



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

**TESIS DONADA POR
D. G. B. - UNAM**

FLUORURACION DEL AGUA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

CIRUJANO DENTISTA

P R E S E N T A N:

Patricia Durán Casillas

Gabriel Reyes Morales

Noel Moreno Morante



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

INDICE

INTRODUCCION

CAPITULO I

CARIES

- 1.1 Definición y Etiología
- 1.2 Problemas originados por la caries
- 1.3 Métodos Preventivos
- 1.4 ¿Qué se realiza actualmente en México para prevención de la caries?

CAPITULO II

ESTUDIOS PARA LA DETERMINACION DE LA DOSIS OPTIMA DE FLUOR EN AGUA DE CONSUMO NACIONAL.

- 2.1 Fluoruración del agua
- 2.2 Selección de localidades
- 2.3 Determinación de la dosis óptima de fluor
- 2.4 Contenido de fluor en alimentos populares y alimentos en estado anhidro
- 2.5 Consumo diario estimado de fluor
- 2.6 Participación de la temperatura ambiental en el nivel óptimo de fluor
- 2.7 Fluorosis

2.8 Participación de la Comunidad

CAPITULO III

COMPUESTOS DE FLUOR

3.1 Tipos, características y propiedades

CAPITULO IV

SISTEMAS DE DOSIFICACION PARA DIFERENTES COMPUESTOS DE FLUOR

CAPITULO V

METODOS ANALITICOS PARA LA DETERMINACION DEL ION FLUORURO EN EL AGUA

5.1 Método Scott - Sanchis

5.2 Método SPADNS

5.3 Defluoración

CAPITULO VI

ESTUDIO REALIZADO EN LA CIUDAD DE -- LOS MOCHIS, SIN.

6.1 Características de la planta

6.2 Método empleado, evolución

6.3 Resultados

CAPITULO VII

CONCLUSIONES

CAPITULO VIII

BIBLIOGRAFIA

FLUORURACION EN EL AGUA DE CONSUMO

INTRODUCCION

Los fluoruros son un componente normal de los tejidos humanos y animales, que se encuentran principalmente en los huesos y en los dientes, existen en estado natural en cantidades variables en el agua potable y en muchos alimentos.

La relación entre los fluoruros y la salud dental se observó -- por primera vez a fines del siglo pasado. Los estudios efectuados en los Estados Unidos de América establecieron la relación entre las concentraciones del fluoruro en el agua potable y la prevalencia de caries dental.

Esta investigación y otras realizadas en diferentes países pusieron de manifiesto que la caries dental es mucho menos frecuente en las zonas donde el agua contiene fluoruro en concentraciones de 0.5 ppm. aproximadamente o más, que en las zonas donde el contenido es mucho menor.

Establecida esta relación se consideró cuidadosamente la posibilidad de prevenir las caries dentales con la fluoruración del agua potable.

Siendo la caries dental una enfermedad infecto contagiosa que se presenta un año después de la erupción dental, aumentando un promedio,

en un diente afectado por caries al año nos lleva a pensar que las necesidades de tratamiento dental tienden a ser más complejas conforme el individuo avanza en edad, aún más si los dientes afectados no son rehabilitados en sus funciones, es decir obturados.

El método preventivo, demostrado científicamente desde 1945, es la suplementación con fluoruros en abastecimiento público, disminuyendo - en dos tercios el problema de caries dental, por su eficiencia, seguridad, costo mínimo, durabilidad y fácil manejo.

El beneficio que recibe la población por fluoruración de las -- aguas es importante ya que disminuye la magnitud del problema y nos permite la mejor utilización de recursos existentes, por lo tanto, el objetivo de este trabajo es el estudio del establecimiento de la fluoruración en - los abastecimientos de agua potable que cumplan con los aspectos técnicos y económicos, ya sea en grandes y pequeñas localidades o en ciudades metropolitanas, así como en comunidades rurales, donde no llegue a su nivel óptimo la ingestión de fluoruros de todas las procedencias, incluso los - contenidos en el agua.

Las metas que persigue esta investigación es la selección de -- los sistemas de agua potable que cumplan con los aspectos técnico-económico a fin de implantar el Programa de Fluoruración de Aguas Potables, e -- iniciar la fluoruración en los Abastecimientos de Agua Potable de las localidades seleccionadas y la demostración de la disminución en un 25% de la incidencia de caries, en la población beneficiada con el programa de -

fluoruración en abastecimientos de agua potable mediante la investigación realizada en la ciudad de los mochos, Sin.

En el primer capítulo se destaca la importancia de la-- caries dentro de las enfermedades dentales y lo que se realiza en México para prevenirla. Analiza además el papel fundamental del-- fluor dentro del campo preventivo.

En el capítulo II se incluye el estudio realizado para-- la selección de localidades así como la determinación de la dosis óptima de fluor. Trata además del contenido del fluor en alimentos populares, el consumo diario estimado de fluor y la importancia de la participación de la temperatura ambiental en el nivel-- óptimo del mismo y el papel fundamental que realiza la comunidad-- en la elaboración de esta investigación. Se incluye también el-- estudio de la fluorosis y los compuestos de fluor, tipos, características y propiedades es tratado en el capítulo III.

En los capítulos IV y V se presentan los sistemas de dosificación para diferentes compuestos de fluor y los elementos analíticos más importantes para la determinación del ión fluoruro-- en el agua.

La investigación de campo realizada en los mochos, Sin. y la desfluoración ocupan la parte final de este trabajo.

Por otra parte esperamos que el presente trabajo sea de utilidad y una futura fuente de consulta pues se ha tratado de demostrar que.

el suministro de fluor en el abastecimiento de agua potable disminuye de -
50 a 60% la incidencia de la caries dental en aquellas localidades donde -
se aplique la fluoración en forma ininterrumpida.

También esperamos la aceptación total por parte de la población,
el tener conciencia de la efectividad del proceso de fluoruración y la - -
continuidad del método para resolver sus problemas más inmediatos de ca---
ries dental, e indirectamente de los efectos de más largo plazo que aca---
rrea tal enfermedad.

CAPITULO I

C a r i e s

a) Definición y etiología.-

El término caries ha sido ampliamente definido; así encontramos que para algunos autores la caries es una afección de los tejidos mineralizados de los dientes caracterizada por la destrucción de las áreas de predilección como son: fosas, fosetas, fisuras, surcos y áreas de contacto, progresando hacia la pulpa.

Para otros autores, la caries dental es una lesión de los tejidos duros del diente que se caracteriza por una combinación de dos procesos: La descalcificación de la parte mineral y la destrucción de la matriz orgánica. Esta alteración se vincula de una manera prácticamente constante a la presencia de microorganismos y posee una evolución progresiva sin tendencia a la curación espontánea.

También se ha dicho que la caries es un proceso patológico de origen bioquímico, lento, continuo e irreversible que causa la destrucción de los tejidos del diente.

En conclusión podemos decir que la caries dental es una mineral - protecolisis de los tejidos duros del diente con posterior injerto o - invasión polimicrobiana, que marcha centrípetamente.

Origen.- Indudablemente que la caries tiene su origen en factores locales y generales que van a estar regidos por los mecanismos de la biología general y así encontramos que se han elaborado varias teorías para explicar su etiología.

Las más aceptadas son:

1) Teoría acidogénica.-

El Dr. Miller dice que la caries es producida por la acción de gérmenes acidogénicos productores del ácido, el cual desintegraría el esmalte. Los principales gérmenes acidogénicos son los lactobacilos que al actuar sobre los hidratos de carbono los desdobla y producen ácido láctico el cual provoca la destrucción del esmalte.

Investigaciones recientes han demostrado que el estreptococo mutans que es altamente acidogénico puede ser también el causante de ácido para destruir el esmalte.

2) Teoría Proteolítica.-

Según el Dr. Gottlieb la destrucción del tejido dental por caries se debe principalmente a la presencia de gérmenes proteolíticos -- capaces de producir la lisis de las proteínas empezando así la destrucción de la substancia interprismática.

A estas teorías se les conoce como microbianas puesto que aceptan la presencia de gérmenes para la producción de caries, es decir -- sería un mecanismo bioquímico en el cual la presencia de gérmenes acidogé

nicos productores de ácido y proteolíticos destructores de las proteínas - nos causarían la destrucción del esmalte.

La diferencia principal entre ambas teorías es que la primera atribuye la iniciación de la caries a la destrucción mineral del esmalte por ácido y la proteolítica va a iniciarse la caries o la desintegra--ción de la substancia interprismática por la destrucción de las proteínas.

Existe también una tercera teoría, la cual tiene una amplia aceptación:

3) Teoría Endógena.-

El Dr. Sernie atribuye la iniciación del proceso carioso a mecanis--mos anormales del metabolismo interno del diente, así tenemos que la ca--ries primero se producirá en el interior del diente y después provocaría la fractura de la superficie adamantina facilitando la penetración micro--biana y posteriormente la destrucción de la pieza.

Según el Dr. Easlick los factores fundamentales para iniciarse la--caries son los siguientes:

- a) Que el individuo sea susceptible a dicha enfermedad.
- b) Que la estructura dentaria sea soluble en los ácidos de la cavidad bucal.
- c) La presencia de microorganismos acidófilos y acidógenos.
- d) Un sustrato de glúcidos fermentables.
- e) Un sistema enzimático bacteriano.
- f) Una placa dentobacteriana.

a) Referente a que la persona sea susceptible a la caries dental se puede - agregar que existen cierto tipo de personas que nunca han padecido alguna caries, aún cuando su aseo bucal sea nulo y en consecuencia lógica, no hayan requerido de visita a un odontólogo.

Por el contrario existen individuos que presentan en su --- anatomía dental surcos muy marcados y fosetas profundas que predisponen - la formación de caries, difícil acceso del cepillo dental, evitando llevar a cabo una correcta higiene oral.

Genéticamente hablando no se ha comprobado plenamente que - los hijos de padres con graves problemas cariosos lleguen a padecerlos, pe ro en muchos casos sí se puede considerar como un factor predisponente.

b) Se encontró que algún tipo de hipoplasia del esmalte y de la dentina, - son anomalías hereditarias de desarrollo, bajo algún patrón genético. Cabe mencionar lo anterior, porque se demostró que dientes con un gran co- - tenido de calcio, llegan a presentar caries y por el contrario dientes -- descalcificados no llegan a tener caries, pero la probabilidad de adqui-- - rir esta enfermedad en dientes muy calcificados baja considerablemente, - ya que éstos aproximadamente con 2% de materia orgánica y el resto de - - inorgánica, crean una fuerte superficie mineral, al grado de presentar re - sistencia a la acción química.

c) Los dos primeros factores mencionados, ponen al individuo en la posibi - lidad de contraer la caries, pero fundamentalmente se requerirá de un ter - cer factor, consistente en el ataque de los dientes por ciertos microorga -

nismos, capaces de descalcificar al esmalte. Entre los más conocidos tenemos a los estreptococos, hongos y lactobacilos.

Para la mayoría de éstos se considera que su acción consiste en producir acidez, denominándoles bacterias ácido-formadoras y como -- ejemplo tenemos a los lactobacilos que producen un pH tan bajo en la saliva, que se tomó el número de estos microorganismos en 1 cm³ de saliva como medida en los niños.

Como anteriormente habíamos mencionado no se ha comprobado plenamente que la caries sea una enfermedad transmisible, se han publicado varias teorías como la de Keyes (1965) en la cual nos explica que la caries dental es transmisible en ratones, estudiando grupos controlados y no controlados.

d) Investigaciones recientes han demostrado que en un régimen alimenticio que contenga un sustrato de glúcidos fermentables va a ser un alimento favorable para el crecimiento bacteriano produciendo por lógica la enfermedad cariosa. Por el contrario, en aquella dieta alimenticia en la que se -- suspende todo tipo de sustratos glúcidos fermentables no se va a presentar ningún tipo de problema carioso.

Como conclusión final de estas investigaciones podemos decir que las dietas que contengan glucosa van a provocar caries dental, no por el consumo de azúcar sino por el contacto de éste con la dentadura.

e) En lo que se refiere al sistema enzimático bacteriano, el Dr. Fosdick -- menciona que son 12 ó 13 las enzimas y coenzimas conocidas como esenciales para producir el ácido láctico a partir de sacarosa y éstas pueden ser inhibidas "In Vitro".

f) Por último la placa dentobacteriana, es una película de mucopolisacáridos fuertemente adheridas a los dientes y está integrada por un 70% de mucina y el resto de microorganismos. Esta película, actúa como una membrana semipermeable, permitiendo el paso y difundiendo al interior de los dientes las soluciones azucaradas, interfiriendo para que haya una neutralización en la saliva.

b) Problemas Originados por la Caries.-

Indudablemente que la caries es el principal problema en Odontología, ya que va a ser la causante de alteraciones a nivel de diente, parodonto y hueso, y por consiguiente pérdida de la funcionalidad, fisiología y estética de los mismos. Así, tenemos que ésta puede ir desde una simple alteración a nivel de anatomía (pérdida de una cúspide, profundización de una fosa, desaparición del punto de contacto, etc.) hasta llegar a la completa atrofia de la estructura afectada con sus consecuentes problemas (gingivitis, paradontitis, movilidad dentaria, pérdida dentaria, osteitis, osteomielitis, absceso periapical, granuloma, quiste, etc.).

Dependiendo del sitio y la gravedad de la lesión será la terapéutica a seguir.

1).- Parodontia.-

Encontramos que cuando la caries ha provocado problemas a nivel de parodonto la terapéutica a seguir será dependiendo del grado de afección, - así tenemos que puede ir desde la simple remoción del tejido carioso y la ejecución de una odontoxesis hasta la realización de una gingivectomía. Esto es muy común verlo en una caries de quinto grado.

2).- Operatoria Dental.-

Lo más usado dentro de esta rama de la Odontología es la terapéutica-reconstructiva a base de obturaciones realizadas directamente en la boca - como son la aleación de varios metales como mercurio, plata, cobre, estaño y zinc, (amalgama); silicatos y resinas; y las restauraciones que son fabricadas fuera de la boca y puede ser de una gran variedad de metales como -- son: preciosos, semipreciosos y no preciosos.

