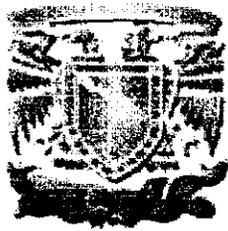


205

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGIA

Determinación del fluoruro contenido en las aguas de consumo público en 12 estados de la República Mexicana.

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE CIRUJANA DENTISTA

PRESENTA:

ANA PENÉLOPE GONZÁLEZ PÉREZ

DIRECTOR.- DR. JAVIER PORTILLA ROBERTSON

ASESORAS.- M.C.O.- MARIA EUGENIA PINZÓN TOFIÑO  
M.S.P.- ARCELIA MELÉNDEZ OCAMPO



México, D.F.

12 B  
23-01-01  
*[Signature]*

2001

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



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.

## **A DIOS**

**Que jamás me ha abandonado**

## **A ANA INES PÉREZ**

Por ser la mas maravillosa persona que he conocido,  
que además de ser mi madre y amiga es el mejor ejemplo  
de fuerza, tenacidad y amor, por ello soy yo con ella y ella en mi.  
Nunca será suficiente lo que pueda hacer por ti.

**GRACIAS**

## **A PAOLA, VANESSA y PEDRO**

Agradezco el apoyo y el cariño que han  
depositado en mí y que me ha ayudado  
a luchar y seguir adelante en los momentos  
mas difíciles.

## **A JAVIER ESCOBEDO**

Tu decisión es mi mejor ejemplo de triunfo,  
tu amistad y cariño no me han dejado caer  
y me ha impulsado a ser mejor.  
Gracias por ser mi amigo y compañero leal.

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

Que me ha formado en carácter, actitud y conocimientos.

GRACIAS

AL DR. PORTILLA ROBERTSON

Por haber creído en mi y brindarme todas las facilidades,  
conocimiento y experiencia para salir adelante y triunfar.

GRACIAS

A LA DRA. PINZÓN TOFIÑO

En agradecimiento de la confianza y ayuda  
que me ha brindado.

A LA DRA. ARCELIA MELÉNDEZ

Agradezco el tiempo y experiencia que ha empleado en mí.

# INDICE

	página
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>4</b>
<b>2. ANTECEDENTES</b>	<b>5-10</b>
<b>3. MARCO TEORICO</b>	<b>11-31</b>
<b>3.1 Métodos de administración de fluoruros</b>	12
3.1.1. Fluoruración del agua	12
3.1.2. Fluoruración de la sal de mesa	13-14
3.1.3. Fluoruración de la leche	14
3.1.4. Fluoruración del agua y los refresco	14
<b>3.2. Metabolismo del fluoruro</b>	15
<b>3.3. Mecanismos de acción del fluoruro</b>	16-17
<b>3.4. El fluoruro y el proceso carioso</b>	18-19
<b>3.5. Acumulación y distribución en la bacteria oral</b>	19-20
<b>3.6. Influencia sobre la placa sobre el fluoruro</b>	22
<b>3.7. Fluorosis dental</b>	23-26
3.7.1 Factores que influyen en la fluorosis	25
<b>3.8. Toxicología del fluoruro</b>	27-28
<b>3.9. Suplementación de fluoruro</b>	29
3.9.1. Ingesta dietética recomendada	29
3.9.2. Suplementación de fluoruro	30
<b>3.10. Fuentes de fluoruro apropiadas</b>	31
<b>4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>32</b>
<b>5. JUSTIFICACIÓN</b>	<b>33</b>
<b>6. OBJETIVOS</b>	<b>33</b>
<b>7. METODOLOGÍA</b>	<b>34</b>
<b>8. RESULTADOS</b>	<b>35-50</b>
<b>9. DISCUSIÓN</b>	<b>51-52</b>
<b>10. CONCLUSIONES</b>	<b>53-55</b>
<b>11. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>56-58</b>
<b>12. ANEXOS</b>	<b>59-62</b>

