#### II.1.3 Fluoracetatos.

El fluoroacetato de sodio y la fluoroacetamina son raticidas

muy poderosos, pero como además son muy tóxicos para otros animales, su uso está limitado a los especialistas en el control de las plagas debidamente autorizados. El fluoroacetato produce su acción tóxica inhibiendo el ciclo del ácido cítrico. El compuesto se incorpora como la fluora acetyl coenzima A, que se condensa con el oxalacetato para formar fluorocitrato. Este inhibe la enzima aconitasa y por ende la conversión de citrato en isocitrato.

Como es de suponer, el corazón y el S.N.C. son los tejidos más afectados por la inhibición general del metabolismo energético oxidativo.

Los síntomas del envenenamiento por fluoroacetato, son: náuseas vómito, irregularidades cardíacas, cianosis y convulsiones generalizadas y muerte por fibrilación ventricular o paro respiratorio.

"Los fluoruros orgánicos no se utilizan en la fluoruración".

## II.2 Fluoruros inorgánicos:

- Insolubles.
- Solubles
- Inertes.

### II.2.1. Insolubles.

Las formas insolubles, son metabolizadas parcialmente por el organismo. Como ejemplo tenemos: el fluoruro de calcio, criolita.

### II.2.2. Solubles.

Las formas solubles se ionizan casi en su totalidad y son, por lo tanto, una fuente de flúor metabólicamente activo. Como ejemplo tenemos: el fluoruro de sodio y el fluosilicato.

### II.2.3. Inertes.

Las formas inertes, se eliminan en su totalidad por medio de las heces y, en consecuencia, no contribuyen en medida alguna a la absorción de flúor por el organismo. Como ejemplo tenemos: el fluoroborato y el exafluorofosfato de potasio.

### II.3. Fluoruros inorgánicos utilizados en la fluoruración del agua.

- Silicofluoruro de sodio.
- Fluoruro de sodio.
- Acido fluorosilícico.
- Espato flúor o fluorita.
- Silicofluoruro de amonio.

#### II.3.1. Silicofluoruro de sodio.

Fórmula química:  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ .

Características químicas.

Forma usual. Polvo cristalino no hidroscópico.

Color. Blanco o blanco amarillento e inodoro.

Solubilidad. Varía con la temperatura 0.2% a 25°C.

Características químicas.

Peso molecular. 188.05

Pureza. Mínimo de 98% de  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$  (Con un contenido del ión flúor de aproximadamente 59.4%).

Impureza. No más del 0.05% de metales pesados expresados como plomo, ni otras sustancias solubles minerales u orgánicas, en cantidades capaces de producir efectos nocivos a los consumidores de agua.

Toxicidad. El producto es tóxico por lo tanto debe ser manipulado con las debidas precauciones (ropa protectora, anteojos de seguridad, guantes de hule y máscara especial), El empaque, debe llevar rótulo indicando que el producto es tóxico e indicando las normas de manipuleo y los antídotos recomendados.

Almacenamiento. Debido a que los cristales de silicofluoruro son blandos y deformables y tienen una alta actividad superficial, no deben colocarse las bolsas o tambores directamente sobre

el piso. Como el material posee gran densidad no es conveniente almacenarlo por mucho tiempo. El local debe estar seco y bien ventilado.

Usos. Rodenticidas, insecticidas, fungicidas y bactericidas, coagulantes para el látex, como ácido en lavandería, en la elaboración de esmaltes y vidrio, pretratamiento de cueros y pieles. Su costo es reducido.

### II.3.2. Fluoruro de sodio.

Fórmula química. NaF.

Características físicas.

Forma usual. Polvo cristalino.

Color. Blanco inodoro.

Características químicas.

Peso molecular 42.00

Pureza. Mínimo de 97% de NaF (aproximadamente 44% del ión flúor.

Impureza. No debe contener más de 0.04% de metales pesados expresados como plomo, ni otras sustancias solubles minerales inorgánicas, en cantidades capaces de producir efectos nocivos a los consumidores del agua.

Toxicidad. El producto es tóxico y el polvo debe ser manipulado con los debidos cuidados. El embalaje debe llevar un rótulo que indique que el contenido es tóxico e indicar las normas para manipuleo y los antídotos recomendados.

Almacenamiento. El mismo que se utiliza para el compuesto anterior.

Usos. Como agente congelador en la fabricación de vidrio, insecticida, rodenticida y fungicida, como preservativo de maderas y almidones adhesivos.

El fluoruro de sodio es una fuente de fluoruros relativamente cara; pero, debido a sus características únicas de solubilidad, es muy conveniente en ciertas instalaciones para la fluoruración. Es casi constantemente soluble a aproximadamente 4% por peso. En otras palabras alrededor de 1.8 kg. de fluoruro de sodio forman una solución saturada con 45 kg. de agua. Esto significa que, sin importar cuál sea la temperatura del agua en la planta de tratamiento, puede formarse una solución saturada de aproximadamente 4% de concentración.

La característica especial del fluoruro de sodio, es que produce una solución saturada en forma automática y continua en ciertos equipos utilizados. Por lo tanto, este dispositivo elimina la necesidad de pesar el compuesto o medir la cantidad de agua que se utiliza para formar una solución de concentración conocida.

### II.3.3. Acido fluorosilícico.

Fórmula química.  $H_2SiF_3$

Características físicas.

Forma usual. Líquido incoloro cuando es puro, transparente de concentración que varía entre un 20% y un 35% de  $H_2SiF_6$ .

Características químicas.

Peso molecular. 144.08.

Pureza. Tiene pureza comercial del 22% al 30% del ión flúor.

Toxicidad. Este ácido es tóxico, deberá ser manipulado con las debidas precauciones. Tiene un olor picante y una acción irritante en los ojos y la piel. Cuando se vaporiza se descompone en ácido fluorhídrico (HF) y tetrafluoruro de silicio ( $SiF_4$ ) y bajo condiciones de equilibrio entre el ácido y sus productos de descomposición, como es el caso de las superficies de soluciones fuertes, ataca al vidrio, por lo que no se recomienda su envase en recipientes de ese material.

Almacenamiento. También deberá llevar rótulo con todas las indicaciones necesarias.

Usos. Además de la fluoruración, este ácido se utiliza para elaborar sales de silicofluoruro y fluoruro. Se utiliza en cerámica (aumenta la dureza), desinfectantes de recipientes de cobre y latón, endurecedor de cementos, pinturas técnicas, preservativos de la madera y compuestos de impregnación.

#### II.3.4. Espato flúor. fluorita.

Fórmula química.  $\text{CaF}_2$

Características físicas.

Forma usual. Polvo inodoro.

Color . Blanco.

Solubilidad. No se disuelve en el agua. Se disuelve en una solución de sulfato de aluminio de 10 mg. por litro, para obtener después de dos horas de agitación, una concentración del ión flúor en la solución de 1.0 mg./l.

Características químicas.

Pureza. 72.5% a 98% de  $\text{CaF}_2$  (100% pero contiene 48.9% del ión flúor)

Toxicidad. Es el compuesto de flúor más seguro desde el punto de vista toxicológico. Aún así deben tomarse todas las precauciones para el manipuleo.

Almacenamiento. Deben seguirse adecuadas instrucciones para su correcto almacenamiento a fin de evitar daños al producto. El rótulo del embalaje debe indicar que el producto es tóxico e indicar las normas de manipuleo y describir los antídotos aconsejados.

Usos. Es la fuente principal del flúor y sus derivados, por medio de fluoruro de hidrógeno. En cerámica, en electrodos de carbono, soldadores de arco electrico, en ciertos cementos, dentífricos, pigmentos para pinturas, catalizadores para conservadores de madera.

### II.3.5. Fluosilicato de amonio.

Fórmula química.  $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$

Características físicas.

Forma usual. Cristales inodoros.

Color Blanco.

Solubilidad. 55.5% a 100°C y 13% a 0°C.

Características químicas.

Peso molecular. 178.14

Pureza. Mayor del 98%

Composición. 62.7% de fluoruro de sílice 18.75% de amonio.

Toxicidad. Debe manipularse con las debidas precauciones y utilizando el equipo de seguridad recomendado para los compuestos de flúor. El rótulo del embalaje debe indicar que el producto es tóxico e indicar las normas de manipuleo y describir los antídotos recomendados.

Usos. Para el tratamiento de resistencia a la polilla en textiles. Como ácido en lavanderías.  
Su costo se compara con el del fluoruro de sodio.

## BIBLIOGRAFIA

Curso de Fluoruración. Documento F.F.H. 51 Sección dental.  
División de salud de la familia. Organización panamerica  
cana de la salud. Oficina sanitaria panamericana. Ofi-  
cina regional de la organización mundial de la salud.  
Washington. D.C. E.U.A. 1877.

Gesiner G. Hawley. Diccionario de química y de productos quí-  
micos. Pag. 351 - 407 Edt. Onewa. S.A.

### III.- METODOS DE APLICACION DEL FLUOR PARA LA PREVENCION DE CARIES DENTAL.

El flúor se puede utilizar por dos vías.

- Sistemática
- Local.

#### III.1 Vía sistemática.

Mecanismos de acción de los fluoruros por vía sistemática.

Flúor en agua.

Flúor para tomar concentrado.

Flúor en sal.

Flúor en comprimidos.

#### III.1.1 Mecanismos de acción de los fluoruros por vía sistemática.

Con el nombre de terapia con flúor se conoce una serie de procedimientos caracterizado por la ingestión de flúor en periodos de formación y maduración de dientes y hueso.

La ingesta de flúor puede ser através del agua, tabletas, sal comprimidos, leche y flúor en forma concentrada.

Posteriormente a la ingestión, el flúor sigue una serie de pasos dentro del organismo hasta que finalmente se desecha.

a). Absorción.- El sitio principal de absorción del flúor es el estómago y más del 90% es removido por este órgano.

El estado químico del flúor en la vía gastrointestinal afecta mucho esto, cuantitativamente más flúor está mezclado con otros nutrientes o elementos interferentes.

El flúor se absorbe más rápidamente que el fluoruro de calcio en el estómago y la proporción de absorción es rápida.

Acerca de la absorción Wallac efectuó un estudio en el cual encontró que, usando flúor, señalado isotópicamente  $F^{18}$ , el 75% de una dosis administrada oralmente fue absorbida durante una hora. Wagner estudió la proporción de absorción notando la utilización de flúor bajo tales condiciones. Cuando la misma solución fue suministrada excepto que no contenía flúor, sino que el flúor fue suministrado después de 15 minutos, una cantidad significativamente elevada de flúor fue absorbida. El efecto del calcio a los 15, 30 y 60 minutos era reducir la absorción del flúor, pero las proporciones de absorción no podían ser correlacionadas con el intervalo de tiempo pasado entre la ingestión de flúor y de calcio. El efecto marcadamente reducido de calcio más fósforo después de los 15 minutos sugiere que el flúor ha sido absorbido rápidamente y no estaba disponible en la vía gastrointestinal aún durante 15 minutos para que los iones actúen sobre él.

Estos estudios, demuestran que el flúor es absorbido predominantemente por la mucosa gástrica.

La solubilidad y la propiedad para ser absorbido del fluoruro de calcio son importantes biológicamente puesto que es el compuesto que más probablemente se encuentra en el tracto gastrointestinal cuando el fluoruro y la comida se ingieren simultáneamente. Aunque este compuesto de fluoruro es relativamente insoluble. Su producto de solubilidad predice que una solución acuosa saturada contendrá aproximadamente 10 mg. de fluoruro por mililitro. El ión fluoruro en sí parece no completamente disponible para absorción bajo todas las condiciones metabólicas.

b).- Retención de fluoruro en el cuerpo.- El fluoruro que se ingiere forma fluorapatita en el esqueleto en la misma manera como en el esmalte dental. No hay indicaciones de que tal fluorapatita tenga ningún efecto fisiológico en el hueso en sí, ni en los constituyentes individuales del hueso. Si ocurre la substitución completa de fluoruro por grupos hidróxiles en el esqueleto, teóricamente el hueso contendría aproximadamente 3.5% de fluoruro.

El flúor se acumula lentamente en hueso a medida que la persona envejece, lo hace con rapidez si es ingerido en cantidades elevadas.

El ritmo de absorción, excreción y retención están relacionados con la naturaleza de la dieta.

La distribución de fluoruro en el esqueleto y tejidos blandos ha sido estudiada últimamente. Estudios indican que los tejidos blandos obtenidos de ratas a las que se les había dado 1.0 mg. de fluoruro cada día (como NaF) durante 90 días contenían menos de 3 ug. fluoruro total aún después de que los animales hubieran ingerido más de 90.000 ug. de fluoruro.

La retención del fluoruro en el cadáver se disminuye notablemente después del período de crecimiento rápido del esqueleto, aproximadamente a los 70 días de nacer, indicando que un factor en la retención esquelética de fluoruro es el cambio rápido de los tejidos esqueléticos durante el crecimiento.

La formación de fluoruro durante el crecimiento rápido del esqueleto resulta entonces esencialmente de dos mecanismos: 1) la actividad metabólica mayor de los constituyentes del hueso recién formado con el índice mayor de desición de fluoruro y 2) la incorporación de fluoruro en los tejidos como crecen y se aumentan de tamaño.

Una vez que el fluoruro se ha depositado en el esqueleto se puede movilizar más y eliminarse. Así, el fluoruro depositado en el esqueleto no se retiene permanentemente.

En estudios efectuados, se ha demostrado que hay dos fases por las cuales el fluoruro se puede perder del esqueleto. La primera es rápida y dura aproximadamente un mes y la segunda se demorara aproximadamente dos años. El proceso lento de la segunda fase es probablemente el mecanismo principal por el cual el ciclo normal de reabsorción deposición del esqueleto cambia sus constituyentes con el plasma y esto explica la mayor cantidad de fluoruro que se pierde

del esqueleto.

c).- Niveles de fluoruro en la sangre.- El fluoruro se excreta principalmente en la orina por lo tanto debe ser transportado a los riñones por medio de la circulación de la sangre., es importante saber la forma química y la cantidad de fluoruro en la sangre que determina la actividad fisiológica del elemento. Algunos dentistas han aprobado el uso de tabletas de flúor para la prevención de caries. - Estudios efectuados, demuestran que cuando se administra fluoruro una sola dosis de 1.0 mg. por día, el nivel en la sangre se aumenta pero disminuye rápidamente hasta un nivel normal aproximadamente dentro de 45 minutos . Entonces para tener un nivel de fluoruro en la sangre de un valor (que todavía no se sabe) suficientemente alto para ser efectivo durante la calcificación de los dientes necesita que la dosis sea administrada 4 veces al día. Entonces, la frecuencia de ingestión es un factor importante para mantener un nivel que producirá un efecto anti-cariogénico.

El plasma sanguíneo conserva su concentración normal de elementos como calcio, fósforo y magnesio cuando el agua de beber contiene 1 mg./flúor.

Aunque aumente la ingestión de fluoruros, no se reduce la concentración de calcio en la sangre.

El calcio actúa como mediador en la incorporación de flúor a las proteínas plasmáticas.

También se ha observado que el calcio de los alimentos al reducir la absorción del flúor protege al organismo contra la intoxicación del flúor.

El fosfato aumenta la absorción del flúor en el intestino porque contrarresta la acción inhibitoria del calcio intestinal sobre la absorción del flúor.

Como el calcio interfiere menos en la absorción del fluorofos-

fato que en la del flúor, se ha propuesto el uso del monofluorofosfato como vehículo del flúor en la prevención de la caries dental cuando la ingestión de calcio es muy variable.

d).- Eliminación del fluoruro.- El fluoruro se desintoxica por dos mecanismos: primero, eliminación en la orina y segundo, retención dentro del esqueleto. El fluoruro es principalmente (90-98%) eliminado en la orina. Cantidades pequeñas de fluoruro se encuentran, en los otros líquidos del cuerpo como el sudor y las lágrimas, pero en un grado insignificante que no son importantes biológicamente.

La eliminación urinaria de fluoruro en relación con el contenido de fluoruro en las fuentes de agua comunales ha sido estudiado. Los resultados han indicado que el fluoruro se elimina rápidamente.

Un adulto humano normal que recibe una dosis acuosa oral de 1.5 mg. de fluoruro eliminará aproximadamente 0.5 mg. dentro de tres horas

Muchos factores afectan la cantidad final de fluoruro retenida por el cuerpo y la que se elimina. Se ha encontrado una correlación entre la concentración de fluoruro en la orina y la que está presente en las fuentes de agua. Generalmente, hay una correlación directa, por lo menos hasta 3.5 a 4.0 ug. F por ml. En fuentes de agua con poca concentración de fluoruro (0.0 - 0.1 ug. por ml.) se encuentra aproximadamente 0.1 12 ug. F por ml. de orina. Esto es el resultado de fluoruro ingerido en la dieta diaria. Cuando el nivel en la fuente de agua aumenta a 1.0 ug. por ml. el nivel urinario de fluoruro es aproximadamente 1.0 a 1.1 ug. por ml.

La eliminación del fluoruro de la circulación se hace por filtración glomerular y la rapidez de su excreción puede atribuirse a una reabsorción tubular menos eficaz.

a) Excreción por sudor.

El organismo pierde por el sudor cierta cantidad de fluoruro. En

un ambiente confortable la pérdida diaria de fluoruro por el sudor es insignificante, en individuos sometidos a una temperatura ambiente de 30°C aproximadamente y a una humedad relativa del 50%, el fluoruro eliminado representa aproximadamente el 25% de la excreción diaria total.

b) Excreción por la saliva.

Actualmente sólo se dispone de datos mínimos sobre la secreción y el contenido salival de fluoruro en el hombre. En personas que ingirieron 8 mg. de fluoruro, solo después de dos horas se encontró fluoruro en la saliva.

En un grupo de adultos jóvenes que consumían agua potable con una 1 ppm. de flúor no se encontró relación entre la secreción de saliva parotídea (estimulada con parafina) y el contenido de flúor.

c) Excreción por la leche.