3).- Endodoncia.-

Cuando el problema carioso provoca alteraciones a nivel de pulpa o -- reacciones periripicales, el tratamiento a seguir es de tipo endodóntico. - El cual puede ser la extirpación de la cámara pulper (pulpotomía) hasta la realización del tratamiento de conductos (pulpectomías). Esta rama de la - Odontología lleva una estrecha relación con la prótesis y la operatoria -- dental, y así tenemos que cuando el proceso carioso requiera como terapéutica el tratamiento endodóntico forzadamente se realizará con la prótesis o la operatoria dental restaurativa.

4).- Exodoncia.-

Cuando ninguno de los tratamientos anteriores resultaron efectivos - para detener el proceso carioso, el procedimiento a seguir será la extracción de los dientes.

En caso de que el proceso carioso vaya más allá de la raíz y se observe una reacción de defensa como puede ser un absceso granuloma o quiste, o que llegue incluso a una osteitis, la exodoncia debe venir acompañada de un tratamiento quirúrgico con todos sus cuidados preoperatorios y postoperatorios (antibioterapia, etc.)

5).- Prótesis.-

Aquí encontramos que cuando ha habido pérdida dentaria causada por -- caries podemos substituir a los dientes faltantes con una prótesis fija que puede ser estética o antiestética valiéndonos de una pieza pilar, de un soporte o retenedor que puede ser intracoronario, extracoronario, de un conector y de un pónico en el caso de las estéticas; y en las antiestéticas que se observa el metal en la cara vestibular, como son: las coronas 3/4, las - de ventana, las troqueladas y las totales vaciadas.

O con una prótesis removible la cual puede ser a base de ganchos que pueden ser prefabricados o vaciados (que llevan además silla de montar, estabilizadores, barra lingual o palatina, esqueleto, pónicos, etc.); o la - que utiliza aditamentos de precisión ó semiprecisión con su hembra y macho.

Independientemente de la prótesis que vayamos a utilizar nos van a - llevar hacia la función y la estética que tenían los dientes faltantes.

6).- Prostodoncia.-

Cuando la terapéutica a seguir sea del tipo protodóntico nos indica - que el proceso carioso llegó al máximo, se ha perdido en su totalidad la fisiología, funcionalidad, estética y fonación. Para devolver todo esto al paciente debemos realizar correctamente el tratamiento, ya que es lo único y - último que podemos realizarle al paciente.

c) Métodos Preventivos.-

Para reducir la actividad de la caries debemos poner en práctica los métodos preventivos, éstos se dividen en dos:

1) Medidas de Salud Pública:

Autoaplicación de fluor en grupos controlados no mayores de 15 niños, durante una semana. Con cepillado y colutorios, éstos se han hecho a un lado - debido al problema que se presentó en el manejo de las sales de fluor, sufriendo los niños Intoxicación. También se debe llevar el control de placa bacteriana y reforzar el método por medio de pláticas educativas.

Es difícil llevar a cabo éste método en casi todo el país, en la población escolar ni en todas las localidades por deficiencia de personal..

2) Medidas Clínicas.-

A) Disminución de la solubilidad de los tejidos dentarios mediante la utilización del fluor.

- 1) Administración oral de fluor mediante tabletas o soluciones: Ingestión de fluor que correspondan a la madre tomando tres meses antes de la gestación y durante los tres primeros meses de ésta (cámbula) por-

que es cuando se forman los gérmenes dentarios a principios del tercer mes.

En la dentición primaria desde que erupciona el primer diente hasta los tres años.

Desde que erupciona el molar de los 6 años hasta los 15 años, en caso de no haber anomalías como sería una hipoplasia.

- B) Aplicación tópica de fluoruro de sodio: el fluoruro de sodio y agua destilada que tiene una concentración del 2%, y el fluoruro de sodio en solución de 0.1% de ácido fosfórico en una concentración de 1.23% de ión fluor.

Se lleva fluor al diente (previa profilaxis) aplicándolo localmente en forma de gel en una cucharilla que ya viene prefabricada, o por medio de una electrolisis.

La frecuencia de las aplicaciones depende del fluor utilizado, así tenemos que el fluoruro de sodio se aplica cuatro veces, una cada 7 días; el fluoruro de estaño se aplica 2 veces por año y la aplicación del fluoruro de sodio acidulado debe realizarse cada año o cada vez que erupcione un nuevo diente.

Independientemente del fluor que se utilice debe ser empleado sólo en edades preescolares y preadolescentes.

- C) Fluoruración de las aguas de consumo para incorporar fluor a las estruc-

turas dentarias. La concentración óptima es de 1 a 1.5 ppm. (partes por millón).

- 2) Restricción en la cantidad y frecuencia de hidratos de carbono fermentables, en la dieta procurando llevar ésta a un nivel óptimo tanto en vitaminas como en proteínas y minerales.
- 3) Práctica de una higiene cotidiana adecuada: baño y un cepillado adecuado a continuación de las comidas, para eliminar las sustancias fermentables depositadas sobre los dientes, antes de que sean transformados en ácidos; o por lo menos si no fuera factible, enjuagatorios energéticos.

Dentro del cepillado se recomienda la técnica de Stillman modificada en la cual el cepillado debe seguir el eje axial del diente. O la técnica de Sharps la cual indica que se deben emplear movimientos rotatorios y masaje a la encía.

0) ¿Qué se realiza actualmente en México para la prevención de la caries?

El IMSS, el ISSSTE, la SSA, por medio de su dirección de Servicios Médicos, Departamento de Odontología, la Facultad de Odontología de la UNAM, la Facultad de Odontología de la UAM, realizan brigadas a grandes grupos de escolares, de gente marginada y campesinos en las cuales aparte de las operatorias dentales, exodoncias, odontoxesía, se realizan tratamientos de tipo preventivo como es la aplicación tópica de fluoruro de estaño al 2%, obteniéndose excelentes resultados que desgraciadamente por ser un tratamiento a largo plazo nos dificultan la obtención de gráficas ya que se requiere una investigación muy detallada y minuciosa de la población a la que se le realizó el tratamiento para saber con exactitud -

el éxito obtenido.

A continuación presentaremos un cuadro de la población atendida por las Instituciones de Salud para la Prevención y Curación de enfermedades bucales, desde el año 1976 hasta 1979 y las metas que cada institución se propone alcanzar con sus respectivos programas de salud bucal de 1980 a 1982.

POBLACION ATENDIDA POR LAS INSTITUCIONES DE SALUD
PARA LA PREVENCIÓN Y CURACIÓN DE
ENFERMEDADES BUCALES,
1976 - 1982*

Institución.	Unidad de medico. -	1 9 7 6	1 9 7 7	1 9 7 8	1 9 7 9	1 9 8 0	1 9 8 1	1 9 8 2
S.S.A.	Atención para la aplicación tópica de fluor	241 788	475 323	694 000	644 295	921 023	1 049 600	2 818 200
IMSS	"	-	-	5 576 975	3 963 795	4 983 970	5 502 417	6 047 112
ISSSTE	"	-	-	-	13 750	9 000	27 500	30 000
DIF	"	-	4 600	4 972	3 507	8 360	8 400	10 000

* La información de 1980 a 1982 son las metas que cada institución se propone alcanzar con sus respectivos -- programas de salud bucal.

FUENTE: S.S.A., Programa Quinquenal del Sector Salud y Seguridad Social, Subsecretaría de Planeación.

IMSS, Anuarios Estadísticos de Servicios Médicos, Jefatura de Servicios de Planeación.

ISSSTE, Programa Institucional Departamento de Estadística y Actuaría.

DIF, Informe de Actividades, Dirección General del DIF.

Así tenemos que la SARH por medio de su Departamento de Ingeniería Sanitaria y la Sub Secretaría de Mejoramiento del Ambiente, realizaron una serie de estudios en 104 entidades de la República Mexicana con el fin de determinar las diferentes concentraciones de fluor natural en el agua de consumo.

Los resultados obtenidos fueron que sólo en 20 de las 104 entidades se presentaba el elemento analizado con diferentes concentraciones, dando lugar a dos grupos que presentamos en los siguientes cuadros:

1er. Grupo.- Poblaciones cuyos abastos públicos de aguas contienen concentraciones de fluoruros de 0.1 a 0.4 p.p.m.

POBLACION.	FLUORUROS EN F	ESCOLARES	EDAD	INDICE
	p.p.m.	EXAMINADOS.		"CPO"
Alvarado, Ver.	0.1	600	7	2.2
			10	3.5
			12	5.9
Ayutla, Gro.	0.1	450	7	0.6
			10	2.0
			12	3.0
Guanejuato, Gto.	0.4	900	7	1.5
			10	3.2
			12	5.3
Los Mochis, Sin.	0.1	600	7	1.2
			10	2.6
			12	3.3

POBLACION.	FLUJOS D.P.M.	ESCOLARES EXAMINADOS	EDAD.	INDICE "CPO"
Nonualco-Tlatelolco, D. F.	0.3	900	7	1.1
			10	2.3
			12	4.6
S. Andrés Tuxtla, Ver.	0.1	1,000	7	1.2
			10	2.9
			12	4.0
Tampico. Tamps.	0.4	1,300	7	2.0
			10	4.5
			12	6.2
Toluca, Méx.	0.2	1,600	7	1.2
			10	3.7
			12	6.0
Veracruz, Ver.	0.2	740	7	1.2
			10	3.0
			12	5.6
Villahermosa, Tab.	0.2	1,500	7	1.6
			10	4.7
			12	6.7
Zacatepec, Mor.	0.2	700	7	1.5
			10	2.9
			12	3.9

2o. Grupo.- Poblaciones cuyos abastos públicos de aguas contienen concen--
traciones de fluoruros de 1 parte por millón o más.

POBLACION.	FLUORUROS EN F p.p.m.	ESCOLARES EXAMINADOS	EDAD	INDICE "CPO"
Agua Prieta, Son.	1.0	600	7	0.7
			10	1.8
			12	2.9
Aguascalientes, Ags.	2.8	1,500	7	0.6
			10	1.3
			12	2.0
Chihuahua, Chih.	0.60			
(Sector I)		872	7	0.7
			10	2.2
Chihuahua, Chih.				
(Sector II)	2.0		12	3.2
Durango, Dgo.	3.1	1,900	7	0.5
			10	2.2
			12	3.7
Juen Aldama, Znc.	2.4	600	7	0.3
			10	2.0
			12	2.2
Nuevo Laredo, Tamps.	1.0	1,200	7	1.0
			10	2.2
			12	3.9
Querétaro, Qro.	1.0	1,700	7	0.5
			10	1.4
			12	2.3

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

Las conclusiones obtenidas, son que la incidencia de la caries dental
disminuyó en aproximadamente un 50%, comparativamente en los niños de enti-
dades con bajo contenido de fluor en el agua.

CAPITULO II

ESTUDIO PARA LA DETERMINACION DE LA DOSIS OPTIMA DE FLUOR - EN AGUA DE CONSUMO NACIONAL.

n) La fluoruración del agua.

La fluoruración del agua puede definirse como la adición regulada de - - compuestos fluorurados en el agua destinada al abastecimiento público, - respetando los criterios que rigen la calidad del agua distribuida a la población, con objeto de ajustar el contenido de fluoruros del agua potable al nivel necesario para prevenir las caries dentales.

La fluoruración en los abastecimientos de agua potable se inició por --- primera vez en 1945-46 en cuatro ciudades de los E.U.A. y Canadá, ajustan--- do el contenido de fluor a la concentración de 1.0 - 1.2 ppm.

Los exámenes llevados a cabo en los niños antes de la fluoruración permiti--- tieron comprobar la existencia de caries dental en las zonas fluoruradas con la observada en la zona testigo, después de doce años de fluorura--- ción regulada, la prevalencia de caries permanente era del 60% aproximadamente más baja entre los niños que desde el nacimiento habían consumido agua fluorurada, que entre los niños de las mismas edades residentes en zonas no sometidas a fluoruración.

En México, en el año de 1961 se estableció el primer sistema de fluoruración artificial, en la ciudad de Los Mochis, Sin., mediante promoción y-

financiamiento local, con asesoría oficial de la Dirección General de - - Odontología, de la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

Meses después, durante el mismo año se inició la fluoruración en Villahermosa, Tab., por gestiones de la Dirección de Odontología, la cual fué suspendida 5 años después debido a la falta de interés en la localidad.

En 1965 se llevó a cabo la instalación de una planta fluoruradora para una sección habitacional de Nonoalco - Tlatelolco, de la Ciudad de México, misma que dejó de funcionar al cabo de unos años por las mismas circunstancias.

En el año de 1970 la Comisión Mixta Coordinadora de Actividades de Salud Pública y Asistencia Social (SSA, IMSS e ISSSTE) a través del Comité de Programas Preventivos, incluyó a la "fluoruración de los abastecimientos públicos del agua" como una de sus promociones a realizar. Para ello se estableció coordinación con las autoridades del Laboratorio Nacional de Recursos Hidráulicos para la parte de asesoría técnica y se desarrolló un plan de visitas por parte de una comisión especial a 10 ciudades, en las cuales se consideró desde un principio la factibilidad de aplicar esta medida, esas fueron:

Ciudad Juárez, Chih.

Monterrey, N. L.

Tampico y Ciudad Madero, Tamps.

Mazatlán, Sin.

Morelia, Mich.

León, Gto.

Veracruz, Ver.

Villahermosa, Tab.

Mérida, Yuc.

Puebla, Pue.

Al final del estudio se elaboró un informe con las cifras sobre la inversión requerida para habilitar las plantas con el equipo necesario, los gastos anuales en sales de fluoruro para su mantenimiento anual y las cantidades con que cada institución debería de contribuir de acuerdo con el número de habitantes beneficiados.

Los estudios del grupo de fluoruración de la Comisión Mixta - Coordinadora no llegaron a su aplicación práctica debido al cambio en la Administración Pública en noviembre de 1970.

En el mes de Abril de 1971, el C. Secretario de Salubridad y Asistencia solicitó al C. Secretario de Recursos Hidráulicos, la designación de una persona para tratar lo relacionado al programa con el Director General de Odontología.

En el mes de Agosto se celebró en coordinación con la Oficina Sanitaria Panamericana, un curso sobre fluoruración de las aguas en la ciudad de Puebla, con el propósito de ilustrar a los técnicos de las plantas abastecedoras de las ciudades más importantes del país para poder facilitar posteriormente la aplicación de la fluoruración en sus ciudades.