## INDICE DE CUADROS, GRAFICOS Y MAPAS

<b>CUADROS</b>	<b>página</b>
1. Efectos del fluoruro en la bacteria	21
2. Manifestaciones orgánicas por ingesta de fluoruro	24
3. Recomendaciones sobre el uso del fluoruro	29
4. Consumo diario	30
5. Resultados de promedio de concentraciones	35
6. Concentración mínima y máxima	41
<b>GRAFICOS</b>	
1. Promedio de la concentración de fluoruro por estado	36
2. Promedio de la concentración de fluoruro por estado baja	37
3. Promedio de la concentración de fluoruro por estado media	38
4. Promedio de la concentración de fluoruro por estado óptima	39
5. Promedio de la concentración de fluoruro por estado alta	40
6. Número de fuentes por estado	42
7. Número de fuentes por estado baja	43
8. Número de fuentes por estado media	44
9. Número de fuentes por estado óptima	42
10. Número de fuentes por estado alta	43
11-12 Chihuahua, 13-14 Distrito Federal, 15-16 Guanajuato	47
17-18 Hidalgo, 19-20 Jalisco, 21-22 Nuevo León	48
23-24 Puebla, 25-26 Queretaro, 27-28 San Luís Potosí	49
29-30 Sonora, 31-32 Tlaxcala, 33-43 Zacatecas	50
<b>MAPAS</b>	
1. Promedio de la concentración de fluoruro por estado	36
2. Promedio de la concentración de fluoruro por estado baja	37
3. Promedio de la concentración de fluoruro por estado media	38
4. Promedio de la concentración de fluoruro por estado óptima	39
5. Promedio de la concentración de fluoruro por estado alta	40
6. Número de fuentes por estado	42
7. Número de fuentes por estado baja	43
8. Número de fuentes por estado media	44
9. Número de fuentes por estado óptima	42
10. Número de fuentes por estado alta	43

# I. INTRODUCCIÓN

El fluoruro se presenta en la naturaleza de diversas maneras, así como contenido en el agua, la sal, alimentos.

El fluoruro se incorpora a la dieta del individuo en proporción a la ingesta de alimentos que lo contengan, esta varía en cada individuo de acuerdo a diversos factores, lo que incrementa o disminuye la cantidad.

El fluoruro en cantidades óptimas es benéfico en la prevención bucal y se vuelve tóxico al aumentar la concentración.

Se han buscado medios artificiales para controlar la ingesta del fluoruro. Como sucede en nuestro país donde se ha incorporado la sal fluorurada, esta medida proporciona beneficios y desventajas en nuestra población ya que podemos encontrar diversas concentraciones en cada estado que difieren por la localización geográfica y el clima, las cuales no están bien determinadas.

Esto representa un problema, ya que la incorporación de la sal es en toda la República y no se toma en cuenta que existen zonas donde las concentraciones son altas y esto aumenta la cantidad de fluoruro que se ingiere o zonas donde las concentraciones son bajas y la cantidad de fluoruro no es suficiente.

En esta investigación nos hemos dado a la tarea de conocer las concentraciones de doce estados de la República Mexicana. Estos datos son de suma importancia para conocer los estados que necesitan o no el suministro de sal fluorurada, con lo que se beneficiará mejor a la población.

Conociendo que el fluoruro de la sal y del agua son los más importantes medios de ingerir fluoruro para la población mexicana y que desconocemos con exactitud la cantidad que contiene cada fuente de agua potable en cada zona geográfica, nos hemos dado a la tarea de proporcionar los resultados correspondientes a la cantidad de fluoruro de los suministros de agua potable de algunos de 12 de los estados la República Mexicana, datos con los cuales el cirujano dentista, así como también otros profesionales de la salud podrán auxiliarse en el establecimiento del óptimo tratamiento para cada caso en particular.