El fluoruro es un compuesto natural de la leche humana. Su concentración es ésta varía entre menos de 0.1 ppm. y 0.2 ppm, es decir, es casi igual a la que se encuentra en el plasma. La excreción láctea del fluoruro ingerido es entonces insignificante.

e) Trasferencia del fluoruro por la placenta.- La cantidad de fluoruros que pasan por la placenta y que llega al feto es demasiado baja para tener efecto anticariogénico en la dentadura si la ingestión de la madre es de 2 mg. por día. Si cantidades más grandes se ingieren, la placenta parece actuar como una barrera y todavía permite que solamente una cantidad pequeña llegue al feto.

En estudios efectuados, se ha encontrado, que el tejido de la placenta contiene una concentración más alta de fluoruro si se obtiene de mujeres que reciben agua comunal a 1.0 ppm. F que si se obtiene de mujeres que reciben una agua comunal esencialmente libre de fluoruro.

El tejido de la placenta también tiene una concentración más alta de fluoruro que el plasma sanguíneo respectivo. El fluoruro puede pasar

por la placenta si la madre ingiere el elemento en un nivel suficientemente alto.

### III.1.2 Flúor en agua.

La incorporación de fluoruros al agua en dosis óptimas se le conoce como "fluoruración de las aguas", en la actualidad es este el método más eficaz y económico para proporcionar al público una protección parcial contra la caries dental.

Composición: Sílico-fluoruro de sodio o fluoruro de sodio.

Concentración; 1.0 ppm. de ión flúor.

Prevención. 65%.

### III.1.3. Flúor para tomar concentrado.

Composición: Fluoruro de sodio y agua destilada.

Fórmula: 0.902 grs. en litros de agua.

Concentración: 1 ppm. en 5 cm. de solución.

Dosis: Tomar una cucharadita diaria.

Uso: En todas las edades.

Prevención. 65%

### III.1.4. Flúor en sal.

En algunos programas, el fluoruro ha sido agregado a la sal de cocina, de manera similar a la adición de yodo para combatir el bocio endémico.

En Suiza se le ha ensayado y en Colombia se realizó una investigación, con la colaboración de la O.P.S./OMS.

En México se utiliza en pequeña escala, también está en ensayo.

Se debe tener en cuenta el tiempo de la ingestión y el consumo de sal por los niños. La visibilidad del uso del flúor a través de la sal de cocina se debe a que se trata de un elemento de bajo costo, de fácil explotación y que se encuentra en forma natural y abundante en to

dos los países.

La sal de cocina es un buen vehículo para hacer llegar el flúor a la comunidad. Al lograrse una mezcla estabilizadora, en la cual el flúor permanece mezclado con la sal en forma homogénea, no se alteran sus propiedades fisicoquímicas ni se produce humedad en el producto.

El fluoruro de calcio, cuando se suministra a través de la sal de cocina, no ofrece problema de solubilidad, de mezcla u otro análogo. El proceso de mezcla de flúor con la sal es sencillo y ofrece máxima posibilidad de exactitud en cuanto a la proporción de la dosis que se establezca.

La sal fluorurada no introduce variaciones en las características propias de los alimentos. La dosis de flúor adicionada a la sal, para la prevención de caries dental, es tan baja y el consumo diario por persona es tan limitado que no ofrece posibilidad de toxicidad.

Composición: Fluoruro de sodio o fluoruro de calcio.

Concentración: 200 miligramos por kilo de sal. Téngase en cuenta que el promedio de ingestión de sal por día es de más ó menos 10 gramos.

Prevención: 55 a 60%.

Ventajas: Puede cubrir toda la comunidad (urbana y rural).

### III.1.5. Flúor en comprimidos.

Si estas tabletas se usan durante los períodos de formación y maduración de los dientes permanentes, puede esperarse una reducción de caries de 30 a 40%. No se aconseja el uso de tabletas de flúor cuando el agua de bebida contiene 0.7 ppm. de flúor o más.

A medida que la concentración de flúor en el agua aumenta, la dosis de las tabletas debe reducir proporcionalmente. El uso de tabletas debe continuarse hasta los 12 ó 13 años, puesto que a esta edad la calcificación y maduración preruptiva de todos los dientes per-

manentes, excepto los terceros molares, debe haber concluido.

Dosis recomendadas en relación con la concentración de flúor en las aguas de bebida.

Contenido en flúor de las aguas de consumo (ppm).	Miligramos de fluoruro de sodio por día.	Miligramo de ión fluoruro por día.
0.0.	2.2	1.0
0.2	1.8	0.8
0.4	1.3	0.6
0.6	0.9	0.4

Presentación: Pastillas de 2.21 mg. de NaF y de 0.25 de ión flúor.

Dosis: Niños de 0.2 años; 1 tableta por litro de agua para beber.

De 2 a 3 años; 1 tableta cada dos días triturada en agua o zumo de fruta.

De 3 a 10 años; 1 tableta diaria, en la forma administrada a los niños de 2 y 3 años.

Desventajas: Exige la responsabilidad individual.

Una apropiada fuente de abastecimiento del compuesto.

Interés prolongado, la ingestión diaria durante un período de ocho a diez años.

Las tabletas no influyen sobre el metabolismos y los efectos del flúor.

Una modificación que podría ser provechosa es la de hacer las pastillas conteniendo además vitaminas, lo que podría ayudar a que haya más constancia en la vigilancia de que los niños las tomen, por el hecho de que una simple tableta combina varios productos que el niño puede necesitar.

### III.2 Vía local.

Mecanismos de acción.

Fluoruro de estaño.

Fluoruro de sodio.

Flúor en enjuagatorios.

Flúor en pastas dentales.

Flúor en autoaplocaciones.

#### III.2.1 Mecanismos de los fluoruros. Vía local.

Debido a que el esmalte de los dientes maduros es hasta cierto punto acelular, no parece ser afectado por el flúor en forma sistemática, si no que éste se incorpora al esmalte directamente del fluído oral por gradiente de concentración. El efecto de absorción local se nota en mayor grado cuando la corona dental está recién erupcionada, el flúor se continúa incorporando a la estructura del esmalte pero en mucha menor cantidad a todo lo largo de la vida.

La concentración de flúor en el esmalte de un individuo que ingiere agua con lppm. F, puede llegar a ser 800 a 900 ppm. en las capas externas. La reducción inicial que se produce en la superficie del esmalte es la formación de fluoruro de calcio ( $\text{CaF}_2\text{PO}_4$ ) que se precipita y produce fluorapatita como reacción secundaria. El fluoruro de calcio no está firmemente incorporado al esmalte y se pierde gradualmente. También se debe mencionar que aparte de adquirir flúor la superficie del esmalte puede incorporar otros elementos como el zinc y el plomo y pierde bióxido de carbono, debido a que es una hidroxapatita simple.

Se han propuesto varias teorías para tratar de explicar de como es que el flúor contribuye a la prevención de la caries dental, mismas que se pueden intregrar en 4 grandes grupos:

a). Acción sobre los cristales de hidroxiapatita del esmalte.

- (1) Disminuye la solubilidad.
- (2) Mejora la cristalinidad.
- (3) Provoca remineralización.

b). Acción sobre la placa dentobacteriana.

- (1) Inhibe enzimas.
- (2) Reduce la flora cariogénica.

c). Acción sobre la superficie del esmalte.

- (1) Baja la energía superficial libre.

d). Acción sobre el tamaño y estructura dental.

- (1) Reduce el tamaño de cúspides y profundidad de fisuras.

a). Acción sobre los cristales de hidroxiapatita.

- (1) Disminuye la solubilidad.

La composición de la hidroxiapatita es,  $(Ca)_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ , pero en los cristales biológicamente formados ocurren considerables cambios, substituciones e imperfecciones. La apatita biológicamente no es químicamente homogénea, se han observado en su estructuras nucleares diferentes radicales incluyendo entre otros el flúor.

El esmalte que contiene un alto nivel de flúor es menos soluble en medios ácidos, que aquel que no lo contiene o lo contiene en mínimas cantidades, lo cual puede ser la causa de su mayor resistencia a la caries, misma que se ha comprobado por medio de estudios comparativos del esmalte de personas que viven en comunidades que contienen alta y baja concentración de flúor en el agua de consumo. La aplicación de esto es que el compuesto fluorapatita que está presente en la estructura del esmalte en zonas fluorizadas, tiene una constante de solubilidad de aproximadamente  $10^6$ , por lo que es menos soluble que la hidroxiapatita de  $10^{55}$ . Sin embargo, este es un concepto muy simplificado de la acción anticariogénica del flúor puesto que la cantidad de fluorapatita que existe en el esmalte es muy poca aún en comunidades fluorizadas. Si la hidroxiapatita del

esmalte sustituyera todos sus radicales hidroxil por flúor, el contenido de éste en esmalte será de 38, 000 ppm, sin embargo, el contenido de éste elemento en el caso típico es de 500 a 1500 ppm. en el esmalte. ( Fig. 3.1).

(2). Mejora la cristalinidad.

Los cristales de hidroxiapatita del esmalte son pequeños, contienen varias impurezas y tienen un patrón de difracción a los rayos X característico. Los análisis por medio de rayos X demuestran que la presencia de iones de flúor, aún en pequeñas concentraciones, incrementan efectivamente la cristalinidad de la hidroxiapatita.

La explicación molecular del papel que juegan los fluoruros en la incrementación de la cristalinidad de la apatita se basa en la "teoría del defecto" (Void Theory), que se refiere a la asociación de los iones hidroxil con los iones calcio en las células de unidad (unit cell). Usualmente se usa el término célula de unidad cuando se refiere a la hidroxiapatita, más de 500 000 células de unidad forman un cristal de esmalte.

Seis de los diez iones de calcio que existen en cada célula de unidad están unidos con iones hidroxil, se acomodan una sobre otra formando una columna.

La forma de estos triángulos hacen imposible que los iones hidroxil estén en el mismo plano que los iones de calcio, los iones hidroxil deben quedar sobre o bajo los iones de calcio para que el cristal sea estable, si en algún punto existe desorden en la posición de los iones hidroxil, o sea, que se unen dos iones hidroxil, y por lo tanto faltan iones hidroxil en dos puntos y se produce un defecto. Los iones de flúor pueden llenar estos defectos, que ocasionalmente se presentan, caben perfectamente en el centro de los triángulos de calcio y pueden estar en el mismo plano que estos. Pequeñas cantidades de flúor pueden reponer los iones hidroxil faltantes, estableciendo así efectivamente la estructura de los cristales porque provocan uniones de hidrógeno más fuertes. ( Fig. 3.2)

(3) Provoca remineralización.

El papel que juega el flúor en la remineralización del esmalte también puede ser importante desde el punto de vista de su acción anticariogénica. Existen estudios que muestran que con flúor aunque sea en mínimas cantidades, junto con una solución remineralizadora metaestable se obtienen resultados más efectivos y rápidos de remineralización del esmalte, que la obtenida con la solución sola.

b).- Acción sobre la placa dentobacteriana.

(I). Inhibe las enzimas.

La inhibición enzimática es otro método que se ha propuesto forma en la cual posiblemente el flúor reduce la caries dental.

El ión flúor tiene la propiedad de inhibir numerosas enzimas, incluyendo algunas que requieren de iones de metales divalentes como son la enolasa, la hidrogenasa, la fosfoglucometasa, fosfatasa y aciticolinesterasa.

La concentración de flúor necesaria para provocar la inhibición va ría según la enzima desde 0.2 ppm. para la enzima más sensible hasta 190 ppm. para la menos sensible. La concentración de flúor en la saliva (0.01 a 0.05 ppm.), o la que se encuentra en el agua fluorizada a niveles óptimos (1 ppm.) no es suficiente para inhibir la mayoría de las enzimas antes mencionadas, por ejemplo, la enolasa, que es una enzima importante en la glicolisis, solo se inhibe en un 50% con 0.5 ppm. F En algunas ocasio nes se han observado concentraciones más altas de flúor en la placado bacteriana pero siempre en estado combinado, bajo circunstancias normales, no existe en estado libre a una concentración necesaria para inhibir totalmente el sistema enzimático.

(2). Reduce la placa cariogénica.

El Estreptococo Mutans es el estreptococo oral más virulento en cuanto a caries dental se refiere. Se ha demostrado que cuando se

inocula a un huésped susceptible con este microorganismo, inicia el proceso de caries. Se encuentra en altas proporciones en la placa dentobacteriana que se encuentra cerca o sobre las superficies cariadas de los dientes.

Al realizarse una profilaxis con una pasta que tenga en su fórmula flúor, se pueden reducir las proporciones de E. Mutans. de la placa dentobacteriana y estas proporciones se mantienen bajas por un período hasta de una semana después de efectuado el tratamiento. Una pasta profiláctica no fluorizada no tiene ningún efecto sobre la concentración de E. Mutans de las superficies dentales.

Con aplicaciones tópicas de fluoruro de fósforo acidulado (APF), efectuadas frecuentemente (5 a 10 aplicaciones), en un período de dos semanas, además de lograrse un incremento de flúor en la superficie del esmalte, se altera la flora de la placa dentobacteriana bajándose la proporción de E. Mutans y se mantiene baja por un período aproximado de 12 semanas. No está comprobado exactamente cómo es que el flúor afecta la flora de la placa, parece ser que este elemento tiene la propiedad de alterar el proceso de colonización del E. Mutans. y la concentración de flúor que se usa en aplicaciones tópicas es bactericida.

c). Acción sobre la superficie del esmalte.

(1). Baja la energía superficial libre.

Cuando se aplican ciertas soluciones de fluoruros metálicos (estano, de plata y de cobalto), al esmalte se observa una reducción en la energía superficial libre, sin embargo, las sales de flúor (cromico, cupero, de zinc y de sodio), no producen este efecto. La explicación que se ha dado a esto es que la plata (Ag), el cobalto (Co) y el níquel (Ni), tienen propiedad de catalizar fluorocarbonos a partir del material orgánico que existe en la estructura del esmalte y esto provoca una disminución de la solubilidad lo cual supuestamente contribuye al efecto anticariogénico del flúor.

d). Acción sobre el tamaño y la estructura dental.

(1). Reducción de tamaño de cúspides y profundidad de fisuras.

Se han llevado acabo diversos estudios para comparar las medidas de los dientes tanto mesiodistalmente como bucolingualmente, así como el tamaño de las cuspides de los niños en áreas fluorizadas y se han comparado con los niños de comunidades no fluorizadas, se han observado una tendencia a la existencia de fisuras oclusales menos profundas y cuspides menos altas en los niños de comunidades fluorizadas, pero estas diferencias no llegan a niveles de importancia ni proporciona una aplicación adecuada del mecanismo de acción de los fluoruros.

e) Realización de la incorporación ión flúor.

La incorporación de iones fluoruro a la red cristalina de apatita se desarrolla en tres etapas: el cristal está rodeado por una capa de hidratación, y la primera fase consiste en el intercambio del ión con uno de los iones o de las moléculas polarizadas presentes en esta capa.

En la segunda fase el ión flúor situado en la envoltura de hidratación con un ión o grupo atómico de la superficie del cristal de apatita. Este intercambio puede ser no sólo heteroiónico con el grupo oxidrilo o bicarbonato, sino también isoiónico, se ha observado que la incorporación del flúor radioactivo al esmalte dental, aumenta cuando una concentración elevada de fluoruro en la superficie del diente.

En la última fase, los iones fluoruros situados en la superficie del cristal, pueden emigrar lentamente durante el proceso de recristalización a los espacios del interior.

El fluoruro se incorpora al diente en tres etapas:

- a) En la fase de formación del diente.
- b) En la fase de mineralización.
- c) En el período inmediato siguiente.

En la primera fase el fluoruro se incorpora de una manera uniforme en todo el tejido.

En la segunda fase la incorporación es máxima en las zonas donde se produce la mineralización.

En la tercera etapa cuando los tejidos están totalmente formados y la incorporación se limita a las partes marginales de la dentina y del esmalte. Alcanza su grado mínimo de calcificación, la penetración iónica se dificulta progresivamente y se produce en seguida un gradiente de concentración entre la superficie y el interior. La concentración de fluoruro en las regiones superficiales del esmalte se produce en alguna etapa anterior a la erupción probablemente después de la formación del esmalte, pero antes de su completa calcificación.

Después de la erupción de los dientes, el fluoruro de los líquidos orales sigue incorporándose al esmalte, quedando a poca profundidad.

Casi todo el fluoruro retenido en esta zona se adquiere por intercambio iónico, sólo en la fase inicial de la odontogénesis antes de que el esmalte esté completamente mineralizado se incorpora por acreción.

El flúor de la dentina no se encuentra distribuido de manera homogénea por todo el tejido y al igual que en el hueso en el esmalte, tiende a acumularse en la superficie. Esto se debe no solamente a la impermeabilidad de la dentina sino también a la fijación del fluoruro por intercambio iónico en la superficie de la pulpa.

#### f). Fluoruro en la placa dental.

El objetivo de la terapia a base de aplicaciones tópicas profesionales es alcanzar la máxima y más adición de flúor al esmalte dental. Para lograr esto se usan soluciones o geles de flúor a altas concentraciones.

Las características necesarias de las aplicaciones tópicas son:

(1) Difusión rápida de los iones de flúor por los espacios intercristalinos del esmalte.

(2) Penetración del flúor a través de la película de proteínas que cubre los cristales de apatita.

Hardwich y Leach en 1977, encontraron una concentración alta de flúor en la placa dental en adultos, inclusive de una ciudad abastecida con agua no fluorurada, el valor medio era de 66.9 ppm. con un rango entre 6 y 180 ppm. Mediante el empleo del electrodo de flúor, se ha visto que la concentración de flúor iónico libre en la placa no llegaba a 1.0 ppm. en una ciudad poco fluorurada, y oscilaba entre 1 y 2 ppm. en una ciudad con 2 ppm. en el agua.

Por observación de cultivos puros de bacterias aisladas de la placa y sembradas en medios que contienen flúor, se sabe que producen ácido y almacenan fluoruro aparte del azúcar, más lentamente que los cultivos testigos exactos de fluoruro. Estos resultados sugieren que una gran parte de los fluoruros de la placa deben encontrarse en el interior de las bacterias, donde ejercen su acción inhibidora.