Inmediato al curso, se formaron cuatro grupos compuestos por - un dentista de la S.S.A., y un ingeniero de la S.R.H. para visitar nuevamente las diez ciudades del anterior programa con el propósito de actualizar - la información sobre sistemas de elección, presupuestos, etc.

De este modo se logró interesar a los responsables de las plantas de agua en Monterrey, Ciudad Juárez, quienes con base en las recomendaciones dictadas por los técnicos de la comisión, iniciaron la fluoruración de sus aguas.

En el caso de Monterrey, fue la Junta Municipal de Agua y Alcantarillado la que asumió la responsabilidad del financiamiento del programa. No así en Ciudad Juárez donde hubo una indefinición sobre la base de mantenimiento del programa.

En las restantes ocho ciudades, fue la falta de una fuente de financiamiento el factor que impidió el inicio del programa pese, a contar con la información técnica más adecuada posible. En conclusión, se consideran como obstáculos para no verse realizado el Programa Nacional de Fluoruración de los siguientes factores:

- 1.- Carencia de Legislación Nacional que obligue a los organismos encargados del abastecimiento de agua potable, a cumplir con las recomendaciones originadas de las Reuniones Nacionales e Internacionales sobre el tema.

- 2.- No se ha definido concretamente en que organismo u organismos guber-

mentales recae la obligación de cumplir la medida preventiva.

3.- Falta de partida presupuestal específica y permanente para la realización del Programa de Fluoruración.

4.- Falta de partida presupuestal específica y permanente en la S.S.A., para que a través de la Dirección General de Odontología se efectúe el control de la vigilancia Epidemiológica.

En marzo de 1978, las Subsecretarías de Salubridad y Mejoramiento del Ambiente de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, acordaron continuar con el Programa Nacional sobre Fluoruración en abastecimientos de agua potable, a través de la Dirección General de Estomatología y Saneamiento del Agua, iniciándose los estudios correspondientes.

b) Selección de Localidades.-

La selección de localidades se hará tomando en cuenta aquellas ciudades cuyos sistemas puedan cumplir con los aspectos técnicos y económicos, es decir que sean autosuficientes. Los estudios para la aplicación de fluor al agua potable se realizarán en forma conjunta con la Dirección General de Estomatología y organismos operadores de los sistemas.

Con las localidades clasificadas se procederá a visitar a cada una de ellas con el propósito de recabar información necesaria para la elaboración del estudio específico del lugar, además será necesario realizar --

determinaciones preliminares de fluor de las aguas de las fuentes de abastecimiento, a fin de conocer el nivel óptimo de fluor, el cual no es un valor absoluto en todo tiempo y lugar. Para establecer la concentración de fluor en el agua cuentan numerosos factores. En los trópicos se bebe, por razón natural, más agua que en las zonas templadas y, por consiguiente, el contenido de fluor del agua tiene que ser más bajo. De la misma manera, las variaciones estacionales de la temperatura afectan el ingreso diario del fluor en el agua.

Proposición preliminar de Sistemas de Agua Potable que reúnen las condiciones necesarias para la aplicación de fluor.

CIUDAD.	POBLACION ACTUAL	TIPO DE TRATAMIENTO.	GASTO TRAT. m ³ al día.	NUMERO DE POBLACION servida %
Mexicali B C M	359,000	Ablandamiento y Desinfec.	105,000	90
Tijuana B C M	470,000	Desinfec.	76,355	75
La Paz B C S	20,000	Desinfec.	31,800	90
Saltillo, Coah.	220,000	Desinfec.	39,653	94
Torreón, Coah.	258,720	Desinfec.	84,166	95
Chihuahua, Chih.	340,000	Clarificación. y Desinfec.	149,206	94
Cuauhtémoc, Chih.	30,000	Desinfec.	9,939	72
Jiménez, Chih.	21,650	No hay	9,849	80
H. del Parral Chih	75,000	Sedimentación y Desinfec.	31,104	71
Tuxtla Gtz Chis.	100,000	Ablandamiento y Desinfec.	25,661	54

CIUDAD.	POBLACION ACTUAL	TIPO DE TRATAMIENTO	GASTO TRAT. m ³ al día.	NUMERO DE - POBLACION . servida %.
Tepachula, Chis.	57,160	Desinfec.	16,288	74
Igunla Gro.	70,000	Desinfec.	12,130	75
Chilpancingo Gro	44,000	Desinfec.	6,700	95
Guajuato Gto.	41,962	Clarificación y Desinfec.	13,824	80
Irapuato Gto	116,651	No hay	35,373	93
Silao Gto	40,200	Desinfec.	7,091	90
Solvatierra Gto	18,975	Desinfec.	5,480	70
San Miguel de Allende	35,000	Ninguno	14,688	90
Salamanca Gto	77,517	Desinfec.	10,871	58
Tepatitlán Jal.	34,000	Arenación y Desinfec.	8,640	90
Arandas Jal	22,000	No hay	1,296	80
La Barca Jal	20,000	No hay	1,512	100
Toluca, Mex.	139,000	Desinfec.	22,441	98
Morelia Mich	193,000	Clarificación y Desinfec.	57,888	60
Zamora, Mich	72,000	No hay	21,800	83
Uruapan Mich	95,000	No hay	36,221	50
Cuernavaca, Mor.	185,000	Desinfec.	57,115	78
Tepic Nay	120,000	Desinfec.	28,918	80
Salina Cruz Oax	132,000	Desinfec.	9,504	96
Puebla Pue	550,000	Desinfec.	190,218	82
Querétaro, Qro.	140,000	Desinfec.	6,700	95

CIUDAD	POBLACION ACTUAL	TIPO DE TRATAMIENTO	GASTO TRAT m ³ al día	NUMERO DE POBLACION servida %.
Culiacán, Sin.	220,000	Desinfec.	56,580	85
Mazatlán Sin.	153,000	Desinfec.	51,840	80
Hermosillo Son.	240,000	Desinfec.	98,630	90
Cd. Obregón Son.	145,600	Clarificación y Desinfec.	55,440	95
Mante Tamps	66,640	Sedimentación y Desinfec.	12,000	60
Reynosa, Tamps	170,000	Clarificación y Desinfec.	40,000	60
Valle Hermoso Tamps	30,000	Ablandamiento y Desinfec.	3,808	67
Villa Hermosa Tab	120,000	Clarificación y Desinfec.	37,192	74
Coatzacoalcos Ver.	115,000	Desinfec.	14,909	00
Jalapa Ver.	159,304	Clarificación y Desinfec.	22,420	80
Veracruz, Ver.	283,200	Clarificación y Desinfec.	115,479	83
Minatitlán Ver.	83,000	Desinfec.	12,100	60

c) Determinación de la Dosis Optima.

Para determinar la dosis óptima de fluor que una persona debe consumir - diariamente sin perjudicar su salud se deberán de considerar dos aspectos principales.

1.- Climatología de la Región.- Una de las formas de suministrar fluor al organismo humano en cantidades constantes para evitar la caries dental, es por medio de los sistemas de abastecimiento de agua potable, si se toma en cuenta que a mayor temperatura el consumo de agua - por persona podría aumentar en forma directa con ésta. Entonces para - administrar una dosis constante la concentración en el agua debe ser menor, o sea, es inversamente proporcional a la temperatura.

2.- Régimen Alimenticio.- La mayoría de los vegetales y la carne contienen menos de 1.0mg/1 de fluoruro en estado seco las excepciones notables son el té que puede contener hasta 60 mg/1, el pescado y mariscos que llegan a tener hasta 30mg/1 ninguno de ellos se encuentra de manera constante en la dieta de los niños, salvo muy raras excepciones.

En los E.U.A. se han realizado muchos estudios para establecer la importancia de los alimentos como portadores de fluoruros, como resultado se concluye lo siguiente:

Los alimentos en una dieta media, rara vez contienen más de 0.3mg/1, como portadora de fluoruros, contribución relativamente insignificante como fuente de fluor para niños.

Los efectos dentales se deben fundamentalmente a la concentración de -- fluor en los abastecimientos de agua potable. Se ha comprobado que teniendo el agua una concentración alrededor de 1.0mg/l de fluor, el índice de caries se reduce de un 50 a un 60%.

Ahora bien, si consideramos que en nuestro país la alimentación base es el maíz y frijol y un porcentaje bajo consume carne, huevos y leche, la dieta no es considerable en fluoruros, este elemento está presente en -- muchos alimentos, y en ocasiones las concentraciones de fluor en el aire pueden ser importantes en las proximidades a las instalaciones de ciertas industrias.

De lo mencionado anteriormente se concluye la importancia de evaluar el ingreso natural de fluor a partir de todas las fuentes (comprendida el -- agua). En esta forma, es posible calcular la concentración a que debe -- ajustarse el contenido de fluor a partir de los abastecimientos de agua. En términos generales esta concentración puede ser de aproximadamente -- 0.6 mg/l en las zonas tropicales y de 1.0 a 1.2 mg/l en las zonas templadas.

d) Contenido de Fluor en alimentos populares y alimentos en estado anhidro.

En un estudio realizado en el año de 1979 en la República Mexicana con -- una población de 69 381 104 habitantes se encontró que un 95% de ésta -- entre los 7 a 70 años tenían caries dental. Se encontró que la necesidad de dientes por obturarse era de 3.26%, dientes por extraerse 1.38%, el in

dice de enfermedad parodontal fué de un 80%, de los 7 años en adelante, - el 30% necesitaba tratamiento profundo y el 58% tratamiento profiláctico. En la población mayor de 20 años el 50% necesitaba tratamiento protésico.

En el siguiente cuadro se observan las necesidades de atención y el índice CPO (cariados, perdidos y obturados), en dientes temporales de 7 a 14 años.

<u>Edad</u>	<u>No. de dientes.</u>	<u>Necesidad de atención.</u>
7 años	5.5	1.5
14 años	1.5	7

<u>Edad.</u>	<u>Dientes Cariados %</u>
7 años	0
14 años	60% porque ya aumentó el número de dientes extraídos y <u>ob</u> turados.

<u>Edad.</u>	<u>Dientes Obturados %</u>
7 años	0
14 años	0

<u>Edad.</u>	<u>Dientes con Extracción Indicada %</u>
7 años	0
14 años	20%

<u>Edad.</u>	<u>Dientes Extraídos.</u>
7 años.	0
14 años	

<u>Edad.</u>	<u>Dientes Obturados %</u>
7 años	0
14 años	0

<u>Edad</u>	<u>Dientes con Extracción Indicada %</u>
7 años	0
14 años	20 %

<u>Edad.</u>	<u>Dientes Extraídos.</u>
7 años	0
14 años	30 %

Después de analizar el serio problema de la salud dental, donde por lo menos el 50% de la población a la edad de 40 años, ha perdido la mitad de su dentadura, urge crear un sistema de fluoración a nivel nacional, como medida preventiva a la caries en niños hasta una edad de 12 años. Debemos tener presente además que el fluor se encuentra en muchos de los alimentos, lo que debemos tomar como un factor importante para su consumo. Con las extensas observaciones analíticas realizadas se obtuvo la --

concentración promedio de fluor en algunos de los alimentos populares. -
 La siguiente tabla muestra las ppm. (mg/l ó mg/kg) según el tipo de alimento.

Contenido de Fluor en alimentos populares.

<u>Alimento</u>	<u>ppm. de fluor.</u>
Leche	0.07 a 0.22
Clara de huevo	0 a 0.60
Yema de huevo	0.40 a 2.00
Mantequilla	1.5
Queso	1.6
Carne de res	0.20
Hígado	1.50 a 1.60
Ternera	0.20
Carnero	0.20
Pollo	1.40
Puerco	0.20
Chuletas de puerco	1.0
Salchichas	1.70
Bistec	1.30
Ostras	1.50
Camarón enlatado	4.40
Salmon enlatado	7.30
Pescado fresco	1.6 a 7.0

En lo que respecta a los alimentos en estado anhidro (secos), se tienen las siguientes concentraciones de fluor en mg/kg.

Alimentos en estado anhidro.

<u>Alimento</u>	<u>mg/kg.</u>
Arroz	1.0
Maíz	1.0
Maíz enlatado	0.20
Avena	1.30
Avena en hojuelas	0.20
Frijol	0.20
Trigo sarraceno	1.70
Salvado de trigo	1.0
Harina de trigo	1.30
Harina preparada	0
Harina	1.10 a 1.20
Pan blanco	1.0
Pan de jengibre	2.0
Pan de centeno	5.30
Gelatina	0
Dextrosa	0.50
Miel	1.0
Cocoa	0.5 a 2.0
Chocolate en polvo	0.5 a 2.0
Chocolate común	0.5
Té (varios tipos)	30 a 60

<u>Alimentos</u>	<u>mg/kg</u>
Repollo	0.31 a 0.50
Lechuga	0.60 a 0.80
Espinacas	1.0
Tomates	0.60 a 0.90
Nabos	0.20
Zanahorias	0.20
Papa	0.20
Camotes	0.20
Manzanas	0.80
Piña enlatada	0
Naranja	0.22

Está en etapa de investigación el método de fluoración de la --
sal de mesa.

Con el promedio diario de alimento para niños hasta de 12 años, el contenido de fluor en los alimentos y la cantidad de agua necesaria -- para poder tener la concentración de 1mg/l, se tiene la siguiente tabla.- Nótese en ésta los valores tan bajos de porcentaje que se localizan arriba de 0.3 mg/l en la columna referida a alimentos. El consumo de agua tomada varía con las edades y sus promedios considerados son:

De 1 a 3 años es de 1.2 litros aumentando hasta 2.5 litros en -- edades de 10 a 12 años. Como conclusión importante de lo anterior, se -- tiene la contribución de fluor por alimentos que es bajo, por lo que se -- hace indispensable utilizar el método más práctico y económico: consisten

te en fluorar el agua de los abastecimientos públicos, en concentraciones medias de 0.6 mg/1 en zonas tropicales y 1.2 mg/1 en zonas templadas.

e) Consumo diario estimado de Fluor.

Se ha tratado de medir la ingesta diaria de fluor en el siguiente cuadro:

Consumo diario de fluor.