### III.2.2 Fluoruro de sodio acidulado A.P.F.

Este producto puede ser obtenido en forma de soluciones o geles o ambas formas son estables y listas para ser usadas, y contienen 1.23% de iones fluoruro, los cuales se logran por lo general mediante el empleo de 2.0 % de fluoruro de sodio y 0.34% de ácido fluorhídrico. A esto se añade 0.98% de ácido fosfórico. El ph. final se ajusta alrededor de 3.0. Los geles contienen además agentes gelificantes, esencias y colorantes.

Método de aplicación.

- 1.- Limpieza y pulido de dientes.
- 2.- Secar las áreas dentales con aire comprimido.
- 3.- Llenar la cubeta con gel.
- 4.- Insertar sobre la totalidad de la arcada la cubeta, manteniéndola durante 5 minutos .
- 5.- Efectuar los mismos procedimientos para la arcada inferior.
- 6.- Recomendar al paciente que no coma, beba ni se enjuague la boca durante

30 minutos.

7.- La frecuencia recomendada para la repetición de las aplicaciones de geles es de 6 meses; frecuencias mayores pueden ser necesarias para algunos pacientes.

Composición: 2.0% de fluoruro de sodio.  
0.34% de ácido fluorhídrico.  
0.98% de ácido fosfórico.

Concentración: 1.23% de ión flúor y ph.3.

Acción: Debida a la acidez de la solución se aumenta la absorción de la sustancia por el esmalte.

Acción específica: El flúor protege al diente contra la caries aumentando la resistencia del esmalte a la acción de los ácidos.

Prevención: 40%

Aplicación: Tópica.

Edad: Pre-escolar, escolar y adolescentes, en otras edades se emplea menos.

### III2.3 Fluoruro Estanoso. $\text{SnF}_2$ .

Este producto puede obtenerse en forma cristalina en frascos o cápsulas preparadas.

Se utiliza al 8 y 10% en niños y adultos respectivamente, las soluciones se preparan disolviendo 0.8 ó 10 gr. respectivamente en 10 ml. de agua destilada.

Las soluciones acuosas de fluoruro de estaño no son estables debido a la formación del hidróxido estanoso seguida por la de óxido estánico, los cuales se pueden observar como un precepitado blanco lechoso.

Por lo tanto, las soluciones de fluoruro de estaño deben ser preparadas inmediatamente antes de ser usadas.

En estas soluciones se utilizan además, esencias diversas y edulcorantes para disminuir el sabor metálico amargo y desagradable del fluoruro de estaño.

En estudios efectuados, se ha comprobado que el fluoruro de estaño reduce la caries dental en un 40% aprox.

Método de aplicación.

- 1.- Limpiar y pulir los dientes.
- 2.- Colocar rollos de algodón y portarrollos.
- 3.- Secar las áreas dentales con aire comprimido.
- 4.- Colocar la solución de flúor con isópos de algodón.
- 5.- Vigilar que las superficies permanezcan húmedas con el fluoruro, mediante repetidos toques cada 15 segundos durante 5 minutos.
- 6.- Retirar los portarrollos.
- 7.- Se repite el proceso en el otro lado de las arcadas.
- 8.- Se le aconseja al paciente que no coma, beba ni se enjuague la boca durante 30 minutos.
9. Se recomiendan las aplicaciones de fluoruro acidulado que se realicen cada 6 meses.

#### III.2.4.Fluoruro de sodio. NaF.

Este material, se puede conseguir en polvo y en solución, se usa generalmente al 2%. La solución es estable siempre que se mantenga en envases de plástico. No necesita esencias ni agentes edulcorantes. El fluoruro de sodio fué la primera solución que se aplicó tópicamente al diente.

El método generalmente para emplear esta solución requiere la aplicación continuada por cuatro veces para cada tratamiento completo, y se recomienda hacerlo para las edades de 3, 7, 10 y 13 años, las cuales representan:

- Formación completa de la primera dentición.
- Aparición de los primeros molares e incisivos de la dentición permanente.
- Aparición de los caninos y premolares de la dentición permanente.
- Formación completa de la segunda dentición menos los terceros molares.

La absorción del ión flúor por el esmalte se aumenta inmediatamente antes o después de la aparición de los dientes. Por esta razón se ha seleccionado este grupo de edades.

Método de aplicación. (técnica de Knutson).

- 1.- Realizar una buena profilaxis (sólo en la primera aplicación).
- 2.- Aislar las piezas dentales superiores e inferiores de los cuadrantes derecho, con rollos de algodón (tener cuidado de que el algodón no toque las piezas pues absorbe la solución).
- 3.- Secar con aire comprimido.
- 4.- Aplicar la solución de flúor con isópo de algodón en todas las superficies aisladas.
- 5.- Dejar actuar el fluoruro de sodio por espacio de 4 a 5 minutos sin permitir la contaminación con la saliva.
- 6.- Trascorrido este tiempo retirar los algodones.
- 7.- Posteriormente se tratan las piezas de los cuadrantes izquierdos.
- 8.- Recomendar al paciente que no se enjuague, ni coma hasta pasados 30 minutos.
- 9.- Las aplicaciones se realizan una cada 7 días, hasta efectuar la serie completa.

La efectividad de este producto es de 40% aproximadamente.

### III.2.5. Enjuagatorios con fluoruro.

Recomendaciones.

- 1.- Para escolares y adultos.

Para los enjuagatorios practicados en casa, en forma individual,

pueden prescribirse enjuagues semanales con una solución de fluoruro de sodio al 0.2% o una solución de 0.05% para enjuagues diarios. La selección de la prescripción de puede determinar a menudo por la aceptación personal del sabor. Se ha encontrado, sin embargo, que es más fácil para el paciente mantener la deseada regularidad si se prescriben enjuagues diarios, dado que los enjuagues con fluoruros serán incluidos en la rutina de higiene.

Los enjuagues diarios deben ser prescritos:

- a) Para pacientes con una actividad extremadamente alta de caries.
- b) Para pacientes que han estado sujetos a factores que son decididamente promotores de caries como, por ejemplo, aparatos de ortodoncia, medicinas depresoras de la saliva, dentaduras parciales etc.
- c) Para pacientes con sensibilidad dentaria en los cuellos.
- d) Después de operaciones gingivales o periodontales. En estos casos los enjuagues eliminarán rápidamente las sensaciones de dolor al cepillado y de esta manera se favorece el mantenimiento de una adecuada higiene posoperatoria.

A las soluciones de fluoruro a menudo se les agrega sabor esto puede significar una ventaja psicológica para ciertos pacientes ya que los gargarismos por tradición son aromáticas.

Las siguientes soluciones son usualmente prescritas para enjuagatorios individuales con fluoruros.

Soluciones de fluoruros al 0.05%.

Fluoruro de sodio	0.50 grs.
Metagín	0.50 grs.
Agua destilada.	1.000

La solución simple de fluoruro de sodio al 0.2% se prescribe de una manera análoga.

Solución de fluoruro de sodio con sabor:

Fluoruro de sodio	0.50 grs.
Sacarosa.	0.02 grs.
Aceite de menta piperíta.	0.20 grs.
Aceite de anís	0.15 grs.
Tween 20	0.40 grs.
Metagín.	0.50 grs.
Alcohol	5.00
Agua destilada	1.000

La solución de fluoruro de sodio con sabor al 0.2% se prescribe de una manera similar. Para conveniencia del paciente las soluciones para enjuagues pueden distribuirse en botellas de plástico conteniendo un litro de solución y provistas con aparato de 10 ml.

## 2.- Para niños pequeños.

Los enjuagatorios de flúor en los grupos etarios preescolares se han efectuado más bien en escala modesta. No han dado a conocer ensayos clínicos. Por lo tanto no hay datos disponibles del efecto profiláctico.

## III.2:6. Flúor en pasta.

Actualmente se conocen varios dentífricos a base de compuestos de fluoruro, estos son: el fluoruro estanoso, monofluorofosfato de sodio, fluoruro y fosfato ácido y aminofluoruro.

Después de evaluar diversos estudios clínicos, el Council Of Dental Therapeutics ha clasificado dos dentífricos como de grupo A.

Crest, que contiene pirofosfato de calcio y fluoruro estanoso.

Colgate con MFP que contiene monofluorofosfato de sodio y meta-

fosfato insoluble como abrasivo.

Se han empleado varios diseños experimentales con diferentes grupos de edades para el estudio de dentífricos del grupo A, y en general los resultados de estos estudios han mantenido el valor de su eficacia general en programas de prevención de caries. Ciertos grupos de prueba que emplearon dentífricos de fluoruro estanooso mostraron mayor grado de pigmentación dental que los grupos testigos.

Como los iones estanosos y fluoruro son altamente reactivos, ha sido difícil formular un dentífrico que libere estos iones en estado reactivo a la superficie dental.

Uno de los principales problemas ha sido evitar que el ión fluoruro y el calcio del abrasivo formen un compuesto relativamente insoluble.

Se ha informado que el pirofosfato de calcio y fluoruro estanooso forman un compuesto compatible y clínicamente eficaz. Sin embargo, en ciertos estudios se ha encontrado que el envejecimiento y el almacenamiento a temperaturas elevadas ha disminuido la posibilidad del ión fluoruro.

Actualmente, se está probando en tres dentífricos, Cue, Tact, Superstripe.

Pruebas de laboratorio en estas fórmulas han mostrado la estabilización de las fracciones solubles de fluoruro y estaño.

La clasificación de estos dentífricos con grupo B indica que los estudios para verificar su eficacia han sido de número limitado y que se requiere más investigaciones para apoyar los hallazgos actuales.

La eficacia de Crest se relaciona directamente con la frecuencia de su uso.

Cuando dicha acuidad es la "habitual", es decir, la observada en la población sin instrucciones especiales, la reducción de caries es de alrededor del 20 a 25%.

Cuando la pasta se utiliza una vez por día, la disminución de caries es algo mayor del 30%; finalmente, en personas que la usan tres veces al día, la reacción alcanza un 57%.

Los resultados de varios estudios clínicos conducidos con Mono-fluorofosfato de sodio (Colgate MFP), en niños indican reducciones de caries que oscilan entre el 17 y 34%. De acuerdo con uno de estos estudios, los efectos de Colgate MFP son aditivos a la fluoración de las aguas.

Los dentífricos que contienen flúor en combinación con un sistema abrasivo compatible son una contribución práctica a la prevención de la caries dental.

Fórmula de un dentrífico:

Humectantes	10 - 30%
Sistema abrasivo (agente limpiador)	35 - 50%
Agua	10 - 25%
Detergente	1 - 3%
Saborante	.5 - 1%
Elemento de adhesión	.1 - 0.8%

Fórmula de una pasta profiláctica.

Fluoruro de estaño.

Lava = Fluoruro de estaño al 10%, circonio, glicerina y esencia aromática.

### III.2.7. Flúor en autoaplicaciones.

El uso principal de este método es la falta de suficiente mano de obra profesional y para-profesional para atender los requerimien-

tos odontológicos de la población.

Entre los procedimientos principales de autoaplicación están:

- a) Las aplicaciones de flúor en escuelas, que son llevadas a cabo por los niños en sus propias bocas.
- b) Cepillado con soluciones y geles de flúor.
- c) Cepillado con pastas abrasivas.

Los resultados de estos estudios prueban que los enjuagatorios supervisados con una solución al 0.2% de fluoruro de sodio, espaciados semanal o quincenalmente, son un medio eficaz de prevenir la caries en niños.

También pueden conseguirse resultados positivos con soluciones más diluidas de fluoruro de sodio (0.05), fluoruro estanoico o APF.

El cepillado, puede usarse sin problemas en escolares de cualquier edad, además es económico y bien tolerado.

La técnica de cepillado es muy sencilla que puede ser supervisada por personal con sólo un mínimo de entrenamiento.

Las aplicaciones pueden ser realizadas sin producir alteraciones en las tareas escolares.

El procedimiento de la autoaplicación con pastas abrasivas fluoradas, consiste en cepillar durante 5 minutos con una pasta de limpieza que contiene una concentración alta de fluoruro, siguiendo una secuencia similar a la descrita para el cepillado dental.

Composición: Fluoruro de sodio y agua destilada.

Concentración: 0.5%

Dosis: Un enjuagatorio cada mes con 30 cm. de solución durante 3 min.

Edad: Escolar y adultos.

Prevención: 20- 30%

En pre-escolares no se debe usar por el peligro de que lo ingieran y es tóxico.

### III,3. Materiales dentales fluorados.

Durante los últimos años se ha manifestado una tendencia añadir flúor a una variedad de materiales dentales. Esta tendencia ha sido reforzada, quizá por el reconocimiento de los efectos de los cementos del silicato sobre los tejidos dentales adyacentes. Como se sabe, la residiva de caries alrededor de los silicatos es sumamente rara. Este hecho se debe a que los silicatos contienen cantidades importantes de flúor hasta 15% ya que este elemento está liberado por la restauración, en particular durante 2 ó 3 semanas siguientes a su instalación.

Como consecuencia de este proceso, la concentración de flúor en el esmalte adyacente aumenta en forma considerable, se han registrado valores hasta cinco veces mayores que la concentración original y el diente se torna mucho más resistente a la residiva.

#### III,3.1. Cementos fluorados.

Varios de estos cementos han sido presentados a través de la literatura, según ciertos autores, su uso se justificará por cuanto los cementos de fosfato de cinc tienen un efecto adverso sobre los tejidos dentarios, a los que privan de flúor y hacen susceptible a la disolución en ácidos. Si se añade flúor a los cementos, los problemas antes dichos desaparecen y además se provee suficiente fluoruro adicional a los tejidos como para aumentar su resistencia al ataque de caries.

Las experiencias de laboratorio conducidas en distintos centros de investigación apoyan estas ideas, Por ejemplo: los cementos de fosfato de cinc con 10% de fluoruro estano liberan cantidades signifi-

cativas del flúor los cuales son incorporados a los tejidos adyacentes, el resultado final es un incremento de la resistencia del esmalte a la disolución en ácidos. Lo mismo se ha observado con un cemento de fosfato de zinc que contiene fluoruro de estroncio, con la ventaja adicional de que este producto parece prevenir el desarrollo de caries in vitro en la dentina subyacente.

La incorporación del fluoruro de sodio y fluoruro estanoico a cemento de óxido de zinc-eugenol ha sido también estudiada; resultados indican un efecto beneficioso sobre los tejidos circundantes de magnitud comparable a la que se observa con los cementos de silicato.

### III. 3.2. Barnices fluorados.

La incorporación de flúor a barnices y recubrimiento de cavidades ha sido estudiada por varios autores.

El objetivo es por supuesto prevenir la residiva de caries los fluoruros utilizados han sido; 2% de mono-fluoruro-fosfato de calcio y 2% de hexafluoriziconato de potasio. Estos barnices liberan una cantidad apreciable de flúor, y aumenta la resistencia del esmalte y dentina subyacentes a la disolución. Desafortunadamente, también parece afectar adversamente la pulpa dentaria, lo cual indica la necesidad de continuar las investigaciones sobre su uso.

Existe otra manera de utilizar el flúor para la prevención de la caries residivamente, y es la aplicación de soluciones concentradas de fluoruros sobre las paredes cavitarias. Los resultados de un estudio clínico de 3 meses de duración sugieren una reducción del 50% de residivas mediante el empleo de soluciones de fluoruro de sodio al 1.23%.

Otra solución que ha sido estudiada contiene el 30% de fluoruro estanoico. En este caso, la disminución de caries residivantes observada durante dos años fué del 60%.

Las amalgamas fluoradas no dañan la pulpa. Esta información sugiere que el potencial de los fluoruros para la prevención de la caries es considerable.

### III.3.3. Selladores oclusales.

Una parte importante del fluoruro depositado en el esmalte durante las aplicaciones tópicas se pierde muy rápidamente mediante el contacto del esmalte con los fluidos bucales. Para evitar esta pérdida se propone el uso de materiales selladores con flúor postulando que si el fluoruro es liberado en forma continua por unos días mientras que el sellador impide su transferencia al medio bucal, los resultados tendrán que ser superiores. Para probar esta hipótesis se ha desarrollado un sellador sobre la base de poliuretano, al cual se ha añadido un 10% de monofluorofosfato de sodio.

Los ensayos de laboratorio conducidos con este material indican una acentuada disminución de la solubilidad del esmalte así tratado en ácidos.

### III. 3.4. Amalgamas.

Aunque los expertos en cirugía dental afirman que la caries no debería residivar alrededor de amalgamas colocadas de acuerdo con los procedimientos indicados, el hecho es que por diversas razones, las residivas se observan diariamente en la práctica odontológica. Por esta razón, se ha propuesto el agregado de fluoruros a las aleaciones para amalgamas, de esta forma, el flúor se libera y traspasa de la obturación a la cavidad.

Se ha podido comprobar que concentraciones de hasta .5% de fluoruro de sodio, fluoruro de estaño, fluoruro de calcio o hexafluorocirconato a la aleación no produce alteraciones de las propiedades físicas de las obturaciones .

Sin embargo, en concentraciones mayores traén apareadas la dismi-

nución de la resistencia de la obturación a la compresión. Se ha probado también que la presencia de 0.5% de fluoruro estano so no tiene efecto sobre el filtrado de fluidos entre la obturación y las paredes cavitarias.

Con respecto a la liberación de las restauraciones, se ha comprobado que alcanza su mayor magnitud durante los primeros días siguientes a la inserción, y que continúa lentamente por lo menos durante 6 meses. Los resultados de ensayos de laboratorio indican que las amalgamas fluoradas provocan un aumento del contenido en flúor y de la resistencia a la solución de los tejidos circundantes, y que las obturaciones no tienen efectos adversos sobre la pulpa.

Actualmente se ha podido comprobar que hay reducciones de caries residivantes alrededor del 60%, estos resultados fueron observados después de 5 años de insertadas las restauraciones, que contienen 0.05% de fluoruro estano so.