Edad años	Peso prom. kg.	En el agua mg.	En alimentos mg.	Total ingerido mg.	Agua y alimento mg/kg de peso
1 a 3	8 a 16	0.390/0.560	0.027/0.0265	0.417/0.825	0.026 a 0.103
4 a 6	13 a 24	0.520/0.745	0.036/0.360	0.556/1.105	0.023 a 0.085
7 a 9	16 a 35	0.650/0.930	0.045/0.450	0.695/1.380	0.020 a 0.068
10 a 12	25 a 54	0.810/1.65	0.056/0.560	0.866/1.725	0.016 a 0.069

Las aguas subterráneas consideradas como fuentes de abastecimiento, tienen un contenido de fluor natural mayor a otro tipo de suministro, dependiendo de la región en que se formen, como pueden ser rocas del tipo de: Espatofluor (fluorita), fosforita y creolita. En la República Mexicana corresponden a este caso principalmente los estados de Aguascalientes, San Luis Potosí, Coahuila y Zacatecas.

A continuación se tiene la Tabla con el contenido de fluor del abastecimiento de agua potable de algunas ciudades.

Ciudad.	Estado	ppm. de fluor promedio.
Alvarado	Veracruz	0.1
Los Mochis	Sinaloa	0.1

<u>Ciudad.</u>	<u>Estado</u>	<u>ppm. de fluor promedio.</u>
Mérida	Yucatán	0.1
Villahermosa	Tabasco	0.1
Morelia	Michoacán	0.1
Mazatlán	Sinaloa	0.1 a 0.8
Veracruz	Veracruz	0.1 a 0.3
Toluca	Edo. de México.	0.2
Pueble	Puebla	0.2 a 0.9
León	Guanajuato	0.2 a 1.1
Cd. Juárez	Chihuahua	0.3 a 0.6
Tampico	Tamulipas	0.4
Guanajuato	Guanajuato	0.4
Chihuahua	Chihuahua	0.6 a 2.0
Agua Prieta	Sonora	1.0
Nuevo Laredo	Tamulipas	1.0
Querétaro	Querétaro	1.0
Juan Aldama	Zacatecas	2.4
Aguascalientes	Aguascalientes	2.8
Durango	Durango	3.1

f) Participación de la Temperatura Ambiental en el nivel óptimo de Fluor.

Para poder determinar una fórmula matemática empírica, se tuvieron que - tomar estadísticas de los países desarrollados, cuyo control de fluor en el agua se ha realizado con un plan debidamente trazado y estudiado.

En función de los datos mencionados se obtuvieron gráficas don de en base a los promedios mensuales de temperatura ambiental, contra el

promedio mensual de consumo de agua potable; se presenta una curva de -- Gauss donde en los meses de mayo, junio, julio y agosto se alcanza el máximo consumo de agua.

El objetivo de los estudios anteriores, es de alcanzar el nivel óptimo de ingestión de fluor con el promedio más uniforme posible a través del año, con respecto a las variaciones climatológicas. El inconveniente de utilizar un sistema de control, radica en tener para cada región del país, una gran cantidad de datos estadísticos, preferentemente mensuales sobre las variaciones de la temperatura ambiental durante varios años y el problema más difícil de afrontar es el de contar con un gran número de personal especializado para el control estadístico de dosificación para cada lugar, donde se efectúa la fluoración del agua potable. Contando además, que cualquier cambio brusco climatológico dará resultados negativos para el mes estimado.

A raíz de lo anterior, podemos nosotros traer dos rectas correspondientes a dos temperaturas promedio máxima y mínima en el año; obteniéndose así tres zonas o niveles, que relacionan la cantidad de fluor administrado con las temperaturas ambientales promedio, conociendo los dos datos anteriores la zona donde su valor es alto, la zona óptima de ingerencia de fluor y la zona donde el efecto del fluor es casi nula.

De lo anterior se derivó una fórmula matemática para determinar el nivel óptimo de fluor para dosificación con respecto a la temperatura ambiental:

TESIS DONADA POR D. G. B. - UNAM

$$\text{ppm de fluor} = \frac{D=22.2}{E}$$

$$E = 10.3 + 0.725 (T)$$

Donde:

E= Es el promedio de consumo de agua calculado para niños de 10 años expresados en gramos de fluor por cada kilogramo de -- peso del niño.

D= Dosificación óptima de fluor en mg/l.

T= Temperatura máxima promedio en °C.

De la fórmula anterior, se debe tener en cuenta la concentración de fluor natural (% de fluor del compuesto considerado).

Tomando en cuenta para una determinada región de la República donde sus temperaturas máximas y mínimas promedio son 27°C y 10°C, matemáticamente sus dosificaciones óptimas de fluor serán:

Para la temperatura máxima:

$$E = 10.3 + 0.725 (27) = 29.875$$

$$D = \frac{22.2}{E} = \frac{22.2}{17.55}$$

Ejemplificando para un niño de 10 años con un peso regular de 30 Kg. su ingestión en verano será de 22.29 mg. y para el invierno estará en 37.95 mg. por día.

La siguiente tabla de dosificaciones nos muestra los niveles -
 óptimos de fluor, para un intervalo de temperaturas desde 5°C hasta ---
 38°C.

<u>Temperatura en °C.</u>	<u>Nivel de fluor mg/l.</u>
5	1.594
10	1.265
12	1.168
14	1.085
16	1.0137
18	0.950
20	0.895
22	0.845
24	0.801
26	0.761
28	0.692
30	0.692
32	0.662
34	0.635
36	0.610
38	0.580

Los valores anteriores, están dados para un compuesto con un
 100% de fluor, para el cálculo de masa en los compuestos comerciales -
 con diversos contenidos de fluor, se requerirá de una corrección por -
 su grado de pureza.

g) Fluorosis.

Los primeros estudios de la química del fluor son los conducidos por - Margrat y Sheele, en 1771. Este último es generalmente recomendado como el descubridor del fluor.

La presencia de fluor en material biológico ha sido indentificada desde 1803, cuando Moridieni demostró la presencia del elemento en elefantes fosilados.

Por los años veinte, se observó que los habitantes de algunos lugares del mundo tenían una susceptibilidad notablemente inferior a la caries dental con respecto a los de otras regiones. Los investigadores al respecto encontraron que el agua ingerida proporcionaba cierta inmunidad y que el ingrediente conocido como fluor era el causante de esta situación, pero se dedujo que un exceso de este componente causaba resultados indeseables y que por el contrario, cantidades pequeñas no tenían la eficiencia adecuada, concluyendo que era necesaria una determinada concentración de fluor en el agua para proporcionar los resultados esperados.

En el año de 1909 J. M. Eager, miembro del Servicio Hospitalario Naval descubrió que muchos emigrantes italianos, en particular -- los residentes de los alrededores de Nápoles, tenían acentuadas pigmentaciones y rugosidades en los dientes, y fué este Dr. el primero en estudiar y publicar los efectos producidos por un exceso de fluor en el agua. Los principales síntomas en su avance más benigno, era la localización de un moteado (puntos opacos, pequeños y blancuzcos) en los dien

tes superiores; y en condiciones severas se presentaba como una mancha - grande grisácea y en ocasiones hasta negra, alcanzando una eliminación - del esmalte, deteriorando toda la estructura dental con desgaste hasta - las encías.

El Dr. Mackay con la colaboración de expertos en análisis de agua, determinaron el contenido mineral del agua de diferentes lugares con el fin de localizar el componente principal que hacía posible tal - enfermedad, fué el Químico Frank Hannan el que informó al Dr. Mackay -- que el contenido de fluor en el agua era el responsable; por lo que se eliminó la idea de que la causa era el contenido de fierro, de calcio, - de manganeso, la acidez, el pH, la dureza, la materia orgánica, las dietas desbalanceadas en niños o la dieta llevada por la madre durante la alimentación del niño post natal; las conclusiones obtenidas por el Dr. Mackay fueron:

- 1).- La fluorosis dental puede producirse sólo durante el período de -- calcificación de los dientes, fijando una edad máxima de 12 años - para este proceso.
- 2).- El fluor es el único agente causante de tal efecto.
- 3).- Una vez formadas las lesiones del esmalte moteado o fluorosis dental, no pueden corregirse, ya que no existe ningún tratamiento médico o dieta que lo elimine.
- 4).- Una vez formada la completa calcificación en el individuo, la estructura permanece inalterable a cualquier cambio de dieta.

La Fluorosis Dental es una descalcificación dentaria provocada por la degradación gradual y progresiva de los tejidos duros del diente que termina en una desmineralización tal que provoca la fractura dentaria y va desde pequeñas manchas moteadas hasta la completa descalcificación del diente con pigmentaciones oscuras.

Se presenta cuando la persona ha vivido durante los primeros 6 ó 7 años de su vida en un lugar donde existe exceso de fluor en el agua. Esto sólo puede presentarse durante la etapa de calcificación del diente.

Cuando el nivel de fluor excede en más de 1.5 mg. (ppm) en el agua, se presenta el problema de esmalte moteado y cualquier incremento posterior no disminuye la incidencia de dientes cariados, faltantes o empastados pero sí incrementa la ocurrencia o severidad del moteado.

La Fluorosis para su estudio la dividiremos en cuatro grados:

- 1) Muy leve.- Existen pequeñas manchas a nivel de cúspides de los molares.
- 2) Leve.- Existen manchas blancas abarcando un tercio de la corona.
- 3) Moderado.- Cuando ya se encuentran manchas siguiendo las líneas de calcificación del diente.
- 4) Severo.- En éste las manchas son más oscuras, el diente está coloreado fatalmente y existen fracturas dentales por la fluorosis.

Los grados Muy leve y Leve no son problemas de tipo estético.

El grado 3 ó Moderado es el que más se ha encontrado promedio desde el punto de vista epidemiológico.

Se ha observado que entre el 80 y 90% de la población presenta fluorosis donde ya hay fluorosis aparente.

La clasificación cuantitativa de la fluorosis dada por Dean - y Evolve fué la siguiente:

Conc. de fluor en ppm.	Porcentaje de avance de la Fluorosis.
1.0	0%
1.2	14 a 16% (muy leve)
2.0 a 2.5 ppm.	40 a 50% (leve)
4.0 a 8.0 ppm.	75% (Moderada)
8.0 a 14.0 ppm.	80% (Severa)

La Fluorosis la encontraremos en localidades que presentan -- fluor en forma natural pero en exceso, como son: el sur de Chihuahua, -- el estado de Durango, Zacatecas, Aguascalientes, la parte Norte de Jalisco, el Oeste y Sur de Sn. Luis Potosí.

Tratamiento: No existe, en problema estético agudo, fracturas, o por el color, es Protésico. Se han hecho experimentos en la utilización de ac. para decolorar el diente pero no está indicado porque provoca un problema mayor en el diente. Otro experimento es la Desfluoración pero no se lleva a cabo por su alto costo.

n) Participación de la Comunidad.

La Organización de las Naciones Unidas (ONU), definió al "Desarrollo de la Comunidad", como el proceso por el cual los esfuerzos de una población, conjuntamente con los de su gobierno, sirven para mejorar las condiciones económicas, sociales y culturales de la comunidad para integrarlos a la vida del país. Este tema es mencionado por la importancia en que influye la cooperación de una comunidad en los programas nacionales, y esta labor depende fundamentalmente del grado o nivel de vida, conocida como idiosincracia, la que involucra: la salud, el consumo de alimentos, estado de nutrición general, educación, vivienda, servicios generales municipales, empleos, condiciones de trabajo, etc.

Adicional a lo anterior, para poder tener el éxito deseado en un programa de salud pública, se tiene la erradicación de ciertas creencias, costumbres y hábitos colectivos considerados como los agentes de cambio indispensables.

Así, los profesionistas en la salud tienen la labor de modificar esos agentes de cambio y, en términos generales, hay dos formas de desarrollo: la primera pretende hacer cambios específicos estrictos sin considerar la opinión de la comunidad. La segunda, consiste en tener una serie de programas de interés social bajo el libre consentimiento de las personas, para lograr una participación en general en los programas propuestos. De las dos formas de desarrollo mencionadas, la segunda puede ser considerada como la más efectiva, si ésta alcanza el grado deseado de convencimiento, debido a la obtención de una participación ma-

voritaria y no de una imposición con el escepticismo general.

Para el buen éxito de los programas de salud pública, existen tres factores:

Primeramente, con el conocimiento de las condiciones sociales, económicas, culturales y educativas de una comunidad, se constituye el pilar para la iniciación del programa.

El segundo factor, es formando grupos de trabajo y no multitudes extensas o individualismo, y así con la participación total y contribución de ideas en general lograremos una mayor efectividad de convencimiento.

El tercer factor, es el mutuo acuerdo entre la comunidad y el sector público para el programa deseado, especialmente en operaciones sanitarias.

Analizando específicamente para las condiciones del país, se deben tomar en cuenta, los problemas de tipo general, como lo son el analfabetismo, la deficiencia del nivel educativo, la heterogeneidad cultural, el bajo ingreso económico para la satisfacción de las necesidades vitales, las grandes agrupaciones o poblaciones debidas a la migración masiva del campo a las ciudades, el grado de desorganización familiar y el alto índice demográfico. En lo que se refiere al individuo en sí, la falta de participación y escasez económica, crean la deficiencia de recursos humanos y materiales, al grado, que el éxito de un programa de salud sea nulo.

En conclusión, para la integridad activa de la fluoración en -- los abastecimientos de agua potable en las comunidades es indispensable -- tomar en cuenta:

- 1).- La capacitación del personal de salud pública para fortalecer el valor del programa, así como la participación total de dependencias -- gubernamentales como la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, la Secretaría de Industria y Comercio, la Comisión Federal de Electricidad, el Instituto Nacional Indigenista, la Secretaría de -- Educación Pública y las instituciones públicas y privadas de la lo-- calidad.
- 2).- Dar facilidades al cuerpo de trabajo, por lo menos las más indispen-- sables para el desarrollo de su labor.
- 3).- La conciencia de que las metas a alcanzar, deberán concluirse en su totalidad y no tener facetas con períodos ocasionales de trabajo -- como sucede frecuentemente en la mayoría de los programas naciona-- les.
- 4).- Los avances alcanzados en las primeras etapas, tales como el desa-- rrollo socio-sicológico, cultural, social, económico, etc. deben -- operar con el éxito desiendo para integrar la operación técnica de -- la fluoración en el abastecimiento de agua potable.
- 5).- La planificación del uso racionado o necesario del agua, después de iniciado el cambio en el abastecimiento.