### III.3.5. Materiales de impresión como sistema de absorción de flúor.

Una gran variedad de productos que contienen flúor se aprovechan para las aplicaciones tópicas. Una proporción de flúor es sistemáticamente aprovechable dependiendo de la concentración de flúor en los productos y la manera de utilizarlos. Generalmente sin conocer el origen del flúor es irreversible en los materiales de impresión; hidrocoloides y alginatos.

Buchan y Peggie, Skinner y Phillips, obtuvieron el inconveniente con el molde que se formó con una impresión de alginato, que la impresión es más blanda en la superficie, al menos que se agregan al alginato sales de fluoruro iguales al silicofluoruro de sodio y fluoruro de zinc.

Estos autores refieren que cuando se agregan en proporciones concentradas las sales de fluoruro, actúan como aceleradores para la fijación de los productos de impresión.

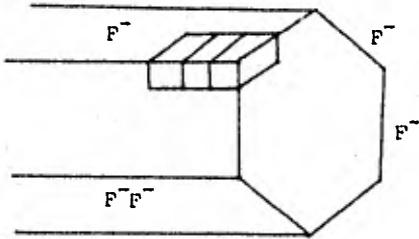
Hattab y Frostell, reportaron un aumento de flúor en el plasma y en la saliva, colocando impresiones de alginato en el hombre. Ellos también estudiaron en 24 horas la difusión del fluoruro del alginato en el agua y el fluoruro en la superficie del esmalte in vitro; el propósito de estos estudios fueron:

- 1.- Determinar in vitro la difusibilidad del flúor en el alginato.
- 2.- Determinar con el tiempo resultados de la concentración del flúor en el plasma y la saliva, también el deliberado uso de los materiales de impresión de calidad.

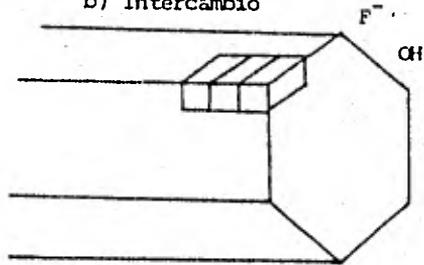
Fig. 3.1

REACCION DEL FLUOR CON EL ESMALTE DENTAL

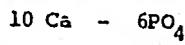
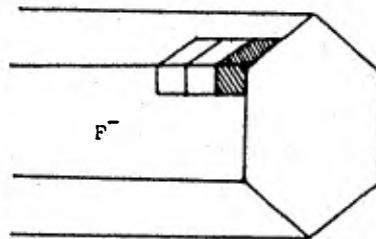
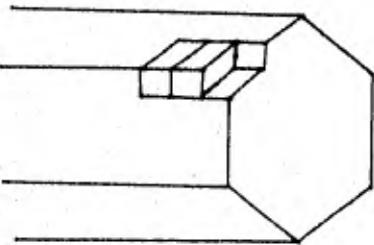
(a) Absorción



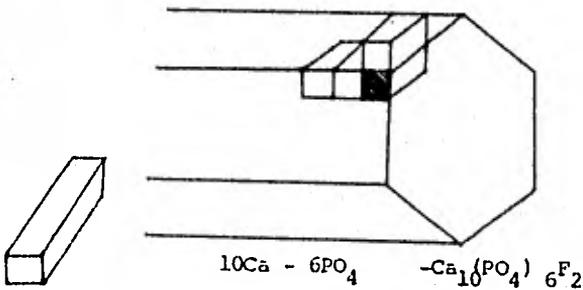
b) Intercambio



c) Recristalización (Disolución y Reprecipitación).



d) Precipitación.



Unidad de hidroxiapatita

Unidad de Flúorapatita.

Porción de una unidad de hidroxiapatita que demuestra la forma en que se estabiliza la estructura de un cristal de hidroxiapatita por medio de un ión flúor.

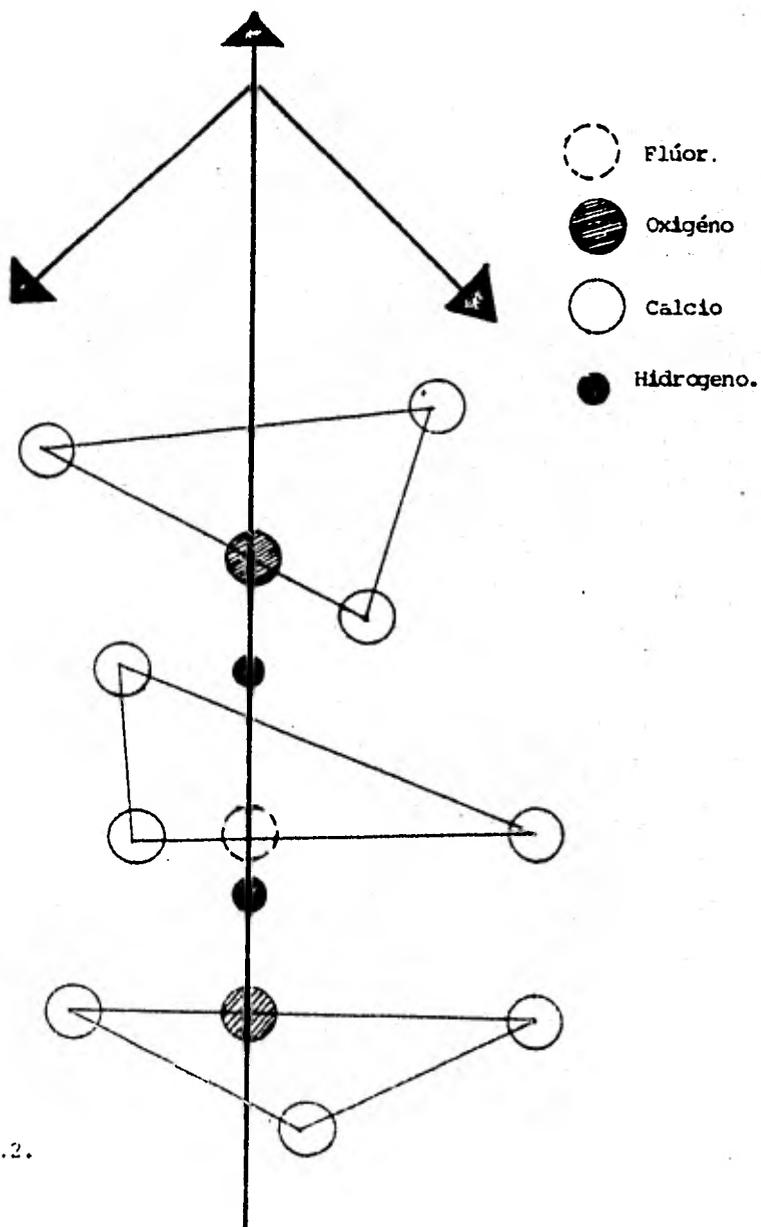


Fig. 3.2.

## BIBLIOGRAFIA

- Bay I.R. LL. G. Plaque Inhibition and improved gingival condition. Scand J. Dent Res 1980 Aug. 80 Núm 4. - Pag. 313 - 5.
- Dremer C.U. Cariostatic acción of fluoride. Tydesk tandheelkd Ver. S. Afr. 1979. Mar. 1979. Núm.34. Pag. 163 - 6.
- Fanning E.A; Cellier K.M. Somerville Om. South Australian. kindergarten children; effects of fluoride tablets and fluodridated water on dental caries in primary teeth; Aust Dent J. 1980; Oct. 25. Núm. 5. Pag. 259 - 63.
- Finkelstein M.J. Nincollas G.H. Trace fluoride and its role in emanel mineral. J. Biamed Matre Res. Jul. 1980 - Núm. 4. Pag. 553 - 5.
- Luangjarmekoin V. Topical fluoride in caries preveti6n. J. Dent. Assoc. 1979 Núm. 3. Pag. 129 - 46.
- Lu K. A. Hann. J.D. Perterson J.K. Effect on dental caries of a standus fluoridat6n calcium; Pharmacol ther - Dent. 1980. Núm. 5. Pag. 11 - 6.
- Newbrum. Water Fluoridation and fluoridation supplements in caries preventio. J. Calif. Dent. Assoc. 1980 Jan.80 Núm.1. Pag. 38 - 47.

Sidney B. Finn. Odontología pediátrica. Pag. 437 - 448  
Ed. Cuarta. Edt. Interamericana.

Stephen J. Mos. DDS. MS. Fluoruros, una actualización para  
la práctica dental ; American Academy of pedodontics.  
1977 pag. 21 - 32.

Van Rensburg. B.G. Metabolism of Fluorides. Tydskrif tandheelkd  
Ver. S. Afr. 1979. Mar; 34 Núm. 3. Pag. 163 - 6.

Recopilación de datos obtenidos de las investigaciones y estu  
dios acerca de la Fluoruración de aguas, realizados por  
la Dirección General de Servicios Coordinados de Salud Pú  
blica en los Estados y las oficinas de Estomatología de SSA.  
y de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

#### IV. EFECTOS TOXICOS DE LAS GRANDES DOSIS DE FLUOR.

Es importante establecer una distinción muy clara entre los efectos tóxicos resultantes de una sola dosis masiva y la intoxicación crónica producida por grandes dosis masiva y la intoxicación crónica producida por grandes dosis repartidas a lo largo de varios años. En este último caso el efecto puede limitarse a una alteración fisiológica poco importante, o dar lugar a una grave enfermedad con secuelas de por vida.

Smith y Hodge, indican las concentraciones o dosis de flúor con sus correspondientes efectos biológicos de la siguiente manera:

DOSIS DE FLUOR	MEDIO	EFECTOS
2 partes/100 millones	Aire	Daños en la vegetación
1 ppm	Agua	Reducción de caries
2 ppm a 5 ppm.	Agua	Esmalte moteado
8 ppm.	Agua	10% osteoesclerosis
20-80 mg/día	Agua	Fluorosis anquilosante
50 ppm	Alimento	Alteraciones tiroideas
100 ppm	Alimento	Retraso de crecimiento
Más de 125 ppm	Alimento	Alteraciones renales
5.0 gr.	Dosis aguda	Muerte.

#### IV.1. Síntomas clínicos sobre la intoxicación por fluoruro

Los conocimientos actuales sobre las dosis de flúor que produce intoxicaciones agudas provienen fundamentalmente de los casos de envenenamiento accidental o con fines suicidas. Al extenderse cada vez el empleo del flúor en la industria, el hogar y la agricultura.

##### IV.1.1. Fluorosis aguda.

La dosis letal aguda para el hombre es aproximadamente de 5 gr. en forma de fluoruro de sodio, aunque no se conoce la dosis exacta correspon

diente a los distintos fluoruros, en el caso de los compuestos solubles como el ácido fluorhídrico, ácido fluorosilícico, el fluoruro potásico, el fluoruro sódico, el fluorosilicato sódico y el fluoruro amónico, probablemente correspondida entre 2 y 10 gr.

Los efectos tóxicos varían de tal manera como el compuesto de flúor empleado y con el método y la duración de la administración así como la susceptibilidad del individuo.

La intoxicación aguda por fluoruro, causada por ingestión o inhalación de cantidades relativamente grandes, no está tan bien descrita como la intoxicación crónica, ello se debe a su escasa frecuencia.

En una revisión de la bibliografía mundial sobre lo anterior, se han reportado muy pocos casos.

Los efectos agudos de la ingestión de dosis masiva de fluoruro, son al principio los propios de un veneno irritante, más tarde se localizan en los sistemas enzimáticos que intervienen en el metabolismo, la respiración celular, las funciones endócrinas, los mecanismos energéticos, etc.

Así lo característico de los casos de intoxicación aguda es que desde un principio se afectan los sistemas digestivo, cardiovascular, respiratorio y nervioso central, con la sintomatología correspondiente; por lo general, estos casos tienen un desenlace fatal en dos o tres días.

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

Evidentemente, la rápida adopción de medidas encaminadas a vaciar el estómago y reducir la absorción de fluoruros es el medio más eficaz de evitar la muerte y las secuelas causadas por la ingestión masiva de fluoruros. En general el tratamiento inmediato consiste en provocar vómito y

administrar seguidamente gran cantidad de leche.

Los efectos irritantes del fluoruro, considerados a veces como - efectos locales, consisten principalmente en lesiones cutáneas. Las alteraciones cutáneas. Las alteraciones anatomopatológicas de la intoxicación aguda son: gastroenteritis hemorrágica con tendencia a la neurosis nefritis tóxica aguda y las lesiones parenquimatosas de alguna gravedad de otros órganos ( hígado y miocardio).

#### IV.1.2. Fluorosis severa.

En 1930 se reportó en trabajadores con criolita, que habían inhalado polvo de flúor (20 a 80 mg. F/día) por un lapso de tiempo prolongado (10-20 años), fluorosis severa que involucraba hipermineralización del esqueleto, exostosis de huesos y calcificación de ligamentos. Se observaron deformaciones similares en algunas áreas de la India, donde las concentraciones de fluoruro excedían de 10 ppm. La fluorosis severa en éstas regiones se acompañaban generalmente de una dieta con una inadecuada ingestión de calcio.

Las deformaciones más comunes que se observan por una fluorosis severa son kifosis, deformidad en las caderas o rodillas. Este grado de enfermedad puede ser evitada por métodos modernos de higiene industrial.

#### IV.2 Índice de fluorosis dental.

El doctor Dean en 1934 desarrollo el índice de fluorosis dental, el cual ha sido de gran utilidad en odontología sanitaria, especialmente para adelantar estudios epidemiológicos del esmalte moteado.

Para obtener el índice es necesario atribuir una nota a cada persona de acuerdo con la lesión fluorósica más grave que se presente en dos o mas dientes de acuerdo con la siguiente escala:

0	Normal	2	leve
0.5	Dudoso	3	Moderado
1	Muy leve	4	Grave

Los criterios para considerar los anteriores grados de fluorosis dental deben ser cuidadosamente estudiados por las personas que deseen adelantar estudios epidemiológicos sobre fluorosis, efectuando además una estandarización, cuando son más de una persona que va a participar en la recolección de la información con el fin de no invalidar los resultados del estudio. Los criterios a tener en cuenta son los siguientes:

Normal.-	Cuando no existen manchas en la superficie del esmalte
Dudoso.-	Pequeñas manchas blancas en el esmalte, difíciles de reconocer.
Muy leve.-	Pequeñas áreas blancas, opacas, color papel, presentes en pocos dientes y que no afectan más del 25 % de la superficie dental.
Leve.-	Áreas más extensas, que no afectan a más del 50% de la superficie dental.
Moderado.-	La mayor parte de la superficie dental esta afectada, hay desgaste y aparecen manchas color castaño o amarillo
Grave.-	Todas las superficies están afectadas dañando la morfología dental. Se presentan manchas color café

La manera como se calcula el índice de fluorosis será ilustrada en el siguiente cuadro correspondiente a un grupo de 404 niños de Colorado Springs que recibían cerca de 2.4 ppm de flúor.

Clasificación	Grado	Frecuencia	Frecuencia x Grado
Normal	0	26	0
Dudoso	0.5	80	40
Muy leve	1	170	170
Leve	2	86	172

Moderado	3	36	108
Grave	4	6	24
		<hr/>	<hr/>
		404	514

$$(f) = N = 404, \quad (fg) = 514$$

$$\text{Indice de fluorosis dental} = \frac{(fg)}{N} = \frac{514}{404} = 1.3$$

#### Significado del índice de fluorosis.

0.0 a 0.4	Negativo	Sin importancia para
0.4 a 0.6	Zona límite	la salud pública
0.6 a 1.0	Leve	Se recomienda la re-
1.1 a 2.0	Medio	moción del exceso de
2.1 a 3.0	Grave	floruros.
3.1 a 4.0	Muy grave	

#### IV.3. Hipoplasia adamantina por fluoruro; esmalte vetado.

El esmalte vetado es un tipo de hipoplasia adamantina. Black y Mac. Kay. Reconocieron que esta lesión presenta distribución geográfica e incluso sugirieron que era el resultado de la presencia de alguna sustancia en el agua de consumo aunque algunos años después se comprobó que el flúor era el agente causante.

##### (1) Etiología.

Se sabe que la ingestión de agua potable fluorada durante la formación de los dientes puede dar por resultado el esmalte vetado. La intensidad del vetado aumenta con el incremento de la cantidad de fluoruros en el agua. de este modo, habrá un vetado leve sin importancia clí-

nica con niveles inferiores a 0.9 a 1 ppm. de fluoruro en agua, mientras que se hace progresivamente evidente sobre ese nivel

## (2) Patogenia

Este tipo de hipoplasia se debe a un trastorno de los ameloblastos durante el período formativo del desarrollo dental. No se conoce la naturaleza exacta de la lesión, pero como hay rastros histológicos del daño celular, es posible que el producto celular, la matriz adamantina, sea defectuosa o deficiente. También se comprobó que con niveles algo más elevados de fluoruro hay interferencias en el proceso de calcificación de la matriz.

Estudios epidemiológicos revelan que no todos los niños nacidos y criados en la zona de fluorosis endémica presentan el mismo grado de vetado, aún cuando todos hayan consumido la misma agua. Además, algunas personas presentan moteados leves a pesar de haber estado expuestas a concentraciones muy bajas de fluorosis.

## (3) Características clínicas.

Según el nivel de fluoruros en el agua de consumo, hay una gran variedad de la intensidad del aspecto de los dientes vetados, que van de 1) Alteraciones discutibles que se caracterizan por un vetado o punteado blanco del esmalte pasando por 2) alteraciones leves que se manifiestan por zonas opacas blancas que abarcan más de una superficie dental, hasta 3) alteraciones moderadas y avanzadas donde hay formación de fosas y pigmentación parduzca de la superficie y aun 4) aspecto corroído de los dientes atacados moderadamente o intensamente tienden a que el esmalte se desgaste y hasta se fracture.

## (4) Distribución geográfica.

El esmalte vetado ha sido registrado en muchas partes del mundo, incluyendo Europa, Africa, Asia, así como los Estados Unidos.