6).- La coordinación sobre el control por personal calificado tanto en -
el aspecto técnico como en el médico.

7).- La integración de una estadística completa para la obtención de --
resultados sobre la disminución de la caries dental y poder inte--
grarla en futuros programas para otras comunidades.

CAPITULO III

COMPUESTOS DE FLUOR

a) Tipo, Características y Propiedades.

Es de importancia analizar cada uno de los compuestos que pueden ser -- utilizados en la fluoruración del agua potable, con la finalidad de realizar un estudio económico en un capítulo próximo.

En la actualidad, se pueden mencionar siete compuestos fluorados que cumplen con las condiciones necesarias para la fluoruración, -- pero cada uno de ellos presentará ciertas ventajas o desventajas como -- lo son: su dosificación, control, pureza, costo, toxicidad, solubilidad, manejo, adquisición, almacenamiento, etc.

1).- Fluoruro de Sodio (NaF).-

A.- Características Físicas: Según las normas de la American -- Water Works Association (AWWA) 8701-71, son las siguientes:

Es un polvo cristalino de color blanco y su densidad varía de acuerdo con el tamaño de la partícula, al grado de tener valores de 1060 a 1610 g/cm^3 si está como polvo, o con densidad de 1550 a 1700 g/cm^3 si se encuentra en forma de cristales.

B.- Características Químicas: Su pureza debe ser de un mínimo -- del 97% como fluoruro de sodio, equivalente a un 44% de --

fluoruro y sus impurezas no deben sobrepasar el 0.04% de metales pesados expresados como Pb, ni deberá contener otro tipo de sustancia mineral soluble u orgánica que pudiera producir efectos nocivos a la salud humana.

Entre otras características, se debe tomar en cuenta que su insolubilidad no sobrepase al 0.6% en el agua y su humedad no exceder del 0.5%, además las características mencionadas se conservarán un mínimo de 30 días para su dosificación adecuada, lo que requerirá de un buen almacenamiento, ya que no pueden presentarse apelmientos (conocido como lumps). Desde el punto de vista de dosificación, las partículas más finas menores al tamiz # 325 (44 micrones), cuya cantidad será la mínima o 65% como máximo para evitar contaminación en el ambiente y preferentemente ser mayores al tamiz # 20 (841 micrones), pero a su vez un 5% como máximo sobrepasará el tamiz #100 (149 micrones), para evitar problemas de disolución.

Si se tratara de cristales finos de fluoruro de sodio, el 100% debe pasar por el tamiz # 20, menos del 25% deberá ser retenido por el tamiz # 100 y menos del 30% pasará por el tamiz # 325.

Con respecto a cristales gruesos, debe cumplirse con lo siguiente: el 100% pasará a través del tamiz # 20, el 60% como mínimo por el tamiz # 100 y un máximo del 5% por el tamiz # 325, todo lo anterior está regido por las normas ASTM 11-70.

Con respecto a su solubilidad entre las temperaturas de 0°C y 20°C es aproximadamente de un 4%, esta propiedad es de tomarse en consideración, ya que en la preparación de soluciones para su dosificación -- se pueden presentar problemas de precipitación y para evitar lo ante---rior en los tanques alimentadores se debe contar con agitación mecánica y la solución prepararse al 1% de concentración con un tiempo de retención mínima de 10 min. antes de dosificar cuando la temperatura sea menor de 15°C ó de 5 min. a temperaturas mayores de 20°C. Entre los factores externos que causan problemas mayores, está la dureza del agua -- para la solución, ya que valores de 75 ppm. de dureza como CaCO_3 origina incrustaciones de fluoruro de calcio.

En la práctica para la fluoruración del agua potable con fluoruro de sodio, es mejor la utilización de cristales, preferentemente -- que su tamaño esté entre las mallas 40 y 60, porque el compuesto en forma muy fina causa aglutinación y obstrucción en los ductos de distribución.

2).- Fluorita.- (CaF_2) (Espato Fluor)

A.- Características Físicas: Es un polvo blanco inodoro con densidad aparente de 1290 a 1600 g/cm^3 y su solubilidad en agua es de 0.0016% a 25°C, al ser tan bajo el valor anterior, se puede utilizar el sulfato de aluminio (10 mg/l) para incrementar la solubilidad del espato-fluor a una parte por millón.

8.- Características Químicas: Su pureza varía entre el 72% y el 90% su contenido de fluoruro al 95% de pureza de espato, es de 46.2% y su granulometría está aproximadamente en el tamiz # 325.

3).- Bifluoruro de Sodio.- (NaHF_2).

En la actualidad, no es utilizado para la fluoración, se encuentra en vías de investigación y cuenta con las siguientes características físicas: Es un polvo cristalino de color blanco con un grado -- bajo de higroscopía.

Características Químicas: Su pureza de 97% con un alto contenido -- de fluoruro (60%), motivo de su investigación, pero presenta problemas de descomposición en NaF y HF cuando se le calienta.

Su solubilidad, regida por la temperatura, presenta los siguientes valores:

<u>Temperatura</u>	<u>% de solubilidad.</u>
0	2.2
20	4.0
100	8.2

Su solubilidad, no debe ser menor de 1% y en estado anhidro no presenta problemas de corrosión y abrasión pero humedecido o en solución, por el HF formado, es altamente corrosivo, haciendo su manejo delicado aún en recipientes adecuados, además de ser altamente tóxico, deben tomarse en cuenta todas las medidas de seguridad correspondientes.

4).- Acido Silicofluorhídrico.- (H_2SiF_6).

A.- Características físicas: Es un líquido claro tóxico.

B.- Características químicas: Contiene una pureza comercial del 25% al 30%, correspondientes al 19.8% y 23.7% de fluoruro respectivamente. Su pH en solución concentrada, es de 2 aproximadamente.

5).- Silicofluoruro de Sodio.- (Na_2SiF_6).

A.- Características físicas: De acuerdo a las normas 8702-71 de la AWWA: Es un polvo cristalino de color blanco amarillento, no higroscópico con densidad relativa de 1200 g/cm^3 .

B.- Características químicas: Su pureza del 90% contiene de fluoruro el 59.4%, y su contenido máximo de metales pesados debe ser del 0.05% con una humedad del mismo valor. Con respecto a su almacenamiento y toxicidad, es parecido al fluoruro de sodio, ya que su granulometría es de un 100% para el tamiz # 60 (250 micrones) y menos de un 25% debe pasar a través del tamiz # 325.

Su solubilidad está regida por la siguiente tabla:

<u>Temperatura</u>	<u>Solubilidad.</u>
0°C	0.44%
20°C	0.76%
100°C	2.45%

El principal problema en la preparación de la solución para su dosificación, estriba en un exceso en el tamaño de las partículas y cuando éste es demasiado fino, se presenta un tiempo excesivo de di-

solución (cuando más del 10% es retenido en el tamiz # 100) y por el contrario, se presenta un apelmazamiento por la adherencia de partículas muy finas en las paredes del recipiente; lo más recomendable para este compuesto, estriba entre los valores de tamices # 100 y # 325, con un tiempo óptimo de disolución para concentraciones del 0.1% a una temperatura menor de 15°C de aproximadamente 10 minutos, con ayuda de agitación mecánica.

Este producto presenta características similares al NaF.

6).- Silicofluoruro de Amonio.- $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$.

Características físicas: Su forma es de cristales incoloros, inodoros con densidad relativa de 1050 a 1130 g/cm³, solubilidad a 25°C de un 22%.

Características químicas: Pureza de un mínimo de 97% cuyo contenido correspondiente de fluoruro es del 62.7%.

7).- Silicofluoruro de Magnesio.-

Su uso es tan limitado, que no es conveniente dar especificaciones al respecto.

La selección apropiada del compuesto fluorado, está en función de varios factores que deben ser considerados dependiendo del lugar de aplicación. Entre los más importantes están: facilidad de adquisición, precio, fácil preparación de la solución, así como su manejo y almacenaje,

su pureza, inversión inicial del equipo, toxicidad, etc., y lo más importante es que el producto cumpla con las normas fijadas por la Secretaría de Salubridad y Asistencia. (SSA).

Toda la secuencia en la selección del compuesto fluorado, también depende de los siguientes factores, además de los mencionados:

- 1.- El volumen del agua a tratar.
- 2.- El número de puntos de aplicación (varias fuentes de suministro del agua potable).
- 3.- El tipo de abastecimiento del agua potable (pozos, ríos, lagos, etc.)
- 4.- Presión de aplicación (tuberías, canales, cisternas, etc.)
- 5.- Costo para: su manejo, control químico, transporte, facilidades gubernamentales y, primordialmente la conciencia del consumidor para evitar el desperdicio del fluoruro a través del agua potable.
- 6.- Costo mínimo de inversión para el equipo necesario.

CAPITULO IV

SISTEMAS DE DOSIFICACION PARA DIFE- RENTES COMPUESTOS DE FLUOR.

Para realizar la selección óptima de un sistema de dosificación es necesario analizar tres factores importantes, tales como:

- 1.- La elección adecuada del compuesto fluorurado para las condiciones locales.
- 2.- El conocimiento de las propiedades químicas del agua del lugar donde se llevará a cabo su aplicación.
- 3.- Las propiedades mecánicas involucradas del sistema.

Para el primer punto mencionado, se debe contar con una serie de cuadros comparativos de los compuestos fluorurados más accesibles para la zona a tratar y los cuales, contarán con datos de costos unitarios actualizados y su porcentaje del ión fluoruro de cada compuesto, auxiliados con unas características adicionales de fórmula química, presentación comercial, pureza, tipos de empaque, densidad aparente, solubilidad en el agua y peso molecular.

Cada uno de los compuestos tratados en el cuadro tendrán ciertas ventajas y desventajas sobre los demás y su selección correcta dependerá de una serie de comparaciones. Por ésta razón, se requiere contar-

CARACTERISTICAS DE LOS COMPUESTOS DE FLUOR.

compuestos	silico-fluoruro de sodio	ácido fluor-silícico	fluoruro de sodio	fluorita espato fluor	bifloruro de sodio
fórmula	Na_2SiF_6	H_2SiF_6	NaF	CaF_2	NaHF_2
forma comercial	polvo fino	líquido	cristales ó polvo	polvo	cristales ó polvo
experiencia y propiedades	polvo blanco tóxico	tóxico incoloro, corrosivo pH2 en sol. con.	tóxico blanco pH= 7.6 en sol. sat. 4%	polvo blanco incoloro, - inodoro pH=6.7 sol. sat.	polvo blanco cristalino no tóxico.
empaquete	bolsas cuñetas	tambores tanque	bolsas cuñetas	bolsas cuñetas.	bolsas cuñetas.
densidad relativa en kg/m^3 .	1100 a 1650	-	13050 a 1700	1200 a 1600	1100
pureza comercial	96%	23% a 30%	97%	72.5% a 98%	97%
contenido del ión - fluoruro	57.6%	18% a 23.7%	44%	35.3% a 43.8%	61.3%
solubilidad en agua g/100 ml. - a 25 C.	0.763	soluble	4.0	0.0016	4.0
peso molecular.	188	144	42	78	62

con el mayor número posible de propiedades y características de cada uno de ellos.

Una vez obtenidos los datos anteriormente mencionados, se procederá a estudiar la conveniencia del manejo y almacenamiento de cada compuesto fluorurado, básicamente podemos contar con presentaciones en forma líquida y sólida, punto de partida para seleccionar el equipo necesario para su dosificación.

Para este trabajo, se tratarán únicamente el fluoruro de sodio, el sílico fluoruro de sodio, y el ácido fluorsilícico como los compuestos con mayor facilidad de obtención. Contando con que el primer compuesto, contiene tres y dos veces más iones fluorurados que el segundo y tercer compuesto, respectivamente, este dato resulta importante porque el tamaño del equipo de dosificación dependerá de la concentración y de la forma de presentación del compuesto usado.

Para la selección del equipo, se partirá de la cantidad de fluoruro a agregar al sistema de agua potable y en forma generalizada, se darán las características de los dosificadores de sólidos y de líquidos.

Al contrario del cloro, el agua no tiene demanda de fluor ya que éste no es consumido como el primero y una vez aplicado, permanece disponible y su nivel de tratamiento permanece constante para un mismo caudal de agua. Uno de los problemas que se pueden llegar a presentar y debe ser evitado, es una sobre alimentación de ión fluoruro en forma de

controlado o accidental, así existen dispositivos denominados "fallas de sal o" que por lo regular son válvulas rompedoras de vacío, válvulas antisisifón, dosificadores de sólidos a prueba de inundación, alimentadores de volumen registrado, relevadores eléctricos, etc. su funcionamiento radica en no alimentar el compuesto fluorado a contra-presiones mayores de la atmosférica.

Entre otros aspectos de importancia, se tienen las complicaciones generadas por las características químicas del agua, como lo es la dureza, puesto que los fluoruros tienden a formar depósitos de calcio y magnesio, provocando taponamientos en bombas, tuberías o puntos de inyección, incrementando el costo de mantenimiento. De lo anterior, se hace necesario contar con agua suavizada como diluyente en la preparación de la solución a dosificar, pudiendo basarse en que aguas con 10ppm de dureza máxima no requerirán de su suavización; si los valores de dureza son de 10 a 75 ppm, su suavización dependerá de la velocidad de flujo del agua a tratar y para valores mayores de 75 ppm. necesariamente se debe efectuar una suavización, respecto al ácido fluorosilícico con concentraciones en relación 10:1 ó 20:1 (agua-ácido) se presentarán precipitados de sílice insoluble, que no se evita con la suavización del agua y su solución estará en mantenerlas fuera de un rango crítico a base de adicionar ácido fluorhídrico en concentraciones de 0.1% en peso.

Para los detalles de aplicación, se pueden mencionar que para la dosificación de fluoruro seco o en solución, podrán adicionarse por gravedad cuando su punto de aplicación es atmosférico y para sistemas a -

contra presión, será necesario el uso de bombas dosificadoras.

Mencionaremos los sistemas de dosificación de fluor más utiliza
dos:

1) Dosificador volumétrico con tanque solución, consta de un do
sificador volumétrico del tipo de tornillo o de rodillo, con báscula, con
registrador de pérdida de peso o no, según las disponibilidades económi---
cas, tolvas, recipientes de vaciado y restrictor de polvos.

En casos más sofisticados como lo son las dosificaciones automáticas
se deberán incluir aparatos como medidores de flujo de agua con se-
ñal neumática o eléctrica que hagan variar la dosificación del equipo alimen
tador.

2) Dosificador gravimétrico con su tanque de solución: en el - -
mercado actual, se cuenta con tres tipos: el neumático, el eléctrico y el-
electrónico, todos con sistema de banda, los que reciben señales de con---
trol para así regular su velocidad de alimentación.

Todos pueden incluir instrumentos correspondientes y adiciona---
les como indicadores, totalizadores, registradores, alarmas para alta o -
baja dosificación, etc.

3) Basados en las condiciones económicas del país, se puede men-
cionar el "Sistema intermitente manual de dosificación de productos sólidos

dos", contando con tanques de mezclado y un mezclador con motor, interruptores de nivel y bombas dosificadoras.

Su procedimiento consiste en la preparación de soluciones en la concentración deseada en forma manual, mediante agitación, operando como-control, el interruptor de nivel, en caso de tener tanque de transferencia por el volumen de agua a tratar, se requerirá de bombas de transporte y se recomienda una alarma de tiempo para que se efectúe la elaboración de la próxima carga; la alimentación a la línea de aplicación, se realiza a través de bombas dosificadoras.

4) Para líquidos, se cuenta con un sistema de alimentación directa, como lo sería para el ácido fluorosilícico y el equipo constaría únicamente, de una bomba dosificadora con su tanque de almacenamiento, y en forma adicional con una báscula para determinar la diferencia de pesos en función del tiempo.

La calibración de la bomba dosificadora, dependerá del caudal de agua a fluorar y de la concentración del producto.

También existe la posibilidad de alimentar el compuesto líquido en forma diluida por lo que aumentarían los volúmenes y su sistema sería como el mencionado en los dosificadores volumétricos.

5) Como último sistema de alimentación comercial se tendría el tipo de saturador continuo, el cual por su precisión se pueden mantener -

concentraciones constantes en forma automática.

Para este sistema, se deberá contar con: medidor de agua, suavizador de agua en caso de requerirlo, un saturador, un dosificador del tipo de tornillo, de rodillo o de banda, bomba dosificadora y un interruptor de nivel límite del líquido para mandar la señal a una válvula solenoide para la recuperación del agua con la solución de repuesto.

Todos los sistemas mencionados, pueden hacerse más sencillos o más sofisticados en lo que se refiere a la automatización, pero esto dependerá, fundamentalmente, del presupuesto con que se cuente. Por otra parte, con respecto a los volúmenes manejados de agua potable, restringirá el tamaño del equipo y el tipo del sistema de dosificación y su compra estará en función de los tamaños de fabricación con que se cuenten en el mercado actual.

CAPITULO V.

METODOS ANALITICOS PARA LA DETERMINACION DEL ION FLUORURO EN EL AGUA.

DESFLUORACION.

El fundamento del análisis para el ión fluoruro en el agua, - consiste en relacionar la cantidad presente de este ión independientemente de su fuente de obtención ya sea que se encuentre natural o, suministrado por una adición de compuestos fluorados o silicofluorados.

Como las cantidades de fluoruro generalmente se encuentran en concentraciones muy bajas en el agua para su ingestión, todos los métodos utilizados deberán estar adaptados a tales cantidades.

Está el método gravimétrico, pero su uso es muy limitado por - falta de suficiente material precipitado, obligando a partir de grandes volúmenes de muestra.

Los métodos volumétricos requieren de altas concentraciones en su muestra para permitir que la solución tituladora proporcione una exactitud aceptable y no obstante lo anterior, es extremadamente difícil percibir las variaciones del color en su punto final.

El polarográfico y el potenciométrico son muy costosos y su - exactitud para pequeñas cantidades de fluoruro no es muy confiable.

Los métodos analíticos colorimétricos, son los mejores y más generalizados para la determinación de fluoruro en el agua. Su ventaja radica en la alta sensibilidad al cambio de color, aún en cantidades mínimas y su instrumentación a base de cristalería principalmente, no son costosos. El principio funcional del método colorimétrico a tratar, se basa en la reacción del circonio-alizarina, prediciendo un color rojo intenso y cualquier cantidad de fluoruro presente, hace decrecer la intensidad del color comparativamente con el tono de una muestra sin el ión mencionado, puesto que el fluoruro elimina en forma proporcional la reacción del circonio.

Si presenta un alto contenido de fluor, evita totalmente la reacción, teniendo únicamente un color amarillo por la anilina no reaccionada, cuya concentración será medida por la intensidad de ésta.

Para muestras con baja concentración de fluoruros cuya comparación se hará con la reacción de circonio-alizarina, produciendo un color rojo intenso.

En caso de tener un punto intermedio de los casos anteriores, la reacción es extremadamente lenta, por lo que deberá darse el tiempo apropiado (1 hora), con un límite de dos minutos, más o menos, entre la adición de los reactivos y la medición comparativa. En el recipiente de la muestra influirán dos factores como son: la acidez y la temperatura de la mezcla reaccionante.

En forma general, para el método de Scott-Sanchis se obtendrán colores relativamente pálidos y su observación se hará a través de tubos Nessler.

En el método de SPADNS que es la abreviación en inglés del compuesto de la anilina 2-(parasulfofenilazo)-1, 8-Dihidroxi-3, 6 Disulfonato de Naftaleno y su reacción es virtualmente instantánea por lo que mejora el problema de interferencias.

a) Método de Scott-Sanchis.-

Reactivos:

- A).- Para la preparación del ácido de circonio se disuelven 0.3 g. de nitrato de circonio, cloruro de circonio ($ZrO Cl_2 8H_2O$) ó 0.25g. de ($ZrO (NO_3)_2 + 2H_2O$) en 50 ml. de agua destilada en un matraz -- aforado de un litro.
- B).- Se disuelven 0.07g. de monosulfato sódico de alizarina en 50 ml. de agua destilada.
- C).- Se agrega la solución de alizarina a la de circonio con agitación continua, dejando reposar por unos minutos.
- D).- Se diluyen 100 ml. de ácido clorhídrico concentrado en 400 ml. de agua destilada.
- E).- Se adicionan con cuidado 33.3 ml. de ácido sulfúrico concentrado en 400 ml. de agua destilada y después de enfriarse se mezclan -

con la solución del ácido clorhídrico.

F).- Agréguese la solución de los ácidos a la preparación de circo-
nio alizerina y dilúyase hasta aforar a un litro. Déjese repo-
sar durante una hora y podrá utilizarse, anotando la fecha de-
preparación, ya que fuera del alcance de la luz solar, la solu-
ción es estable durante 6 meses.

Solución Madre de Fluoruro.-

Disuélvase 0.221 g de NaF en un litro de agua destilada logrando así una -
solución en la que: 1 ml. = 0.1 mg. de F.

Solución Patrón de Fluoruro.-

Disuélvase 5 g. de NaAsO_2 (arsenito de sodio) en un litro de agua desti-
lada.

Procedimiento.-

A).- Prepárese una serie de patrones de fluoruro, mediante el pipeteo -
exacto de las cantidades deseadas de la solución patrón de fluoruro
y colóquese en los tubos de Nessler de 100 ml y dilúyase hasta afo-
rar, como a continuación se recomienda:

<u>Ml. de Solución.</u> <u>Patrón.</u>	<u>Mg. de F^-</u>	<u>Mg/1 de F^-</u>
0	0.00	0.0
2	0.02	0.2
4	0.04	0.4
6	0.06	0.6

<u>Ml. de Solución. Patrón.</u>	<u>Mg. de F⁻</u>	<u>Mg/1 de F⁻</u>
8	0.08	0.8
10	0.10	1.0
12	0.12	1.2

B).- Tómese una muestra de 100 ml. del problema o una parte alícuota diluida a 100 ml. en un tubo de Nessler, decolorando con una gota de solución de arsenito de sodio por cada mg/1 de cloro presente en la muestra.

C).- Se ajustan los patrones y la muestra a una misma temperatura, preferentemente a 20°C.

D).- A cada uno de los patrones y a la muestra problema, se le adicionan 5 ml. del reactivo mixto de circonio ácido, mezclándose y dejándose reposar durante 60 minutos.

E).- Compárese la muestra con los diferentes patrones y anótese la cantidad determinada a través de la curva de calibración.

b) Método Fotométrico Spadns.- Reactivos.-

1.- La velocidad de la reacción entre los iones de fluoruro y circonio es sensiblemente influenciado por la acidez de la mezcla de reacción y aumentando la proporción del ácido en el reactivo la reacción se puede verificar en forma casi instantánea. Sin embargo, bajo tales condiciones difieren los efectos de los distintos-

iones de aquellos de los métodos convencionales de la alizarina. - La selección del colorante para este método rápido de fluoruro se determinó, en gran parte, por su tolerancia a estos iones.

Solución Patrón de Fluoruro de Sodio.-

Se disuelven 0.2210 gr. de NaF en agua destilada y se diluyen a - 1000 ml. Se diluyen 100 ml. de esta solución madre a 1000 ml. con agua destilada; 1.00 ml. es equivalente a 0.10mg. de F⁻

2.- Aparatos.-

Equipo colorimétrico.

Espectrofómeto para usarse a 570 mμ, con un trayecto de luz de - 1 cm.

Fotómetro de filtro con un trayecto de luz de 1 cm., cuando menos provisto de un filtro verde amarillento que tenga su transmitancia máxima a 550-580 mμ.

3.- Reactivos.-

Solución patrón de fluoruro de sodio.

Solución SPADNS se disuelve 0.958 g. de SPADNS 2-(parasulfofenilazo) 1,8 dihidroxí 3,6-naftaleno disulfonato sódico, en agua destilada y se diluye a 500 ml. Esta solución es estable indefinidamente, si se protege de la luz solar directa (solución circonio octahidratado, $ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$), en unos 25 ml. de agua destilada. Se agregan 350 ml. de HCl concentrado y se diluye a 500 ml. con agua destilada. Se pueden mezclar volúmenes iguales de la solución SPADNS-

y de la solución circonio ácido para producir un solo reactivo, - que es estable por 6 meses cuando menos.

Solución de referencia. Se agregan 10 ml. de la solución de SPADNS. La solución resultante que se usa para ajustar el punto de referencia (cero) del espectrofotómetro o fotómetro, es estable y se puede volver a usar, indefinidamente.

Solución de arsenito de Sodio: se prepara como se indica en el método de Scott-Sanchis.

4).- Procedimiento.-

1) Preparación de la curva de calibración. Se prepara una serie de patrones de fluoruro, en el ámbito de 0 a 1.40 mg/l por dilución de los volúmenes apropiados de la solución patrón de fluoruro a un volumen final de 50 ml. con agua destilada. Se pipettean 5.00 ml de cada una de las soluciones SPADNS y circonio-ácido, ó 10.00 ml. del reactivo mixto a cada patrón y se mezclan bien. Se ajusta el fotómetro a absorbancia pero con la solución de referencia y se obtiene inmediatamente las lecturas de absorbancia de los patrones y se traza la curva que relaciona el contenido de fluoruro con la absorbancia.

Se debe preparar una nueva curva de calibración cada vez que se prepare nuevo reactivo o que se use una diferente temperatura - de comparación.

2) Pre-tratamiento de la muestra.-

Si la muestra contiene cloro residual, se elimina por la adición

de una gota (0.05 ml.) de solución de arsenito por cada 0.1 -
mg/1 de cloro y se mezcla. (Concentraciones de arsenito de -
1300 mg/1 inducen a un error de 0.1 mg/1 a 1 mg/litro de fluor).

3) Desarrollo del color.-

Se usa una muestra de 50 ml. o una porción alícuota diluida a -
50 ml. Se ajusta la temperatura de la muestra a la misma que --
se usó para trazar la curva de calibración. Se agregan 5.00 ml-
de cada uno de los reactivos de solución SPADNS y de solución -
circonio ácido q 10 ml del reactivo mixto, se mezcla y se lee -
inmediatamente o en cualquier tiempo subsecuente, la absorban--
cia, ajustando primero el punto de referencia del fotómetro en-
la forma indicada.

Si la absorbancia cae fuera del ámbito de la curva de calibra--
ción, se repite el procedimiento usando una porción adecuada --
más pequeña de muestra.

5).- Cálculo.-

$$\text{mg/1 de } F^- = \frac{\text{mg de } F^- \times 1000}{\text{ml de muestra.}}$$

6).- Precisión y Exactitud.-

Si se sigue cuidadosamente el procedimiento se puede obtener una - -
precisión de ± 0.05 mg/1 de F^- . Afectan notablemente a la exactitud
la temperatura de la muestra, las interferencias y la medición de --
los reactivos.

c) Desfluoración.

A raíz de los problemas causados por la fluorosis en la dentadura se inició a fines de la década de los años 30' la respectiva investigación sobre los métodos más viables de eliminación o disminución de la concentración del exceso de fluor en los abastecimientos de agua potable. El problema principal en la actualidad sobre los diferentes procesos de desfluoración, radica en el alto costo de operación, de inversión y la complejidad del procedimiento.

Los métodos de eliminación se pueden dividir en dos tipos fundamentalmente; el primero se basa en la adición de un material durante algún proceso de suavización o coagulación y el segundo, se puede realizar por absorción o intercambio iónico.

Los métodos aditivos más conocidos son: agregar cal sola o magnesio como la sal dolomita o sulfato de magnesio, magnesio fosfato de calcio, sulfato de aluminio ayudado con algún coagulante como bentonita, tierras diatomáceas, sílica gel, bauxita, silicato de sodio, sales férricas, etc. Todos los compuestos mencionados, son poco útiles para la eliminación por requerir una operación a un pH menor de 3 ó de la adición excesiva del compuesto.

Los métodos por absorción son utilizados con mayor frecuencia, pero aún éstos presentan serias dificultades económicas y operantes.