## BIBLIOGRAFIA

Arnold Fa. Jr. Likins Rc. Russel. Al. et. al. Fluoruración del agua potable hor en día. J. Am. Dent. Assoc. 1978. Pag- 65 - 78.

William G. Shafer. Tratado de patología bucal. Pag. 51 -54  
Ed. Terecera. Edt. Interamericana.

#### V.- PROCEDIMIENTOS PARA LA ADICION DE FLUORUROS.

La mejor instalación es aquella que incorpora la combinación más apropiada de estos factores.

- 1.- Un equipo dosificador sencillo y exacto.
- 2.- Un mínimo manejo de los compuestos químicos.
- 3.- En consistencia con los dos factores anteriores, el costo general más bajo en la amortización del equipo y el costo de los compuestos químicos.
- 4.- Facilidad para la recabación de registros correctos.
- 5.- Un mantenimiento mínimo del dosificador, las tuberías y el equipo inyector.

Un dosador químico, tal como el usado para agregar fluoruro u otra sustancia a un abastecimiento de agua, es un aparato mecánico que mide las cantidades del compuesto químico y las adiciona al agua a una razón predeterminada.

Los fluoruros alimentan al bastecimiento de agua, ya sea en la forma de líquidos o de sólidos. Los dosificadores químicos pueden, por tanto, dividirse en lo general en dos tipos: 1) los de solución, que en realidad son bombas pequeñas que se utilizan para alimentar una cantidad cuidadosamente medida de una solución de fluoruro ( o de ácido fluosilícico), preparada con exactitud, durante un tiempo específico y 2) los dosificadores de materiales secos, que alimentan una cantidad predeterminada de un material sólido, durante un intervalo dado de tiempo. Estos últimos se subdividen por tipos de pendiendo del método que se usa para controlar la razón de alimentación. Los dosificadores volumétricos de material seco alimentan un volumen medido de compuestos químicos seco, dentro de un intervalo determinado de tiempo ; los gravimétricos (pérdida de peso) a limentan un peso medido de un compuesto químico, dentro de un período determinado.

La selección del dosificador depende del compuesto de fluoruro que va a utilizarse y de la cantidad que debe dosificar. La razón de alimentación dependerá del contenido de fluoruro que se desea obtener en el agua tratada, la cantidad que va a tratarse pasando por un punto dado y el contenido de fluoruro en el agua no tratada. En general, los dosificadores de solución se utilizan para los abastecimientos pequeños y los de material seco, para los mayores.

#### .1. Dosificadores de solución.

Las soluciones de fluoruros pueden añadirse en los abastecimientos de agua, de las siguientes formas:

1.- En un tanque saturador, pueden producirse soluciones saturadas de fluoruro de sodio de concentración constante, de prácticamente el 4 por ciento y casi a cualquier temperatura de agua que pueda encontrarse en la planta de tratamiento común. (Fig. 5.1)

El tanque está hecho de acero inoxidable o fibra de vidrio y equipado con un cono interno, que va conectado a un tubo a través del cual pasa la línea de succión del dosificador. El cono está cubierto con un lecho de arena y grava graduada, sobre el que descansa el fluoruro de sodio cristalino. Se agregan aproximadamente 90 kg. de fluoruro de sodio al tanque, junto con el agua. Una válvula de flotador mantiene automáticamente, un nivel de agua constante sobre el lecho de fluoruro de sodio. El agua escurre lentamente y desciende a través del fluoruro de sodio, en el que se satura antes de llegar a la arena y la grava. Después se saca del saturador con un dosificador de solución. La razón de salida es tal, que pueden tratarse 11 metros cúbicos por minuto de agua, a 1.0 mg/l. de fluoruro.

Cierta cantidad pequeña de material insoluble se recogerá siempre en la parte superior del lecho, por lo que deben tomarse medidas para quitarla periódicamente, por lo general se hace una vez por año. Esto puede lograrse fácilmente, introduciendo agua bajo presión por el tu-

bo que contiene la manguera de succión del dosificador, las partículas insolubles que descansan sobre el lecho casi siempre se lavarán con el agua introducida a través de la grava, y saldrán por el tubo de sobreflujo que está cerca del borde del tanque.

2.- Las soluciones no saturadas de silicofluoruro de sodio, fluoruro de sodio y silicofluoruro de magnesio o de amonio, se preparan pesando cantidades de los compuestos, midiendo volúmenes de agua y mezclándolos perfectamente. Por tanto, existen tres posibilidades de error: a) en el pesado del compuesto, b) en la medición de la cantidad de agua y c) en una mezcla insuficiente. Cualquiera de estos errores hará que una solución tenga una concentración diferente a la deseada, así como variaciones consecuentes en el contenido de fluoruro en el agua tratada.

3.- Las soluciones de ácido fluosilícico se utilizan tal como se reciben (22 a 30%) o, en caso de ser necesario, se diluye con agua para obtener una concentración determinada.

4.- Aplicaciones misceláneas: los dosificadores de solución que tienen válvulas especiales de succión y de descarga, pueden utilizarse para dosificar lechadas de los compuestos de flúor. Estas son mezclas de compuestos de flúor (o cualquiera otro compuesto soluble o insoluble en un solvente como el agua) en concentraciones superiores a la de saturación. En otras palabras, la lechada contiene partículas insolubles del compuesto, debido a que el agua no puede disolver más que una determinada cantidad máxima, a una temperatura dada y durante un intervalo de tiempo. Por lo general, es más seguro y económico evitar la dosificación de lechadas para la fluoruración, debido a que las partículas no disueltas pueden llegar hasta los consumidores y también porque si no se produce una mezcla después del punto de aplicación, algunas de las partículas no disueltas pueden asentarse en el agua y quedar sin disolver.

Los dosificadores de solución son dispositivos que sirven para medir y alinear un volumen específico de líquido, durante un intervalo de tiempo dado. La función de medición se realiza llenando automática-

mente con el líquido, un espacio en la cabeza del dosificador para descargarlo en el siguiente ciclo. Ese espacio puede estar en un cilindro de bomba, colocarse detrás de un diafragma, ser una serie de cubos sujetos a una prueba rotatoria o ser una diferencia de nivel dentro de un tanque.

La característica más importante de estos dispositivos es la cantidad invariable de solución descargada durante cada intervalo de tiempo.

## V.2. Dosificadores de material seco.

Estos aparatos son aquellos dispositivos que descargan una cantidad medida de un compuesto químico seco, durante un intervalo dado de tiempo. Existen dos tipos básicos: los volumétricos, que descargan un volumen específico (centímetros cúbicos, metros cúbicos, litros, hectolitros y otras designaciones volumétricas similares) de material químico, durante un tiempo designado; y los dosificadores gravimétricos, que descargan un cierto peso (kilogramos, gramos, etc.) durante un intervalo de tiempo señalado.

Generalmente, los dosificadores volumétricos pueden descargar cantidades más pequeñas que los gravimétricos; pero las diferencias primordiales en funcionamiento son: 1) los volumétricos tienen una exactitud del 3 al 5 por ciento, por peso, en comparación al 1 por ciento de los gravimétricos: 2) los volumétricos son más sencillos y su construcción es menos costosa: 3) los gravimétricos generalmente se adaptan con mayor facilidad para registrar las cantidades de compuestos dosificados y para un control automático. Los dosificadores gravimétricos se usan casi invariablemente en las plantas más grandes.

Muchos tipos de dosificadores volumétricos pueden convertirse en gravimétricos, adaptando en el montaje un mecanismo para pesar. La descarga de un dosificador de este tipo se controla, automáticamente, me-

diante la pérdida de peso que resulta de la supresión de parte del peso del compuesto de la tolva.

#### V.2.1. Dosificadores volumétricos.

Los dosificadores volumétricos son, básicamente, una combinación de un mecanismo impulsor, un medio para entregar un volumen constante de compuesto seco, una tolva para contener el compuesto y una cámara para disolverlo antes de descargarlo dentro del abastecimiento de agua.

El mecanismo impulsor es, casi invariable, un motor eléctrico cuya velocidad se ha reducido por medio de engranajes o impulsos de banda; ocasionalmente, pueden usarse bandas de otro equipo rotatorio, como por ejemplo, el eje de una bomba, como mecanismo impulsor.

El mecanismo de descarga del compuesto, es un medio conveniente para distinguir un tipo de dosificador volumétrico de los demás. (Fig. 5.2)

#### V.2.2. Dosificadores gravimétricos.

Estos aparatos dosifican compuestos químicos a un peso constante y no a un volumen constante, durante un intervalo determinado. Debido a su gran exactitud, deben utilizarse para dosificar compuestos de flúor siempre que sea posible. Sólo cuando la demanda mínima de compuesto sea inferior a aproximadamente 5 kg. por h. , deberá pensarse en el uso de otro tipo de dosificador. Los gravimétricos, se adaptan también con bastante facilidad para registrar las cantidades de compuesto dosificadas y para el control automático. Otra ventaja es que se dosificará un peso constante, aún cuando la densidad de la mayor parte del compuesto haya cambiado.

El peso del compuesto químico debe tomarse continuamente, ya que el control de estos dosificadores se basa totalmente en él. Ese control se logra en dos formas básicas. En uno, el recipiente (depósito o tolva de almacenamiento) se pesa continuamente y se mantiene en for

ma automática la razón de la pérdida de peso del material, seleccionando previamente la razón de alimentación. La descarga se regula en forma tal; que el material que queda en la tolva sigue una reducción lineal en el peso. En el otro tipo, una sección de la banda móvil que lleva el compuesto se pesa también continuamente. El flujo del compuesto hacia la banda se controla mediante las desviaciones de una razón apropiada de descarga, previamente designada. (Fig. 5.3.)

### V.3. Selección del sistema óptimo de fluoruración.

Entre las consideraciones para escoger el sistema adecuado de fluoruración para una situación particular están: población servida, disponibilidad de sustancias químicas, costo, tipo de personal de operación disponible y la simple preferencia personal de parte de la persona o personas que toman la decisión. Aun cuando no hay un tipo específico de sistema de fluoruración que sea únicamente aplicable para una situación específica, existen algunas limitaciones generales impuestas por el tamaño y tipo de las instalaciones de agua. Por ejemplo, una gran planta metropolitana de agua difícilmente podría considerar instalaciones de fluoruración que utilizan la preparación manual de cantidades de solución así como tampoco un sistema pequeño que consista en cierto número de pozos sin atención podría considerar el uso del número adecuado de dosificadores gravimétricos a seco.

### V.4. Localización del dosador.

Antes de que se pueda seleccionar un tipo de dosador se debe proveer espacio suficiente y adecuado para su instalación. Si hay una planta existente donde se están agregando otros productos químicos, por lo general el espacio para un dosador adicional no es problema. Si no hay planta de tratamiento, como es el caso corriente en los abastecimientos por pozo, puede haber una caseta de bombas o tal vez algún tipo de abrigo cercano a un tanque de alimentación elevado. El dosador debe de ser colocado en una área seca y abrigada, cercana al punto de in

yección y preferiblemente a un sitio que tenga lugar para el almacenamiento de los compuestos químicos. Debe de haber corriente eléctrica disponible en la mayoría de los casos, y una línea de abastecimiento de agua para la preparación de las soluciones a menos de que se use ácido fluorosilícico sin diluir. El local debe de ser accesible para la renovación del compuesto químico y para el mantenimiento. Aparte de estos requisitos básicos, debe de darse consideración a la necesidad de aislar el almacenamiento del compuesto químico de otros materiales, de adecuada ventilación y por conveniencia general.

#### V.5. Punto de aplicación de los fluoruros.

La primera y más importante consideración al seleccionar el punto de inyección del fluoruro es que debe de ser un punto a través del cual pase toda el agua a ser tratada. En una planta de tratamiento este punto puede ser en el canal donde se adiciona los otros compuestos químicos, puede ser en una tubería principal a la salida de los filtros o puede ser en el tanque de agua clara. En un sistema de pozos por bombeo puede ser en la línea de descarga de una bomba, si sólo hay una o si hay más de una bomba puede hacerse en la línea que va al tanque elevado o a cualquier otra facilidad de almacenamiento.

Si existe una combinación de facilidades, digamos una planta de tratamiento para aguas superficiales más pozos suplementarios, debe de haber un punto donde toda el agua de todas las fuentes pasa. Si no existe tal punto común, ello significa que se tienen que hacer instalaciones separadas para cada facilidad. Si todo esto no es posible, se debe seleccionar un pozo a través del cual toda el agua pase a una razón o razones establecidas. Por ejemplo, el agua de una o más bombas de pozo es descargada en una tubería principal que va hacia un tanque elevado, el agua del tanque de almacenamiento pasa por un punto que pareciera ser aceptable. En el último caso, el flujo puede variar con respecto al de máxima demanda en el sistema, al de demanda mínima, haciendo el ajuste la dosificación de fluoruro más difícil que si lo fuera basado en la razón de descarga de la bomba o bombas. De esta manera, una mejor selección sería la de inyectar el fluoruro dentro de la

tubería principal que va hacia el tanque de almacenamiento, donde de las razones de flujo son las de las descargas de las bombas.

Otra consideración al seleccionar un punto de inyección de fluoruro es el caso de pérdida de fluoruro en los filtros. Siempre que sea posible el fluoruro debe de agregarse después de la filtración para evitar las pérdidas sustanciales que pueden ocurrir, en especial cuando se usan grandes cantidades de sulfato de aluminio o cuando está presente el magnesio y en proceso de ablandamiento cuando se utiliza cal caústica. En raras ocasiones puede resultar práctico agregar el fluoruro antes de la filtración, como por ejemplo, cuando el tanque de agua clara es inaccesible o está tan lejos de la planta que el acarreo de los compuestos químicos pudiera resultar ineconómico.

Cuando se dosifican otros compuestos químicos, el problema de la compatibilidad química debe de ser considerado. Si cualquier otro de los químicos contiene calcio, el punto de inyección deberá estar lo más lejos posible a fin de reducir a un mínimo la pérdida de fluoruro por precipitación. Por ejemplo, si se usa cal (para el control de ph) agregándola a la tubería a la salida de los filtros, el fluoruro puede agregarse en la misma tubería pero en otro punto, o puede agregarse en el tanque de agua clara. Si se está agregando cal al tanque de agua clara, el fluoruro debería de agregarse en el lado opuesto.

#### V.6. Tipo de dosador y de compuesto químico a usar.

Para las plantas de tratamiento pequeñas las cantidades de compuesto químico usado es tan pequeña que el costo no es un factor importante. Así que se puede usar fluoruro de sodio o ácido fluorosilícico, aún cuando son relativamente caros en pequeñas cantidades. La decisión de si se usa solución preparada manualmente o un saturador o ácido fluorosilícico diluido o no, depende de las cantidades a ser agregadas, de la habilidad del operador, de la disponibilidad y conveniencia del ácido y de las preferencias personales.

La dosificación del silicofluoruro de sodio se limita a las plantas de tratamiento suficientemente grandes como para usar dosadores volumétricos o gravimétricos; Los dosadores a seco volumétricos son capaces de dosificar a razones muy bajas.

Los dosadores que operan con líquido son mejores para abastecimientos pequeños mientras que los que operan con polvos son preferibles para suministros mayores.

#### V.7. Control de la concentración de fluoruro.

##### Frecuencia de muestreo.

El número de muestras tomadas para los análisis del fluoruro se escoge con el objeto primordial de asegurar un nivel de este compuesto, a la concentración correcta en todo el sistema de distribución. Basándose en estas determinaciones es como se ajusta el dosificador y se juzga su exactitud.

El número de muestras recogidas depende, principalmente, de uno o más de los siguientes factores:

- 1.- El tamaño del sistema: mientras más grande sea la planta de tratamiento de agua, tantas más muestras se requerirán.
- 2.- Su complejidad si por ejemplo se requieren más de un dosificador, será necesario tomar más muestras adicionales.
- 3.- La edad de la instalación: se requerirán más muestras durante las etapas iniciales de un programa de fluoruración, sobre todo con el fin de comprobar los ajustes hechos en el dosificador.

Aunque es obviamente imposible especificar el número exacto de muestras requeridas para todas las plantas, pueden hacerse las siguientes observaciones:

- Para las comunidades más pequeñas, debe examinarse cuando menos una muestra de la planta y una al mes del sistema.
- Durante las primeras etapas de un proyecto ( los primeros seis meses o menos) debe examinarse cuando menos una muestra de la planta y otra adicional de un punto remoto en el sistema de distribución.
- En las comunidades más grandes, el laboratorio del departamento de sanidad hace generalmente una comprobación de muestras junto con el departamento de agua potable.
- En las comunidades mayores, se toman unas cuantas muestras de distribución (hasta 12 ó más) cada día, de una serie de alrededor de 100 ó más puntos de muestreo. Se hacen rotaciones o cambio cada día de los lugares donde se toman las muestras diarias, entre los puntos de que se dispone.
- Los registros de todas las muestras deben conservarse y archivarse, con el fin de tener fácil acceso a ellos.

#### V.8. Seguridad y peligros en el manipuleo de compuestos químicos de fluoruro.

Se admite que los compuestos químicos de fluoruro, en las grandes cantidades que se van a tener en las plantas de tratamiento de agua, presentan un peligro potencial para la salud del personal de la planta. Mientras que los fluoruros en el agua, a la concentración reconocida de cerca de 1.0 ppm. son seguros a toda prueba; los niveles de fluoruro a los cuales el operador de una planta de tratamiento puede estar expuesto son potencialmente mucho más altos.

##### V.8.1. Ingestión.

La sobreesposición a los compuestos químicos de fluoruro puede ser el resultado de ingestión, inhalación o contacto del cuerpo con derrames. La fuente más probable de exposición oral sería la contaminación de alimentos o bebidas, sea por accidente (tal como al con-

fundir el compuesto químico de fluoruro con azúcar o sal) o a través de falta de cuidado (tal como si los alimentos fueran comidos en las áreas en donde los compuestos químicos de fluoruro se almacena o dosifican.

#### V.8.2. Inhalación.

Aún cuando se recomienda el uso de máscaras y de otros aparatos protectores, debe de hacerse todo lo posible para reducir a un mínimo la producción de polvo. Lógicamente si los sacos de fluoruro se mueven con descuido o si las bolsas se vacían muy rápidamente, la concentración de polvo de fluoruro en el aire puede elevarse. El manipuleo cuidadoso ayudará mucho para mantener la concentración del polvo de fluoruro a un nivel seguro.

#### V.8.3. Precauciones de seguridad.

El equipo de seguridad recomendado para el manejo de compuestos químicos de fluoruro incluye anteojos contra el polvo, guantes, delantales, botas máscaras contra el polvo, respiradores, abanicos de extracción, recolectores de polvo, etc.

El uso de recipientes adecuados rotulados minimizará el peligro de confundir la identidad, o el peligro aparente de un recipiente que no tenga etiqueta del todo. Es mejor mantener los compuestos químicos de fluoruro en sus recipientes originales pero si esto no es siempre práctico, estos compuestos deben de mantenerse en recipientes rotulados restringidos únicamente a compuestos químicos de fluoruro.

#### V.8.4. Síntomas de exposición a los fluoruros.

Es importante ser capaz de detectar si alguien está sufriendo de sobreexposición a los fluoruros, de manera que se inicie el tratamiento con prontitud, incrementando de esa manera la oportunidad de completa recuperación del paciente. En los envenenamientos agudos, por lo general, los primeros síntomas en aparecer son el vómito

dolores de estómago y diarrea. Si el envenamiento es debido a la ingestión de grandes cantidades de fluoruro, el vómito puede ser blanco. Por lo general el paciente se debilita mucho, tiene dificultad al hablar, está sediento y tiene visión nublada.

Los signos de envenamiento agudo por inhalación consisten de agudos dolores en la nariz seguidos de descarga nasal o hemorragia nasal. La respuesta más probable a un derrame de ácido o a una sal picadura es una picazón o sensación de quemadura, o so ha sido en los ojos, una severa irritación de ellos.

#### V.8.5. Tratamiento.

Una vez que el envenamiento agudo se hace aparente, el tratamiento debe iniciarse mientras se espera por la debida asistencia médica. El tratamiento es como sigue.

- 1.- Remueva al paciente de la exposición y manténgalo caliente.
- 2.- Adminístrele tres cucharadas de sal de cocina en un vaso de agua tibia.
- 3.- Provoque el vómito irritando la garganta con una cuchara.
- 4.- Adminístrele un vaso de leche.
- 5.- Repita la sal y el procedimiento de vómito varias veces.

El tratamiento para un individuo que sufre de hemorragia por la nariz después de inhalar una alta concentración de fluoruro, consiste en lo siguiente:

- 1.- Remueva al paciente de la exposición.
- 2.- Coloque la cabeza del paciente hacia atrás, a la vez que el material absorbente dentro de los pasajes nasales. Cambie el material con frecuencia.
- 3.- Lleve al paciente a un médico.

El tratamiento para un individuo que sufre de una exposición al ácido, consiste en un rápido y total enjuague del área afectada

con copiosas cantidades de agua. El tratamiento subsiguiente, si es necesario, debe de ser efectuado por un médico.

En resumen, el primer objetivo en el manejo seguro del fluoruro es el prevenir el envenenamiento resultante de la sobreexposición; esto significa el uso de equipo de seguridad y el evitar el contacto innecesario.

Luego, estar alerta a los primeros signos de enfermedad relacionados con fluoruro en sí mismo y en los compañeros de trabajo. Si ocurre la enfermedad por fluoruro, reaccionar rápidamente con el tratamiento apropiado para el paciente.

#### V.9. Organización y procedimientos para la fluoruración de comunidades.

En vista de la notable economía y otras ventajas que pueden obtener las comunidades al adoptar la fluoruración, se presenta en seguida la organización que debe tener una comunidad para la realización de un programa de fluoruración.

1.- Surge la idea de fluorurar al abastecimiento de agua de una comunidad, en médicos y dentistas.

2.- Estos consultan las sociedades dentales o médicas de la localidad, quienes respaldan la medida para el lugar con poco o ningún retraso.

3.- Como resultado, el sistema es respaldado por todas las organizaciones profesionales y científicas relacionadas, todos los departamentos estatales de sanidad y una legión de organizaciones particulares - que estén interesadas en el mejoramiento de la comunidad.

4.- La sociedad dental o médica nombra, entonces, a un grupo consejero sobre sanidad, que representa las agrupaciones profesionales de salubridad. Su función es proporcionar dirección y reglas y organizar conferencias para las reuniones públicas.

5.- De este grupo se nombra un coordinador o presidente. La dirección de la campaña estará a cargo de esta persona.

La evaluación de sus cualidades debe incluir factores tales como: 1) la situación que ha alcanzado dentro de la comunidad; 2) su ocupación o profesión; 3) el tiempo durante el cual ha vivido en el comunidad; 4) el historial de otras funciones directivas que ha ya desempeñado con éxito en la localidad, y 5) su interés en el mejoramiento de su comunidad.

6.- Bajo una dirección de este tipo, el grupo de consejo sobre sanidad realizará un estudio de la comunidad desde el punto de vista de : 1) la posibilidad y el costo de fluorurar su abastecimiento público de agua (la información a este respecto puede pedirse al ingeniero municipal o al superintendente de la planta de agua potable); 2) los factores políticos que se relacionen con el sistema, por ejemplo, la opinión local sobre la operación de la planta de agua potable, en abastecimiento local con otros servicios públicos; 3) las características de la comunidad por ejemplo, la proporción de personas mayores de 45 años, el número de familias con niños, la actividad de las personas y 4) la historia de medidas similares que se hayan realizado con éxito.

7.- El grupo asesor estará ya listo para designar directores que trabajen en diversas partes de la ciudad o con grupos especializados. Se les informará de las objeciones posibles. Se hará toda clase de esfuerzos para obtener informes sobre las ventajas de la fluoruración para cada una de las personas de la comunidad.

8.- Una vez que se ha decidido adoptar la medida y que se han obtenido las autorizaciones legales necesarias, los planos para fluorurar el abastecimiento de agua se obtienen ya sea de las propias comunidades de ingeniería de la ciudad o de un ingeniero consultor de fuera.

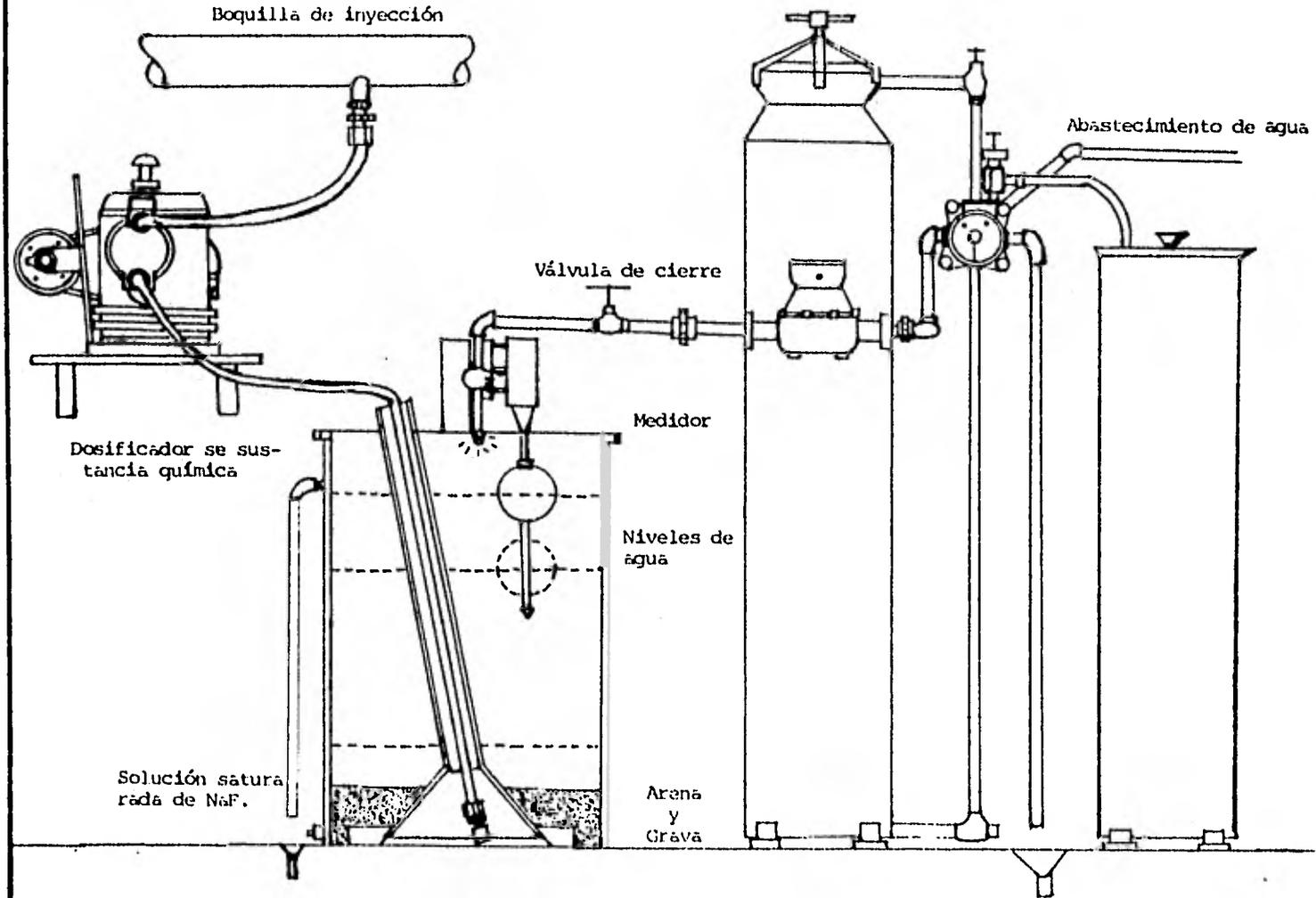
9.- Estos planos, junto con los cálculos del costo y las resoluciones de las sociedades dental y médica de la localidad, se envían al departamen

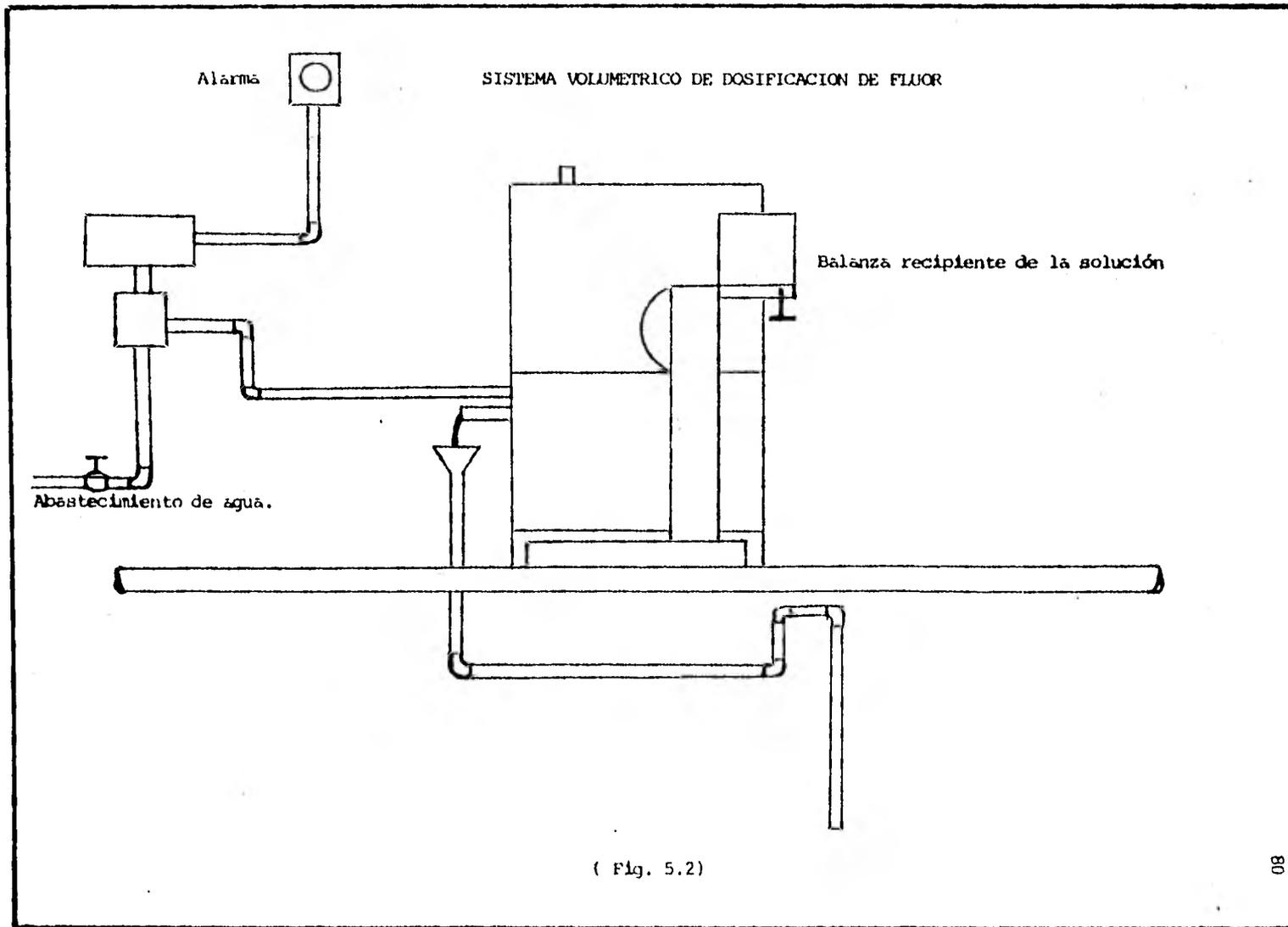
mento estatal de sanidad, que autorizará a la ciudad a proseguir una vez que los haya revisado.

10.- A continuación se reúne el dinero y se compra e instala el equipo.

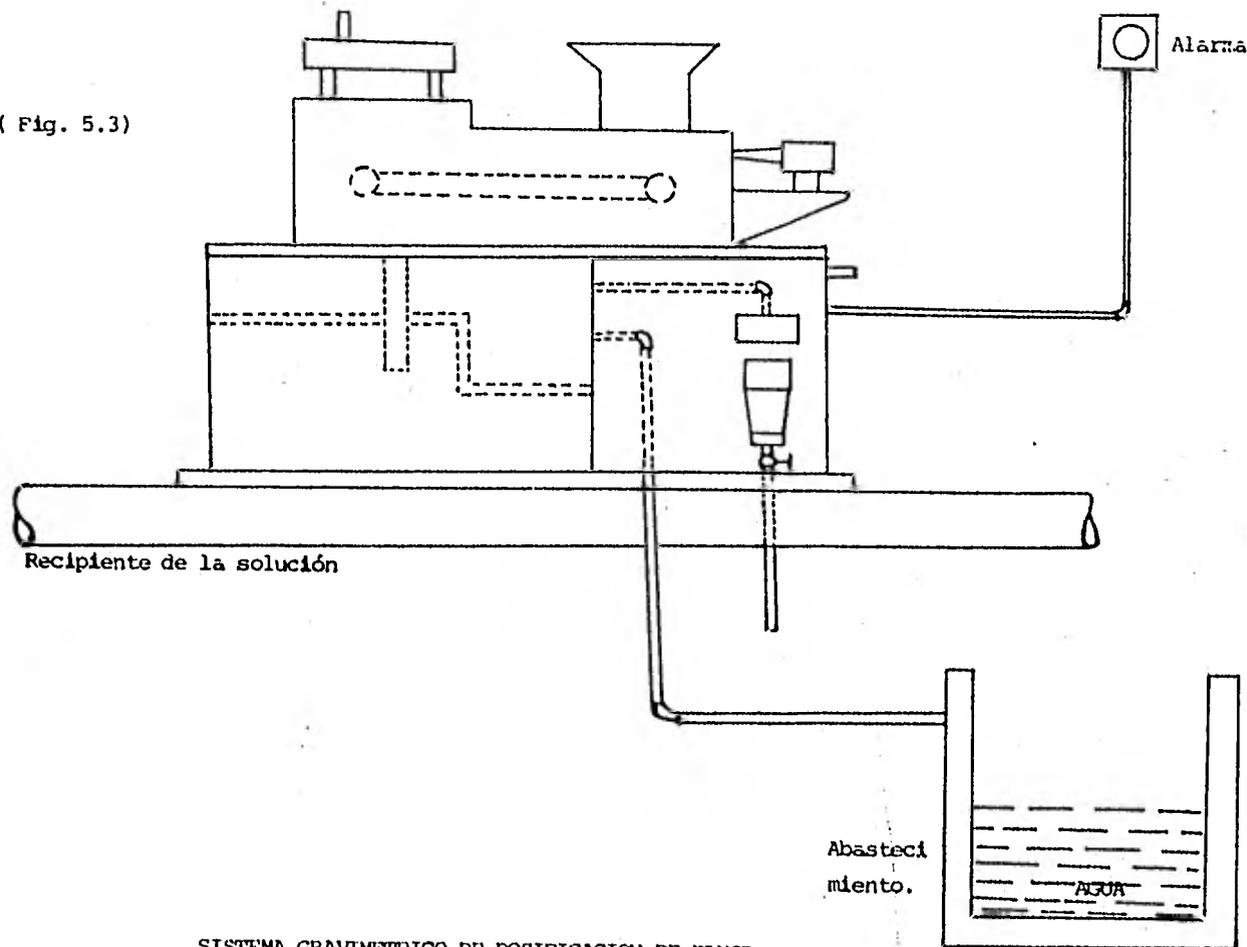
El uso de este procedimiento se recomienda en los puestos en donde el contenido natural de fluoruros en sus abastecimientos de agua es muy bajo y en donde haya una población infantil de importancia.