El proceso trata de hacer pasar el flujo de agua a través de una

cama con material absorbente como lo es: carbón activado, magnesita, fosfato incálcico o hidroxapatita, fosfato de magnesio, resinas intercambiadoras de iones o alúmina activada. De los anteriores, los que presentan mejores resultados son los dos últimos.

El contacto del agua con la cama absorbente, genera por reacción, una serie de compuestos tales como: silicato de sodio, cloruro de bario, fosfato de sodio, sulfato ferrugoso o cloruro de titánico y algún exceso de iones de aluminio en forma insoluble, los cuales deberán ser eliminados de la cama conjuntamente con el fluoruro. Todo esto induce al desarrollo de ciertos inconvenientes tales como: baja capacidad, regeneraciones costosas o difíciles de procesar y la eliminación de otros componentes no considerados.

Como conclusión el proceso de desfluoración es a base de un intercambio iónico.

CAPITULO VI.

ESTUDIO REALIZADO EN LA CIUDAD DE LOS MOCHIS, SIN.

En el año de 1961 como resultado de varios análisis de Agua practicados por la Dirección General de Odontología de la SSA en la Ciudad de Los Mochis, Sin., se determinó un contenido de Fluoruros en f. de 0.15 a 0.20 p.p.m. se puso en evidencia así, la necesidad de incrementar este contenido en proporciones óptimas de más o menos 1.0 p.p.m., mediante el tratamiento específico de fluoruración de las aguas de consumo, con el fin de abatir la incidencia de caries dental, como enfermedad mundial precursora de mayores males.

En 1962 la misma Dirección, consideró la posibilidad de que, dentro de sus programas de fluoruración, se llevara a cabo esta medida preventiva en la ciudad de Los Mochis, Sin. Se investigó la concentración de fluoruros y el control del Sistema de Aguas para Abastecimiento Público. Se estableció coordinación con la Comisión del Río Fuerte, dependiente de la Secretaría de Recursos Hidráulicos y que en esa fecha manejaba la planta potabilizadora de la población y se interesó a la comunidad para que colaborara en este programa, lográndose en esa forma que la iniciativa privada adquiriera el equipo fluorurador y la Secretaría de Recursos Hidráulicos se hizo cargo de la instalación y mantenimiento del equipo con la asesoría de la Dirección de Odontología.

Se seleccionó como material fluorurador el Silicofluoruro de Sodio por las conocidas ventajas que presenta sobre otras sales; la dosis de fluoruro fué indicada en 0.8 p.p.m. por el clima cálido de la región.

En el año de 1963 se aprueba el proyecto y se inicia la construcción de la planta la cual es considerada como Pionera en el tratamiento de fluoruración del agua en México teniendo como base el Silicofluoruro de Sodio y método de análisis para el agua: Scott-Sanchis, desde esa fecha hasta la actualidad se ha seguido en forma ininterrumpida el tratamiento y se ha logrado gracias a su acción un descenso en la incidencia de la caries dental.

Esta planta pionera en México ha permitido tomar experiencia y - - valorar la protección real a la población (primordialmente a la niñez) para la instalación de futuras plantas fluorizadoras.

a) Características de la Planta.-

Dosificadora Marca Wallace and Tiernan, Modelo Serie A-747. Tipo de Dia
fragma con capacidad de 41.6 C.P.H. de una solución de ácido Hidrofluoro
silícico.

Presión: 125 PSI máximo.

Rango: 10 a 1

Control: Manual.

La Bomba en cuestión consta de los siguientes accesorios:

1 Cabezal de Tíryl

1 Juego de Válvulas de Succión y descarga construídas de Kralastic con --

Cheks de bole de Viton.

1 Válvula de descarga antisifón.

1 línea de descarga.

1 línea de succión

1 coladera de Pvc malla de serxan

1 juego de Poleas de 4 pasos

1 Banda

1 Motor de 1/4 H.P. 60 ciclos, 115 volts, una fase totalmente cerrada.

Fuente de Provisión.-

Es superficial correspondiente al Río Fuerte del que se deriva un canal abastecedor del que se toman 40 000 m³/día, mismo, que se tratan en una planta Clarificadora aplicándose, ahí mismo los tratamientos de pre y - post cloración, así como el de fluoruración. El canal abastecedor proviene de la presa Miguel Hidalgo.

El agua sale de la planta con características físico-químicas dentro de las normas respectivas, con un cloro residual promedio de 0.7 p.p.m. y en la red un mínimo de 0.2 p.p.m. lo que se verifica en forma normativa.

El gasto potabilizado para el sistema, es de 740 l.p.s. y el servicio es de 24 hrs./día.

Bombeo y Conducción.-

El flujo se conduce de la Planta Potabilizadora a un cárcamo de -- bombeo y de éste se eleva el gasto a través de una línea de bombeo de 24" de

Ø que con un desarrollo aproximado de 300 m. llega al tanque de regulación, estableciéndose así la liga planta cárcamo-tanque.

Tanque Regulador y Red.-

El agua bombeada llega al tanque regulador que es superficial y - de éste por gravedad y conducto de 300 m. de tubo de 24" de Ø de una línea- de alimentación, se inyecta a la red de distribución que consta de circuitos de tuberías de 8" a 24" de Ø, con rellenos de tuberías de 2" a 6" de Ø que - cubren el 90% aproximadamente de la localidad.

Tomas Domiciliarias.-

Son de diseño reglamentario y actualmente existen 18 720 unidades conectadas oficialmente a la red.

La información que obtuvimos es relativa a:

- Número de tomas.
- Kilogramos usados
- Promedio diario anual
- Fluor residual p.p.m.
- Promedio diario anual
- Población beneficiada
- Costo anual por habitante

b) Método empleado.-

Se aplican 36 Kg/24 horas promedio de sílico fluoruro en el agua - previamente potabilizada y filtrada, lo que permite 85 p.p.m. de concentra- ción realizándose la maniobra en tres turnos cada 24 horas, el fluor aplicado

TOMAS DOMICILIARIAS.

AÑO	No. de TOMAS	KILOGRAMOS USADOS	PROMEDIO DIARIO ANUAL	FLUOR RESIDUAL P.P.M. PROM. - DIARIO ANUAL	POBLACION BENEFICIADA	COSTO ANUAL POR HABITANTE
1963	4,174	2,264.3	6.0	0.9	29,218	0.27
1964	5,571	3,032.5	8.3	0.8	38,997	0.17
1965	5,676	2,791.1	7.6	0.72	39,732	0.15
1966	6,402	3,373.8	8.7	0.75	44,814	0.16
1967	7,845	4,856.5	13.2	0.87	54,915	0.23
1968	8,407	3,819.2	10.4	0.85	58,849	0.17
1969	9,338	4,382.3	12.0	0.8	65,366	0.17
1970	10,216	5,475.7	15.0	0.85	71,512	0.20
1971	11,091	6,216	17.0	0.80	77,637	0.24
1972	11,720	6,806	18.6	0.85	82,040	0.24
1973	13,019	7,318	20.0	0.85	91,133	0.29
1974	14,044	7,401	20.3	0.72	93,308	0.25
1975	15,550	8,836	24.2	0.90	108,850	0.47
1976	16,445	7,729	21.2	0.73	115,500	0.57
1977	17,538	10,346	28.3	0.83	122,700	1.30
1978	17,829	13,291.5	27.4	0.87	124,800	1.05
1980 Agt	18,720	7,441			125,000	

Fuente: JUNTA FEDERAL DE AGUA POTABLE, LOS MUCHIS, SINALOA.

tiene una concentración de 60% y un 98% de pureza, ión fluoruro 59.4%.

Debe considerarse que la dosis óptima de fluor que no causan daño a la salud, se basan en dos puntos primordiales:

- 1) Climatología regional.- A mayor temperatura mayor consumo de agua, -- debiendo la dosificación de silicofluoruro ser inversamente proporcional a la temperatura ambiental, esto es a mayor temperatura menor dosis y a menor temperatura mayor cantidad de fluor.
- 2) Régimen Alimenticio.- La mayoría de los vegetales y carnes contienen en promedio menos de 1.0 mg. de fluoruro, los alimentos que mayor cantidad de fluoruro contienen son: el té, el cual alcanza concentraciones de 60 mg/l, mariscos y pescados hasta 30 mg/Kg.

Por lo anteriormente dicho en la época de verano se aplica una menor cantidad de sílico fluoruro para obtener 0.7 a 0.8 ppm. la cual es menor en el invierno ya que en esta época el consumo de agua per-cápita es mayor. En invierno se concentra a 0.9 1.0 ppm, en el verano la temperatura promedio ambiental es de 29°C y en invierno disminuye hasta 20°C.

Evolución del Sistema.- Cuando en el año de 1963 se iniciaron las actividades de la planta, esta beneficiaba una población de 29 218 habitantes con un número de tomas de 4 174 lo que representaba un promedio de 7 habitantes por toma, para esta población era necesario emplear 6 Kg diarios en promedio que sumaron para todo el año 2 264 Kg. Esta cantidad permitía una concentración de 0.9 ppm que se considera buena, a un costo anual por habitante de 0.27 cts.

Con el incremento proporcional al año de 1978 se sirve a una población de 124 800 habitantes y a un número de tomas de 17 829, lo cual representa en 15 años un incremento de 427% en la demanda, por lo que paralelamente se ha tenido que incrementar en un 456.6% la cantidad de kilogramos usados de sílico fluoruro; actualmente el costo por habitante es de 1.05 cts.

A continuación presentamos la evaluación de los sistemas de agua potable que cuentan con tratamiento de fluoruración realizada por la Dirección General de Saneamiento del Agua de la Subdirección de Vigilancia de la Potabilidad del Agua de la SSA.

FECHA DE LEVANTAMIENTO Mayo 17 - 79

LOCALIDAD Los Mochis, Sin.

MUNICIPIO Ahome EDO. Sinaloa

NOMBRE DEL SISTEMA Sistema de Agua Potable y Alcantarillado

GASTO 740 l.p.s.

TRATAMIENTO DE POTABILIZACION Y CLARIFICACION

FECHA DE INICIO DE FLUORURACION Año de 1963

POBLACION BENEFICIADA Actualmente 110 000 habitantes

ORGANISMO OPERADOR ENCARGADO DEL TRATAMIENTO Junta Federal de Agua -
Potable

BASE DEL TRATAMIENTO:

FLUORITA SILICOFLUORURO DE SODIO X

FLUORURO DE SODIO ACIDO FLUOSILICIO

PROVEEDOR Representaciones Técnicas, S. A. - Méx. D. F.

COSTO DE LA SAL POR TONELADA \$ 1,650.00

DOSIS QUE SE APLICA verano 0.7 a 0.8 mg/l, Invierno 0.8 a 0.9 mg/l

FRECUENCIA ininterrumpida

PUNTO DE APLICACION salida del agua de los filtros.

CAUDAL FLUORURADO 40,000 m³/día.

TIEMPO DE CONTACTO DE LA SAL variable, según recorrido de conducción.

CONCENTRACION DE FLUOR EN EL AGUA IV-79 0.93 mg/l

FRECUENCIA Y No. DE ANALISIS EFECTUADOS 2/día en la Planta y varios
ríos selectivos en la Red.

METODO DE ANALISIS UTILIZADO

SCOTT-SANCHIS Antes MAIER

SPADNS

Ahora: Potenciométrico-electrodos.

INFORMACION COMPLEMENTARIA.

POBLACION TOTAL AL INICIO DE LA FLUORURACION 29,218 habitantes
 POBLACION INFANTIL AL INICIO DE LA FLUORURACION 14,755 niños
 POBLACION TOTAL ACTUAL 140,000 - estimada habitantes
 POBLACION DE 7 A 14 AÑOS BENEFICIADA ACTUALMENTE 52,800 niños.

DATOS ESTADISTICOS DEL FLUOROSILICATO DE SODIO APLICADO EN LA PLANTA POTABILIZADORA DE LOS MOCHIS, SIN.

Año	Precio del Kg.	Kgs. usados.-	Importe Anual	Volumen Agua, tratada en m ³	Costo por m ³ tratado.
1963	3.06	2,265.0	6,930.90	2 351,163	.003
1964	3.06	3,032.6	9,279.77	2 746,647	.003
1965	3.08	2,801.1	8,619.44	3 181,852	.0027
1966	3.09	3,325.3	10,275.18	3 233,010	.0025
1967	3.08	4,855.5	14,957.95	4,065,231	.0036
1968	3.10	3,819.2	11,839.52	4,690,230	.0025
1969	3.10	4,380.7	13,580.17	5,750,920	.0023
1970	3.21	5,496.6	17,068.47	6 260,601	.0027
1971	3.25	6,216.0	20,250.18	7 229,800	.0028
1972	3.33	6,806.0	22,663.98	8 147,150	.0028
1973	3.35	7,298.0	24,448.30	8 493,270	.0029
1974	3.66	5,809.0	21,582.98	8 453,062	.0026

PRECIO PROMEDIO

3.20 56,105.0 181,496.84 65'352,936 m³

c) Resultados.-

El consumo es de 36 Kg de Silicofluoruro en 4 000 m³ de agua, -
teniendo un costo de \$ 454.40 diarios y actualmente el costo anual per-cápi-
ta es de \$ 1.05.

La comparación de los datos anteriores nos reporta que desde --
1963 fecha de inicio de la aplicación de fluor en la planta hasta 1970 se re-
dujo en un 30% la incidencia de caries y de ese año a la fecha se ha reduci-
do en casi un 50%.

Para sacar el índice CPU se seleccionan tres escuelas de los si-
guientes tipos:

Metropolitana

Urbana concentrada

Urbana Marginada

tomando como testigos tres grupos de 40 niños de las siguientes edades:

1 grupo 40 niños de 7 años.

1 grupo 40 niños de 9 años.

1 grupo 40 niños de 11 años.

llevando las formas de índice CPU proporcionadas previamente.

Se pondrá el jefe del Departamento dental de acuerdo con las --
autoridades de cada escuela solicitando su colaboración, seleccionaré los -
grupos de edad 7, 9 y 11 años, usando una forma índice CPU para cada 10 ni-

Los siendo cuatro formas para cada grupo (40 niños) así mismo controlará la presencia o ausencia del primer molar y estado de salud poniendo positivo - (+) ó negativo (-) de acuerdo a esas instrucciones.