DOSIFICADOR DE SOLUCION (Fig. 5.1)





( Fig. 5.3 )



SISTEMA GRAVIMETRICO DE DOSIFICACION DE FLUOR.

## BIBLIOGRAFIA.

Franz J. Maier. Fluoruración del agua potable. Pag. 94-134  
Edt. Limusa.

Manual práctico de fluoruración del agua potable. No. H.P  
D.H. 31. Departamento de salud. Washington D.I. E.U.A.  
1978.

## VI.- FLUORACION DEL AGUA EN LA REPUBLICA MEXICANA

### VI.1. Antecedentes.

En el año de 1961 en la ciudad de Los Mochis Sinaloa, se elaboró el primer sistema de fluorurización artificial de la República Mexicana se logró esto, mediante promoción y financiamiento local y con la asesoría oficial de la Dirección de Odontología de la Secretaría de Salubridad y Asistencia. Meses después, durante el mismo año se inició la fluoruración de la ciudades de Veracruz y Villahermosa la cual fué suspendida, en el primer caso un año después y en el segundo cuatro años más tarde debido a la falta de interés en las localidades por el desarrollo del programa.

En 1965 se instaló la planta fluoradora en una sección del complejo habitacional de Nonoalco Tlaltelolco, misma que dejó de funcionar pocos años después por las mismas razones.

En 1970 la Comisión Mixta Coordinadora de Actividades de Salud Pública y Asistencia Social (SSA, IMSS, e ISSSTE), a través de su comité de programas Preventivos, incluyó "La Fluoración de los Abastos Públicos de Agua" como una de sus promociones a realizar, para ello, en coordinación con las autoridades de Laboratorio Nacional de Recursos Hidráulicos como asesor técnico se desarrolló un plan de visitas a 10 ciudades en las cuales se consideró desde un principio la factibilidad de aplicar esta medida; dichas ciudades fueron; Ciudad Juárez, Monterrey, Tampico, Ciudad Madero, Mazatlán, Morelia, León, Veracruz, Villahermosa, Mérida y Puebla.

Se elaboró un informe con las cifras del costo de la inversión para habilitar las plantas con el equipo necesario, los gastos anuales en sales de fluoruro, y las cantidades necesarias con las que cada comunidad debería de contar de acuerdo con su número de habitantes. Los resultados obtenidos por la Comisión Mixta Coordinadora no llegaron a su aplicación práctica debido al cambio en la administración Pública en 1970.

## VI.2. Fluorurización en la Ciudad de los Mochis Sinaloa.

En mayo de 1961 el Dr. Guillermo Camacho de Los Mochis, Sin. vió la posibilidad de fluorurizar las aguas de su ciudad. El Dr. Camacho asistía al Seminario del grupo U.S.C. de México en donde participó como conferenciante al Dr. Sholom Peariman quien habló de las magnificas experiencias obtenidas con el uso del flúor adicionado al agua como preventivo de la caries dental. El Dr. Camacho solicitó información más detallada del Dr. Peariman mismo que se la proporcionó por correo un mes después, al mismo tiempo le recomendó ponerse en contacto con el Dr. Herman E. Hilleboe entonces comisionado de salud del New York State Department of Health y con la American Water Association INC. de Nueva York donde podría obtener otros informes así como asesoría técnica. Al mismo tiempo el Dr. Camacho se puso en contacto con el Dr. Ignacio Obregón entonces presidente de la ADM por medio del cual contactó al director de Odontología de la SSA Dr. Gabriel Viesca y Viesca. Se investigó desde la concentración de fluoruros que en forma natural existen en el agua de esta ciudad hasta el control del sistema de aguas para abastos públicos. A fin de instalar el dosificador en la planta de agua potable de la población los interesados, solicitaron ayuda de la Comisión del Río Fuerte, que en esta fecha manejaba la planta potabilizadora. Con ésto se interesó a la comunidad para que colaborara en el programa, lograndose así que la iniciativa privada adquiriera el equipo fluorurador y la Secretaría de Recursos Hidráulicos, se hiciera cargo de la instalación y el mantenimiento de éste con la asesoría de la Dirección de Odontología.

Se seleccionó como material fluorurador el silicofluoruro de sodio por las ventajas conocidas que presenta sobre otras sales, la dosis de fluor fué indicada en 0.8 ppm. Se llevó a cabo una encuesta preliminar en 800 niños de las escuelas primarias de la localidad, los exámenes acusaron un índice CPO de 1.2 en niños de 7 a 12 años. A partir de entonces, se fluorizó el agua potable en forma ininterrumpida

En junio de 1969, siete años después de aplicarse la medida pre

ventiva, el personal de la Dirección de Odontología realizó la segunda encuesta para comprobar los resultados, las conclusiones a las que llegaron después de dichas comparaciones son las siguientes:

- La aplicación del procedimiento de fluoración, de los abasto públicos de los Mochis, Sin. durante siete años dió como resultado una reducción de 30 % en la prevalencia de caries.

- No hubo ninguna modificación en los índices bioestadísticos de la población a excepción del CPO.

- El costo de la aplicación promedio durante siete años fué de \$ 1.07 por habitante.

- No se presentó ninguna objeción por personas ni por industrias para seguir aplicando flúor al agua potable.

- Se comprueba que la fluoración del agua de consumo es medida eficaz y económica para la prevención de caries dental.

Actualmente, trece años después de la instalada la planta fluorizadora del agua de consumo en los Mochis, Sin. sigue funcionando y aunque se desconocen con exactitud los resultados que hasta ahora se han logrado con este medio preventivo, los dentistas de esa ciudad han podido constar una disminución en la incidencia de caries.

### VI.3. La planta potabilizadora de Los Mochis, Sin.

La planta potabilizadora de Los Mochis es una instalación moderna y funcional, su construcción fué iniciada en 1960 y entro en servicio en 1961 con una capacidad suficiente para dotar de agua a 160,000 habitantes población que se estimaba, alcanzarían Los Mochis en 1980. Sin embargo las previsiones se quedaron cortas porque ya en 1967 la ciudad había rebasado esa cifra y la planta resultó insuficiente; se hicieron entonces las aplicaciones necesarias, pero Los Mochis sigue creciendo y actualmente rebasa el cuarto de millón de

habitantes, razón por la cual se están haciendo nuevas aplicaciones.

En la planta las aguas son tratadas en varias etapas; sedimentación, filtrado, licuado, adición de químicos, etc. el último paso, cuando el agua ya ha sido perfectamente purificada, es la aplicación del flúor. En prácticamente todas las ciudades importantes del país plantas similares, pero ninguna otra adiciona flúor al líquido, razón por la cual a la de Los Mochis se le puede catalogar como planta modelo.

La adición del flúor al agua de consumo no implica grandes problemas técnicas ni encarece grandemente la operación. Se requieren pequeñas adaptaciones para instalar el dosificador, cuyo manejo corre del mismo personal que adiciona los otros componentes acostumbrados en este proceso (Cloro, cal hidratada, sulfato de aluminio, sulfato de cobre). En cuando al costo del flúor es mínimo pues las dosis necesarias son muy pequeñas, específicamente en la región de Los Mochis se requieren una dosis de 0.8 ppm. Las condiciones climatológicas, la existencia de flúor en forma natural, y otros factores hacen variar las dosificaciones de una a otra región, pero dicha variación es mínima.

#### VI.4. El caso de la Ciudad de México.

La organización Mundial de la Salud y la Oficina Sanitaria Panamericana en su misión de desarrollar mejores métodos y programas en beneficio de la salud de la población mundial, han realizado diversos estudios tendientes a la aplicación de mejores programas y a la más eficiente evaluación de los resultados obtenidos de la aplicación de éstos.

Dentro de estos programas, el de adición de flúor a los abastos públicos de agua potable, con el fin de lograr una disminución en la incidencia de caries dental en los usuarios de estas ha logrado varios países de Latinoamérica tenga programas de fluaración del agua de consumo con resultados exitosos, algunos otros, han realizado o están

realizando los estudios pertinentes tendientes a lograr los fines mencionados.

El Gobierno de México por medio de la Secretaría de Salubridad y Asistencia a fin de colaborar con estos programas ha realizado estudios sobre fluoración en varias ciudades de la República que como ya se mencionó son: Monterrey, Ciudad Juárez, Puebla, León, Tampico, Mérida, Veracruz, Morelia, Mazatlán, Villahermosa y Alvarado. Estas poblaciones contaban en 1971 (fecha en que se realizó el estudio), con un total de 3,485,000 habitantes que serían los beneficiados si se llevarán a cabo estos programas y se ha puesto un especial interés en adicionar flúor al agua potable de la Ciudad de México, de ser así el número de habitantes que se beneficiarían sería de 6,814,165 para el año ya mencionado.

El sistema de abastecimiento de agua de la Ciudad de México es uno de los más grandes del mundo, este sistema se compone de 5 fuentes principales que son: Lerma, Chiconautla, Xotepingo, El Peñón y Tulyehualco Chalco. Además existen aproximadamente 170 pozos que están dispuestos en diferentes sectores de la ciudad. El sistema con mayor caudal es el Lerma que aporta  $13.5 \text{ m}^3$  por segundo, capta el agua de manantiales y pozos profundos del sur y oriente de la Laguna Lerma y llega a la ciudad de México por gravedad.

El sistema Chiconautla porta  $3.5 \text{ m}^3 \times \text{seg.}$  lo cual se traduce en 3,450 litros/seg. aproximadamente, su captación es de 39 pozos y las aguas provenientes de estas fuentes llegan por bombeo a Sta. Isabel en donde se distribuye.

Las fuentes de Xotepingo y El Peñón son similares, el primero aporta  $4.0 \text{ m}^3 \times \text{seg.}$  y su área de captación es Xochimilco y El Chalco. El Peñón da una aportación de  $0.5 \text{ m}^3 \times \text{seg.}$  los que bombea a un tanque receptor con una capacidad de  $50,000 \text{ m}^3$  que luego se rebomban a la red distribuidora.

Tulyehualco-Chalco aporta  $4.0 \text{ m}^3 \times \text{seg.}$  y los pozos del interior de la ciudad  $8.2 \text{ m}^3 \times \text{seg.}$

Dadas las condiciones del Sistema de Distribución del agua en la ciudad de México, los puntos de aplicación que se consideran más convenientes para la fluorización de esta, son los cinco abastecimientos principales con los que cuenta la ciudad, ya que en todos ellos es factible técnicamente llevar a cabo este proceso. Los puntos mencionados son los siguientes:

En el sistema Lerma sería necesario construir un área para el almacenamiento del producto químico y una caseta para el dosificador, que deberá estar sobre el lugar donde los operadores miden el flujo, es el mejor lugar en este caso porque después de allí las aguas se dividen en dos y van a diferentes partes de la ciudad.

En Chiconautla, El Peñón y Xotepingo no es necesario hacer construcciones adicionales pues en la primera, el agua llega al tanque receptor del cual se bombea al tanque distribuidor existen almacenes para el cloro y el equipo de cloración antes del tanque receptor, aquí se podría instalar el equipo de dosificación del flúor pues no requiere mucho espacio. Existen estructuras en el Peñón y Xotepingo por lo que la instalación no parece ofrecer muchas dificultades.

Una vez determinada la factibilidad de realizar la fluoración del agua de consumo en la ciudad de México, es necesario hacer la selección del compuesto que va a utilizarse. Para esto deberá partirse de los tipos de productos que deben usar los dosificadores y de los productos que existen en el mercado nacional. El fluoruro de sodio y el ácido fluorhídrico se producen en México por Industrias Monterrey pero el costo del fluoruro de sodio resultaría sumamente alto para la magnitud de los requerimientos de la ciudad de México, el ácido fluorhídrico es sumamente corrosivo por lo cual su uso ofrece demasiados riesgos quedando así ambos productos descartados.

Es posible utilizar el ácido fluosílico pero no se produce en México y su costo de importación lo hace prohibitivo. Otro compuesto es la fluorita pero no es posible usarlo pues es necesario contar con procesos de coagulación del agua en los sistemas de abastecimiento.

La solución a la que se llega es el Silicio fluoruro de sodio,

pues aunque no se produce en la República es el que resulta tener menor costo aunque hay que importarlo.

Las propiedades que se especifican para que pueda usarse este producto en la fluoración son las siguientes:

Propiedades físicas: Polvo cristalino, de color blanco o amarillento, no higroscopio, con una densidad de 1300 a 1450 kg/m<sup>3</sup>. Propiedades químicas: Pureza mínima del 98 % con un contenido de 54.4 % de ion flúor, impurezas no mayores de 0.05 % de metales pesados (Pb, Cu, Ni) no debe contener ninguna sustancia soluble, ni mineral ni orgánica capaz de producir efectos nocivos al ser ingeridos, el material in soluble y la humedad no debe ser mayor a 0.5 %.

Debe empacarse el producto en bolsas multipliego de cinco capas tipo Kraft o su equivalente, cada bolsa debe contener de 45.6 a 50 kg de polvo, dentro de cada bolsa habrá una de polietileno conteniendo este producto.

El costo del silicofluoruro de sodio era de aproximadamente 2,200 pesos mexicanos, por tonelada F.O.B. fábrica. El costo por año del sílico-fluoruro de sodio para la ciudad de México está estipulado en el cuadro 6.3, los costos allí mencionados deben ser reajustados pues hay que tomar en cuenta el contenido de flúor que en forma natural existe en el agua de los diferentes sistemas.

Lerma	0.3 ppm	(variable)
Xotepingo	0.3 ppm	
El Peñón	0.4 ppm	
Tulyehualco		
Chalco	0.45 ppm	

En el caso de usarse el silicofluoruro de sodio como donante del ión flúor hay que instalar equipo de dosificación en seco.

El dosificador gravimétrico, está compuesto por una tolva y una balanza. (Esquema 5.3).

El mecanismo del dosificador, la tolva y los controles manuales deben estar en un gabinete de un material resistente a la corrosión, el disco indicador de la dosis debe operar por medio de un motor sin cronizado que actúe con el brazo de la balanza que inyecta una cantidad preseleccionada del producto químico.

Es necesario que esté equipo esté provisto de un sistema de alarma que indique el momento en que la tolva esté vacía los controles eléctricos deberán incluir un interruptor y luz verde para indicar que el aparato está encendido, una luz ámbar indicadora de niveles altos y bajos, y una luz roja que actúe como alarma y se active por fotocelda e indique aplicaciones sobre o bajo los preseleccionados. El totalizador deberá ser de cinco cifras expresadas en kgs, la capacidad de la balanza deberá tener una precisión de 0-0.1 %.

Es importante mencionar que la inversión en el equipo dosificador es un gasto que se hace una sola vez por lo que el primer año de fluoración es el más costoso. (El precio total de los equipos dosificadores están estimados en el cuadro 6.4).

Es de suma importancia el hecho que de haberse realizado el programa de fluoración del agua de la ciudad de México, se hubiera beneficiado aproximadamente el 14 % de la población nacional en ese año, esto en unión con un total de 3,485,000 habitantes que en ese entonces totalizaban los habitantes de las otras 10 ciudades que estaban planeando este programa; se hubiese beneficiado a una gran parte de la población por este medio.

Debido a que en la ciudad de México se consume una gran cantidad de agua es obvio que el costo de la fluoración es alto, pero si se divide la inversión total entre el número de personas a beneficiarse el costo por persona resulta bajo que en poblaciones de menos habitantes.

Los costos totales para el primer año de fluoruración de la ciudad de México aparecen en el cuadro 6.5.

VI.5. Zonas hiperfluoradas y zonas pobres de flúor en algunos Estados de la República Mexicana.

1er. grupo, poblaciones cuyos abastos públicos de agua contienen concentraciones de fluoruros de 0.1 a 0.4 ppm.

POBLACION	FLUORUROS EN F PARTES POR MILLON
Alvarado, Ver.	0.1
Ayutla, Gro.	0.1
Guanajuato, Gto.	0.4
Los Mochis, Sin.	0.1
Mérida, Yuc.	0.2
Nonoalco-Tlalotelco, D.F.	0.3
S. Andrés Tuxtla, Ver.	0.1
Tampico, Tamps.	0.4
Toluca, Méx.	0.2
Veracruz, Ver.	0.2
Villahermosa, Tab.	0.2
Zacatepec, Mor.	0.2

2o. Grupo. Poblaciones cuyos abastos públicos de agua contienen concentraciones de fluoruros de 1 parte por millón o más.

POBLACION	FLUORUROS EN F PARTES POR MILLON
Agua Prieta, Son	1.0
Aguascalientes, Ags.	2.8
Chihuahua, Chih.	
(Sector I)	0.60
(Sector II)	2.00
Durango, Dgo.	3.1
Juan Aldama, Zac.	2.4
Nuevo Laredo, Tamps.	1.0
Querétaro, Qro.	1.0

NOTA: Chihuahua está alimentada por dos fuentes de agua que contienen las concentraciones anotadas, pero ambas se mezclan en la misma red de distribución.

## VI. 6. Fluorurización del agua de consumo en áreas rurales.

La fluoruración comunitaria está limitada a regiones geográficas que poseen suministro central de agua. El problema de llevar los beneficios a niños que no viven bajo estas condiciones es retardado, afortunadamente existen alternativas. Un método efectivo es fluorizar el agua de consumo de las escuelas, las escuelas rurales por lo general poseen su abastecimiento de agua propio, y el agua de estos puede ser fácilmente tratada.

La caries dental en niños puede prevenirse significativamente por medio de un programa de medio tiempo (días escolares), que empieza a los 6 años, exponiendo a los niños a concentraciones más altas que las óptimas. Como ejemplo de éstos tenemos que, después de 12 años de fluoruración escolar a 5.0 ppm (4.5 veces mayor a la recomendada de fluorización de la misma región geográfica), los niños en ELK Lake School en Pensilvania EEUU, demostraron tener 40 % menos CPO que los niños del grupo control.

Los resultados revelaron una efectividad diferencial, dependiendo de el periodo de la erupción, los dientes que erupcionan antes de la edad escolar (insicivo y molares), presentaron 31 % menos caries mientras que las piezas que erupcionan después (caninos premolares y segundos molares), y se beneficiaron tanto tópicamente como sistemáticamente del flúor en el agua escolar y presentaron una disminución de 57 %.

La eficacia y seguridad de la fluoruración del agua escolar a 4.5 veces más del óptimo recomendado para la fluoruración comunitaria de la región geográfica y se recomienda su adopción como medio de salud pública en áreas de que carecen de suministro central de agua.

Los aspectos de la ingeniería de la fluorización escolar son similares a los comunitarios, los problemas más difíciles que se han presentado son los de mantenimiento y vigilancia de los niveles de flúor, para lograr un beneficio óptimo.

La efectividad de la fluoruración escolar está limitada a áreas en donde tanto el agua del hogar, como el de las escuelas, tienen niveles bajos de flúor. Si algunos estudiantes toman agua con concentraciones de flúor que está cerca de los óptimos en el lugar y otros no es imposible establecer una concentración adecuada de flúor en la escuela.

VI. 7. Producción de agua de los 5 abastecimientos principales de la ciudad de México. 1971\*

SISTEMA	PROD.LTS. x SEG.	MILLONES DE GALONES AL DIA.
Lerma	11,990	297
Xotepingo	4,040	93
Tulyehualco Chalco	3,750	86
Chiconautla	3,450	79
El Peñon	500	12
	<hr/>	<hr/>
	23,730	567

\* Refuerzo de 170 pozos localizados en diferentes sectores de la ciudad.

Fuente: Dirección de odontología de la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

## DOSIFICACION DEL FLUOR.

JUNTA FEDERAL DE AGUA POTABLE DE LOS MOCHIS.  
PLANTA POTABILIZADORA APLICACION DE FLUOR.

AÑO	KGS. USADOS.	PROMEDIO DIARIO/ANUAL	FLUOR RESIDUAL PROMEDIO DIARIO P.P.M.	COSTO ANUAL POR HABITANTE.
1963	2,264.3	8.0	0.90	0.27
1964	3,032.5	8.3	0.80	0.17
1965	2,791.1	7.6	0.72	0.15
1966	2,373.8	8.7	0.75	0.16
1967	4,856.5	13.2	0.87	0.23
1968	3,819.2	10.4	0.85	0.17
1969	4,382.5	12.0	0.80	0.17
1970	5,475.7	15.0	0.85	0.20
1971	6,216	17.0	0.80	0.24
1972	6,806	18.6	0.85	0.24
1973	7,318	20.0	0.85	0.29
1974	7,401	20.2	0.72	0.25
1975	8,836	24.2	0.86	0.41
1976	5,942	21.7	0.66	0.50

Fuente: Revista D.D.M. VOL. XXXIV. PAG.19.

GASTO ESTIMADO EN LOS CINCO PRINCIPALES ABASTECIMIENTOS USANDO SILICOFLUORURO DE SODIO. 1971.

SISTEMA	KG. DE SILICOFLUORURO DE SODIO AL DIA.	COSTO ESTIMADO POR DIA.	COSTO ESTIMADO POR AÑO.M.N.
Lerna	1,890	4,574	1,669,510.00
Xotepingo	599	1,432	522,680.00
Tulyehualco Chalco	545	1,319	481,435.00
Chiconautla	504	1,217	444,205.00
El Peñon.	77	185	67,525.00
	<u>3,606</u>	<u>8,727</u>	<u>3,185,355.00</u>

\* No incluye el precio de transporte.

Fuente: Dirección de Odontología de la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

COSTO ESTIMADO DEL EQUIPO DE DOSIFICACION DE FLUOR GRAVIMETRICO  
Y VOLUMETRICO. 1971.

SISTEMA	TIPO DE DOSIFICADOR	COSTO ESTIMADO.M.N.
Lerma	Gravimétrico	68,750.
Xótepingo	Gravimétrico	68,750.
Tu'yehualco Chalco.	Gravimétrico	68,750.
Chiconautla.	Gravimétrico	68,750.
El Peñon.	Volumétrico.	19,000.
		<hr/>
		294,000.

Fuente: Dirección de Odontología de la Secretaría de Salubridad  
y Asistencia.

COSTOS TOTALES ESTIMADOS PARA EL PRIMER AÑO DE FLUORURACION DEL AGUA  
 POTABLE EN LA CIUDAD DE MEXICO POR SISTEMA. M.N.

SISTEMA	COSTO EQUIPO M.N.	COSTO SILICOFUORURO DE SODIO (Anual)	COSTO TOTAL M.N.
Lerma	68,750	1,669,510	1,738,260
Xotepingo	68,750	522,680	591,430
Tulyehualco Chalco.	68,750	481,435	550,185
Chiconautla.	68,750	444,205	512,955
El Peñon.	19,000	67,525	86,525
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
SUB.TOTAL	294.000	3,185.355	3,479.355
MAS 5%		159,767	173,698
			<hr/>
TOTAL.			3,653,323

FUENTE: Dirección de Odontología de la Secretaria de Salubridad  
 y Asistencia.

## BIBLIOGRAFIA

Arnold Fa. Jr. Likins Rc. Russel Al. et. al. Fluoruración del  
agua hoy en día. J. Am. Dent. Assos. 1980. Pag. 65 - 80.

En los Mochis Sinaloa; la salud viene en el agua. Revista --  
ADM. Enero - Febrero. 1977. Vol. XXXV. Pag. 141.

Farill Guzmán Manuel. Fluoruración en el agua , respuestas a  
preguntas sobre la fluoruración. Revista ADM. Enero - -  
febrero 1980. Vol. XXXV. Pag. 50 - 54.

Fluoridation. Dent. Abstracts. Mayo 1980. Vol. 26. Núm. 5.

Fluoruración del agua. Revista ADM. Enero - febrero 1980.  
Vol. XXXVII. Núm. 1.

Peterson C.T. Fluodridation. Pak. Dent. Rev. 1979. Jan - Apr;  
27. Núm. 1- 2. Pag. 54 - 6.

## RESULTADOS

La fluoruración del agua de consumo público en varios países es actualmente la medida de salud pública más práctica, efectiva y económica para el control de la caries dental.

En la República Mexicana, la fluoruración del agua como medida preventiva para la caries dental no ha dado resultado; ya que los programas formulados no han sido eficaces o definitivamente no se han puesto en práctica.

Encontramos que los factores más importantes por los cuales en la República Mexicana estos programas no han sido satisfactorios son:

- Las enfermedades dentales en la República Mexicana no reciben la atención necesaria como las enfermedades transmisibles.
- La población no está todavía consciente que las enfermedades dentales representan un grave problema de Salud Pública.
- Los programas requieren de personal y técnicas especializadas e inversión de tiempo.

Por otro lado, los métodos de aplicación local, efectuados constantemente, reducen en un 40% la incidencia de caries dental, pero en la República Mexicana el uso de estos a nivel comunitario es muy escaso y en la práctica privada representa un costo alto.

## CONCLUSIONES

- La fluoruración es la incorporación de flúor al agua en una dosis óptima.
- La fluoruración del agua puede ser en forma natural, mezclada o controlada.
- El flúor se encuentra combinado en la naturaleza con minerales y compuestos formando así fluoruros, y estos son utilizados en la fluoruración del agua.
- Los fluoruros se clasifican en fluoruros orgánicos e inorgánicos. Los fluoruros orgánicos no se utilizan en la fluoruración del agua.
- Los fluoruros inorgánicos actúan en forma sistemática en dientes no erupcionados y en forma tópica en dientes erupcionados.
- El flúor que se ingiere a través del agua, tabletas, sal, comprimidos, leche y flúor en forma concentrada es depositado en el tejido dental y mínimas cantidades se retiene en tejidos blandos y sangre, el flúor no retenido se excreta por la orina, sudor y saliva.
- Existen varias teorías acerca de cómo actúa el flúor para reducir la caries dental, como son: Acción sobre los cristales de hidroxapatita, acción sobre las bacterias de la placa dentobacteriana, acción sobre la superficie del esmalte y acción sobre el tamaño y la estructura dental.
- El fluoruro se incorpora al diente en tres etapas:
  - a) en la fase de formación del diente.
  - b) en la fase de mineralización.
  - c) en la fase de maduración.

- El uso de aplicaciones tópicas de flúor en forma de soluciones, geles y pastas son auxiliares en ciudades fluoradas como en las no fluorizadas.
- No hay diferencia profiláctica entre la aplicación de flúor por medio de enjuagues y soluciones, siempre que la frecuencia de las aplicaciones sea la misma.
- En la actualidad el método utilizado en cualquier solución de fluoruro de estaño es una combinación de una pasta profiláctica que contiene fluoruro de estaño. Esta combinación ha sido más efectiva que el fluoruro de sodio. La posible decoloración y el mal sabor, son desventajas de este método de aplicación.
- El fluoruro de sodio, fué la primera solución que se aplicó tópicamente al diente.
- Las soluciones de fluoruro de sodio al 0.2% constituye la concentración más alta que pueda usarse, manteniendo un sabor agradable.
- En diversos países existe una gran tendencia a la utilización de enjuagues con fluoruro de sodio a diferencia de la utilización del cepillado de dientes, usando la misma sustancia, ya que resulta más simple y toma menos tiempo.
- La retención de flúor aplicado por medio de enjuagatorios es del 19% en niños de 7 a 15 años de edad; cuando se emplean enjuagatorios durante un minuto con 10 ml. de solución de fluoruro de sodio al 0.1%.
- Los dentífricos con flúor constituyen el 75% de la venta total de los dentífricos.
- No se ha mostrado ningún efecto adverso sobre la mucosa oral por enjuagatorios con flúor.
- La concentración de las soluciones de fluoruro de sodio recomendables

para enjuagatorios varía de 0.25% a 0.2%.

- Mediante el uso de flúor en forma tóptica hay una reducción del 30 al 40% en la incidencia de la caries.
- El fluoruro estánico (0.4%), el monofluorofosfato de sodio (0.76%) y el fluoruro de sodio (0.2%), son los agentes terapéuticos que se usan en las fórmulas de los dentífricos a base de flúor.
- Cantidades excesivas de flúor producen pigmentación del esmalte o fluorosis dental y bajo ciertas circunstancias, puede ocurrir fluorosis crónica, dependiendo de la dosis, del tiempo de duración, una sobre dosis trae como consecuencia un envenenamiento agudo y en casos extremos la muerte.
- En nuestro país existen sitios muy bien conocidos en donde las aguas potables contienen varias veces la concentración óptima de fluoruro, por lo que el esmalte en formación puede aceptar grandes cantidades de fluoruro y mancharse, estos estados son: Durango, Zacatecas, Aguascalientes y Guanajuato.
- La adición de fluoruro al agua de los acueductos se efectúa por medio de dos procedimientos : dosificación a seco y dosificación en solución.
- El único programa que se ha realizado con bases firmes encaminado a la fluoruración del agua potable fué en la ciudad de los Mochis Sinaloa. En 1975 el costo por habitante fué de 0.41 pesos por habitante.
- Existen en la República Mexicana zonas hiperfluoradas y zonas pobres en flúor en forma natural y de ello va a depender la utilización de suplementos a base de flúor.
- Aún en zonas que no poseen suministros centrales de agua existen alternativas encaminadas a programas de fluoruración del agua.

## PROPOSITOS SUPERADORES

Elaborar un programa de promoción de la salud y protección específica, que sea aplicado en escuelas primarias.

El programa tendrá como objetivos:

- a) Informar, orientar y organizar a los maestros, alumnos y padres de familia, sobre los aspectos más importantes de la salud oral, fomento de salud y prevención de enfermedades orales.
- b) Capacitar a los maestros, alumnos y padres de familia sobre las condiciones normales y anormales de la cavidad oral.
- c) Motivar a los maestros, alumnos y padres de familia, con el fin de que su participación en la supervisión y ejecución del programa sea activa.

Para llevar a cabo este programa se emplearán soluciones reveladoras, modelos de estudio, espejos y equipo audiovisual.

Una vez que la mayoría de la comunidad esté conciente de la importancia que tiene la salud bucal para la conservación de una buena salud general, se podrán llevar a cabo programas específicos para la prevención de la caries dental.

Uno de estos programas será el del uso de los fluoruros, ya sea por vía local (autoaplicaciones de flúor) o por vía sistemática (fluoruración del agua potable).

Estos programas darán mejores resultados si los maestros supervisan en sus salones de clase los programas en una forma periódica incluso se podrán llevar formas donde se registren los resultados.

Así también los padres de familia podrán llevar a cabo los diferentes métodos del uso de los fluoruros en el hogar y en el período

de vacaciones.

Para la realización de estos programas se tendrá que tener en cuenta las bases fundamentales y los requisitos indispensables para la realización de un programa. (Cap. V).

## COMENTARIO FINAL.

Cuando un país se encuentra en vías de desarrollo no se le da la debida importancia a la medicina en su nivel preventivo, - ya que existen otras necesidades primordiales que cubrir. Por lo tanto los programas encaminados a la prevención no son aplicados satisfactoriamente.

Como pudimos analizar a través de la realización de este -- trabajo, no existe a nivel nacional una odontología preventiva.

Se han realizado "programas preventivos" que han fracasado porque existe gran indiferencia por parte de las poblaciones hacia los programas de salud, debido a la falta de información y educación hacia la comunidad para el mejoramiento de la salud, ni de las autoridades correspondientes.

Esto se afirma con los programas realizados hacia la fluoru ración del agua potable en diferentes ciudades de la República - Mexicana, de donde no se han obtenido resultados o no fueron lle vados a la práctica, como sucedió con los siguientes programas:

- 1.- En la ciudad de los Mochis Sinaloa . 1961.
- 2.- En la Unidad Habitacional Nonoalco Tlatelolco . 1965.
- 3.- En las ciudades de Juárez, Monterrey, Tampico, Cd. Madero, - Mazatlán, Morelia, León, Veracruz, Villahermosa, Mérida y Pue bla. En 1975.

En la única ciudad donde se obtubieron resultados de estos programas fué en la ciudad de Los Mochis Sinaloa.

Como consecuencia de todo esto, en nuestro país no existen resultados concretos, ni datos estadísticos que puedan comprobar la eficacia del uso de los fluoruros para la prevención de la - caries dental.

El uso del flúor por vía sistemática en la República Mexicana es muy limitado, pero en otros países tienen una gran aceptación.

Actualmente 150 millones de habitantes en 30 naciones consumen agua con nivel óptimo de flúor, la reducción de caries dental es del 50 a 65 %.

## BIBLIOGRAFIA

- Amol Fa Jr. Likins Rc. Russel Al. et. al. Fluoruración del agua hoy en día. J Am. Dent. Assos 1980. Pag. 65 - 80.
- Bay I.R; LLa G. Plaque inhibition and improved gingival condition. Scand J. Dent. Res. 1980. Aug.80 Núm.4 Pag.313 -5.
- Curso de Fluoruración. Documento F.D.H. 42/44/51/52. Sección dental . División de salud de la familia. Organización panamericana de la salud. Oficina panamericana. Oficina regional de la organización mundial de la salud. Washinton D.C. E.U.A.- 1977.
- Dremer.C.U. Cariostatic action of fluoride. Tydesk tandheelkd - Ver. S. Afr. 1979. Mar 1979 Núm. 34. Pag.163 - 6.
- E. Merck Darmstadt. Analisis de aguas selección de métodos químicos para la práctica. Febrero 1980.
- En los Mochis Sinaloa; la salud viene en el agua. Revista ADM. - Enero - febrero 1977. Vol. XXXV. Pag. 141.
- Fanning E.A; Cellier K.M. Somerville Om. South Australian kindergarten children; effects of fluoride tablets and fluodridatad water on dental caries in primary teeth. Aust Dent J. 1980 - Oct.25 Núm. 5. Pag. 259 - 63.

Farill Guzmán Manuel. Fluoruración del agua, respuestas a preguntas sobre la fluoruración. Revista A.D.M. Enero - febrero. 1980. Vol. XXXV. Pag. 50 - 54.

Finkelstein M.J. Nicollas G.H. Trace fluoride and its role in enamel mineral. J. Biomed Matre Res. Jul. 1980. Núm. 4 Pag. 553 - 5.

Fluoridation. Denta Abstracts. Mayo 1981. Vol. 26. Núm 5.

Fluoruración del agua. Revista A.D.M. Enero - febrero 1980 Vol. XXXVII Núm. 1.

G.G. Hawley. Diccionario de química orgánica y de productos químicos. Pag. 408, 9, 10.

Luangjarmekoin V. Topical fluoride in caries prevention. J. Dent. Assoc. 1979. Núm. 3 Pag. 129 - 46.

Lu K. A. Hann J.D. Peterson J.K. Effect on dental caries of a standard fluoridation calcium. Pharmacol ther Dent. 1980 Núm. 5 Pag. 11 - 6.

Newbrun. Water fluoridation and fluoridation supplements in caries prevention. J. Calif. Dent. Assoc. 1980. Jan. 80 Núm. 1. Pag. 38 - 47.

Peterson C.T. Fluoridation. Pak Dent. Rev. 1979. Jan - Apr;  
27 Núm. 1 - 2 Pag. 54 - 6.

Sidney B. Finn. Odontología pediátrica. Pag. 437 - 448. Ed.  
cuarta. Edt. Interamericana.

Stephen. J. Mos. DDS. MS. Fluoruros, una actualización para la  
práctica dental. American Academy of pedodontics. 1977 Pag.  
21 - 32.

Van Rensburg B.G. Metabolism of fluorides. Tydekr tandekld  
Ver. S. Afr. 1979. Mar; 34. Núm. 3. Pag. 163 - 6.

William. G. Shafer. Tratado de patología bucal. Pag. 51 - 54  
Ed. Tercera. Edt. Interamericana.

Recopilación de datos obtenidos de las investigaciones y estudios  
acerca de la fluoruración de aguas realizados por la Dire --  
cción General de Servicios Coordinados de Salud Pública en --  
los Estados y oficinas de Estomatología de SSA. y de la Se--  
cretaría de Recursos Hidráulicos.