El centro de salud proporcionará abatelenguas, torundas así como papelería de canalización de pacientes.

A continuación se presentan los índices CPO y ceo de 928 niños - examinados en las Escuelas Miguel Hidalgo, Leona Vicario y Candelario Ochoa, de Los Mochis, Sin., en el año de 1969.

EDAD (años)	No.	C	EI	E	D	CPO	TP	c	e	o	ceo	tp
7	165	0.8	0.1	0.0	0.0	0.9	7.5	2.4	0.5	0.1	3.0	13.2
8	170	1.0	0.0	0.1	0.0	1.1	11.9	2.3	0.4	0.1	2.8	12.7
9	166	1.3	0.2	0.1	0.1	1.7	13.6	2.0	0.4	0.0	2.4	10.4
10	150	1.5	0.1	0.2	0.2	2.0	16.1	1.5	0.3	0.1	1.9	8.1
11	114	1.8	0.1	0.2	0.3	2.4	21.7	0.7	0.3	0.1	1.1	4.3
12	163	2.5	0.0	0.3	0.3	3.1	24.1	0.4	0.0	0.0	0.4	1.1

CPO: representa el No. de dientes permanentes Cariadas-Perdidas-Obturadas.

ceo: representa el No. de dientes temporales Cariadas-Extracción Indicada-Obturadas.

TP y tp: total de dientes permanentes presentes; total de piezas temporales presentes.

INDICE C.P.O. LOS MOCHIS, SINALOA.

NOVIEMBRE 1973.

120 niños	C.T.	C.P.	P.T.	P.P.	O.T.	O.P.
7 años	239	84	50	10	4	3
	(115.6%)	(70%)	(41%)	(8.3%)	(3.3%)	(2.5%)
9 años	183	139	25	6	0	15
	(152%)	(115%)	(20.8%)	(5%)	(0%)	(12.5%)
11 años	92	177	26	10	4	12
	(76.6%)	(147.5%)	(21.6%)	(8.3%)	(3.3%)	(10%)

360 niños

7, 9 y - 11 años.	514	400	101	26	8	30
	(142%)	(111%)	(28%)	(72.2%)	(2.2%)	(8.3%)

360 niños C.T.P. P.T.P. O.T.P. , NORMALES.

7, 9 y - 11 años.	914	127	38	33		
	(226%)	(35.2%)	(10.8%)	(9.1%)		

INDICE C.P.O. LOS MOCHIS, SINALOA.

NOVIEMBRE 1973.

	7 años 239	9 años 183	11 años 92	Total. 514
CARIADAS TEMPORALES.				
PERDIDAS TEMPORALES	50	25	26	101
OBTURADAS TEMPORALES	4	0	4	8
CARIADAS PERMANENTES	84	139	177	400
PERDIDAS PERMANENTES	10	6	10	26
OBTURADAS PERMANENTES	3	15	12	30

TOTAL DE:

CARIADAS T.P.	323	322	269	914
PERDIDAS T.P.	60	31	36	127
OBTURADAS T.P.	7	15	16	38
NORMALES	33	27	18	06

LOS MOCHIS, SINALOA.

NOVIEMBRE 1973. -

ESCUELA.	TEMPORALES PERMANENTES. -									No. DE NIÑOS.
	AÑOS	NORMALES.	C	P	O	C	P	O		
SOR JUANA INES DE LA CRUZ.	7	13	54	15	4	32	6	3	40	
(METROPOLITANA)	9	13	31	9	2	49	6	6	40	
	11	13	26	6	4	63	2	9	40	

ESCUELA	TEMPORALES PERMANENTES								No. DE NIÑOS.
	AÑOS	NORMALES	C	P	O	C	P	O	
PROF. DIEGO PEREGRINA.	7	14	72	5	0	23	0	0	40
(URBANA CONCENTRADA)	9	9	62	7	0	37	0	2	40
	11	11	16	9	0	43	2	0	40
JUSTO SIERRA.	7	6	113	30	0	29	4	0	40
(URBANA MARGINAL)	9	5	90	26	0	53	0	5	40
	11	4	50	11	0	71	6	3	40
TOTAL:		66	514	118	10	400	26	30	360

CONCENTRACION DE INDICES C.P.O. Y c.e.o. DE 3 CIUDADES DEL ESTADO DE SINALOA. REALIZADAS POR LOS SERVICIOS COORDINADOS DE SALUD PUBLICA EN EL ESTADO DEPENDIENTES DE LA SSA. EN EL AÑO DE 1978.

EDAD.	LOS MOCHIS.		CULIACAN		MAZATLAN.	
	c.e.o.	C.P.O.	c.e.o.	C.P.O.	c.e.o.	C.P.O.
7	3.7	0.9	10.4	1.9	4.5	1.9
9	1.8	1.4	11.4	3.6	3.0	2.5
11	0.6	2.6	0.3	5.4	0.6	3.6

PORCENTAJE DE DIENTES NORMALES O LESIONADOS POR CARIES DENTAL, EN TEMPORA-
LES Y PERMANENTES, DE LA CIUDAD DE LOS MOCHIS, SINALOA. 1978.

EDAD	% NORMALES		% CARIADOS		% PERDIDOS		% OBTURADOS.	
	T	P	T	F	T	P	T	P.
7	82	78	15	18	1.2	0.2	1.6	2.6
9	81	88	7	11	2.0	1.0	2.3	0.6
11	-	89	6	7	2.1	1.0	-	2.0

PORCENTAJE DE DIENTES NORMALES O LESIONADOS POR CARIES DENTAL, EN TEMPORALES
Y PERMANENTES, DE LA CIUDAD DE MAZATLAN, SINALOA. 1978.

EDAD	% NORMALES		% CARIADOS		% PERDIDOS		% OBTURADOS.	
	T	P	T	P	T	P	T	P
7	76	50	20	45	2	2	0.4	1
9	80	63	14	32	4	2	0.4	2
11	90	76	7	18	1	3	-	2

PORCENTAJE DE DIENTES NORMALES O LESIONADOS POR CARIES DENTAL, EN TEMPORALES
Y PERMANENTES, DE LA CIUDAD DE CULIACAN, SINALOA, 1978.

EDAD	% NORMALES		% CARIADOS		% PERDIDOS		% OBTURADOS.	
	T	P	T	P	T	P	T	P
7	47	72	14	24	35	-	2	2
9	26	78	7	19	65	-	1	1
11	95	73	1	22	4	1	-	4

La comparación de los datos anteriores nos reporta que desde - 1963, fecha de inicio de la fluoruración del agua del abastecimiento público de Los Mochis, Sin. hasta 1970 se redujo en un 30% la incidencia de caries dental teniendo un costo la aplicación de aproximadamente \$1.07 per-cápita al año.

De 1970 a la fecha se ha reducido en casi un 50% la prevalencia de caries teniendo un costo aproximado de \$3.05 per-cápita al año.

Estos resultados son de vital importancia y justifican por sí solos el costo diario de operación (454.40 pesos).

No hubo ninguna modificación en los índices bioestadísticos de la población, con excepción del C.P.O. el cual se vio reducido. No se presentó ninguna objeción ni por persona ni por industrias para seguir aplicando la fluoruración.

CAPITULO VII.

Conclusiones.

La caries es una enfermedad mundial y ha azotado a la humanidad desde siempre, es el segundo lugar en las causas de ausentismo en los trabajos (Odontología del trabajo) ocasionando pérdidas enormes en horas--profesionista y miles de pesos.

El objetivo principal de este trabajo fué determinar el método de mayor eficacia en la prevención de la caries dental.

La eficiencia, seguridad, mínimo costo, inocuidad, perdurabilidad y facilidad de manejo hacen de la fluoruración del agua el método preventivo más atractivo para disminuir la incidencia de caries pues su eficiencia ha quedado demostrada científicamente desde 1945. En México, -- desde 1963 se ha observado una disminución de 50 a 60% en el problema de la caries dental, siendo la ciudad de Los Mochis, Sin. la primera en iniciar la fluoruración del agua.

La selección más adecuada del método de fluoruración del agua potable, dependerá de varios factores importantes, como son:

- 1.- Si la aplicación es para grandes grupos de personas o pequeños núcleos de control (hogar).
- 2.- La utilización de algún otro método alternativo de fluoruración que no sea a través del agua potable.

- 3.- La elección del compuesto fluorado más económico con respecto a su adquisición, transporte, etc.
- 4.- El análisis previo a los estudios realizados en la zona territorial, -- sobre contenido de fluor en el agua, situaciones económicas, sociológicas y del estado de higiene y salud.
- 5.- Costo de inversión de todo el equipo dosificador y de control con respecto al método seleccionado.
- 6.- El personal técnico adecuado para el control de los abastecimientos -- fluorados.
- 7.- Como factor más importante, la aceptación total por parte de la población, conciente de la efectividad del proceso de fluoruración y la continuación del método.

Cuando el nivel de fluor excede en más de 1.5 mg/1 p.p.m. en el agua, se presenta el problema de esmalte moteado y cualquier incremento posterior no disminuye la incidencia de dientes cariados, faltantes o obturados pero se incrementa la ocurrencia o severidad del moteado.

Complementando el programa del suministro de fluor, se hacen -- necesarios planes de higiene y nutrición, tanto disponibles como utilizados, en la totalidad de la población urbana y rural, dando así como resultado -- los objetivos generales de una acción completa de salud odontológica.

También es necesario una sistemática comunicación de la Junta - Federal de Agua Potable de la Ciudad que quiera iniciar el tratamiento con-

los Servicios Coordinados de Salud Pública en el Estado y la Delegación de la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente, para conjuntar esfuerzos y así formular y realizar programas permanentes de Evaluación del tratamiento de fluoruración, que justifiquen plenamente las inversiones respectivas del Sistema. En esta forma debe programarse también una campaña permanente de promoción de saneamiento del agua, a nivel escolar primario, con enfoque especial a la fluoruración y ataque al desperdicio del agua.

CAPITULO VIII

BIBLIOGRAFIA.

- 1.- C.D. Angelovic W. Joseph, Sigler F. William y Neuhold M. John.

"Temperature and fluorosis in rainbow Trout."

Journal WPCF. Vol. 33

Abril 1969.

- 2.- Ing. Bellack Ervin.

"Automatic Fluoride Distillation."

Simplified fluoride distillation method".

Journal AWWA 53:98

Año (1961) y 50:530(1958) respectivamente.

- 3.- Ing. Bellack Ervin.

"Análisis del contenido de fluoruro en el agua"

Método y Materiales.

Oficina Panamericana de la Salud.

- 4.- Ing. Cordero Olmar

"Compuestos del fluor"

Consultor de la Oficina Panamericana de la Salud.

Año 1971.

5.- C.D. Chávez Mario M.

"Odontología Sanitaria"

Unica Edición 1971.

Washington, D. F.

6.- C.D. Gage Barragán Jorge.

"Educación en los programas de la fluoración del agua"

Dirección de Educación e Higiene

Año 1971

7.- C.D. Grinplastch Bernardo S. y Bellack Ervin

"Empleo de la fluorita en la fluoración del agua potable en los Estados Unidos y en Brasil"

Oficina Panamericana de la Salud.

Documento # HP/DH/10

Año 1972

8.- C.D. Gómez Castellanos Alfredo

"Estado de la Salud Dental en México"

Dirección General de Odontología, (Depto. de Epidemiología).

9.- C.D. Gómez Castellanos Alfredo.

"El problema de la fluorosis en México"

Dirección General de Odontología.

10.- Ing. Guzmán M. Ramón.

"Oficina Panamericana de la Salud"

Dosificadores.

11.- Ing. Izurieta R. Edmundo

"Estudios previos para la determinación de la dosis óptima.

Departamento de consultoría de la Oficina Panamericana de la Salud.

12.- Ing. Maier Franz J.

"Fluoración del agua potable"

LIMUSA 1974

13.- Ing. Martínez M. Sergio.

"Fabricación, propiedades y principales aplicaciones del ácido --
fluorhídrico anhidro y del fluoruro de sodio".

CYDSA, División de Productos Químicos.

14.- C.D. Mc. Donald E. R.

"Odontología para el niño y el adolescente".

Buenos Aires Mundí 1970.

15.- C.D. Mc. Donald S.K.

"Odontología Preventiva en Acción"

Panamericana Médica 1974

16.- Ing. Quím. Megregian S. and Maier F. J.

"Modified Zirconium-Alizarin for determination of Fluoride in Water"

Journal AWWA 44:239

Año 1952

17.- C.D. Miehler C. Joseph.

"Odontología Preventiva"

Edición 1952

18.- Ing. Peña D. Adolfo

"Dosificadores de compuestos fluorados"

Año 1971

19.- C.D. Reygadas Fernán

"Discusión de la política de trabajo de la Oficina Panamericana de -
la Salud y de la Organización Mundial de la Salud, AIDIS y la UNICEF
en la materia de fluoración del agua".

Año 1971.

20.- C.D. Ritacco Araldo Angel

"Operatoria Dental. Modernas Cavidades"

Año 1975

21.- C.D. Sánchez y Castillo Joaquín.

"Métodos Alternativos para el uso del fluor en el control de la ca--
ries dental".

Secretaría de Salubridad y Asistencia.

22.- C.D. Sánchez y Castillo Joaquín.

"Determinación de la caries dental y estudios epidemiológicos".

Dirección General de Odontología.

Secretaría de Salubridad y Asistencia.

23.- Ing. Savinelli Emilio A. y Black A.P.

"Defluoridation of water with Activate Alumina".

Journal AWWA 1958

24.- Ing. Schoube P.J.

"Rapid photometric determination of fluoride with SPADNS - Zirconium -
Lake".

Chemical Engineer 3:2032

Año (1958)

25.- Task Group Report

"Study of permanent color comparators for fluorides".

Journal AWWA. 49:417

Año (1961)

26.- Varias publicaciones de la Secretaría de Salubridad y Asistencia y --
la Sub-Secretaría de Mejoramiento del Ambiente sobre la fluoración --
del agua potable.

27.- C.D. Walker R. J. y Smith R.R.

"Fluoride Analysis and Control".

Journal AWWA.

Abril 1971

28.- Wallace and Tiernan de México (folletos)

"Equipo para la dosificación de fluoruros en sistemas de agua potable".