## II. ANTECEDENTES

Los beneficios del fluoruro sobre los dientes fueron descubiertos en 1930, cuando Dean observó índices muy bajos de caries entre las personas que vivían en zonas donde las concentraciones de fluoruro en agua natural eran de 1ppm. Posteriormente en 1940 y 1950 se confirmó esto agregando cantidades 1ppm a las fuentes de agua de una comunidad, la caries disminuyó entre los residentes de esta. Estos estudios demostraron que era más efectivo para lo niños que en los adultos <sup>1</sup>.

En 1843 se realizó uno de los primeros estudios en el cuál se observó dientes con caries, el número de dientes con fluorosis y las concentraciones de flúor en el agua, y encontró que el número de dientes con caries y la cantidad de flúor eran inversamente relativos y que el número de dientes con fluorosis y la cantidad de fluoruro eran directamente proporcionales<sup>2</sup>.

En 1945 la ciudad de los Grand Rapids, Michigan, fué la primera ciudad en el mundo en contar con una concentración óptima de fluoruro en forma sistémica en los suministros de agua potable y entonces la concentración de 1p.p.m. fué establecida mediante los hallazgos previos elaborados por el servicio de salud pública de los Estados Unidos, que mostraban que los niños pertenecientes a la comunidad donde se encontraba esta concentración presentaban menor prevalencia de caries que los que vivían en comunidades donde la concentración era insuficiente ya que la cantidad de 1p.p.m. es la óptima basándose en esto Arnold en 1959 reportó que la caries había reducido aproximadamente un 50%<sup>3</sup>.

Por lo anterior, los estudios epidemiológicos realizados durante esos años establecieron que había una relación entre las aguas naturalmente fluoradas y la disminución de la caries dental y debido a esto algunas ciudades de Norteamérica empezaron a experimentar agregando fluoruro en una parte por millón a las aguas potables, notando que después de periodos de entre 15 y 18 años de suministró regular, según la comunidad, había reducciones en el índice de caries dental de un 50 a 70% que fueron resultados obtenidos desde 1962 por Ast y Fitzgerald, Arnold, Linkins y Russel, y por Póplove en 1965, también fueron observados en otras ciudades en condiciones variadas, la reducción de caries fue de aproximadamente el 50% en promedio.<sup>4</sup>

Otros estudios realizados en ese país, así como en Suiza, en los cuales se midió el nivel de fluoruro en la orina, determinaron que 250 partes por millón de fluoruro en la sal pueden ser una cantidad óptima para esos países. Como los datos registrados en Colombia, donde se agregan 200 partes por millón de fluoruro a la sal, indican que estas concentraciones pueden reducir la caries en un 60%, sin embargo cantidades de 500 a 1000 partes por millón se requieren en países como Suecia ya que es el país con la mayor experiencia en cuanto a fluoruración de la sal desde 1970, donde el 77% del producto de consumo para una población de 5.5 millones de habitantes contiene fluoruro en concentraciones de 90 partes por millón de fluoruro, 1/3 de la concentración ahora se considera como óptima y segura y la reducción observada de caries dental en este país, determinada por Vaud, Glarus Cantons, fue modesta y los niveles de CPO en los niños de 7 a 10 años, fue únicamente un 30% menor que en otros países.<sup>5</sup>

Evidencia reciente demuestra que las muestras de placa de niños que residen en un área de 53mmol/L de fluoruro en el agua tienen una concentración mayor de fluoruro en comparación con las muestras de niños que viven en un área sin fluoruro<sup>6</sup>.

Existe una relación inversa entre el fluoruro en la placa y la prevalencia de los cambios que se distribuyen simétricamente en la cavidad oral. El grado de severidad se acerca a la etapa de vida en la cual se forman y mineralizan los dientes dependiendo de la cantidad de fluoruro contenida en las fuentes de agua donde residen, ya que el agua se encuentra en diferentes concentraciones dependiendo de la zona geográfica, aunándole que la acción tópica repetitiva del fluoruro, aunada a los efectos por vía sistémica se produce desde que los órganos dentarios están en desarrollo. Staum y Banting, en 1980, demostraron que en las comunidades con agua fluorada, hay una reducción significativa en caries de la raíz dental en los adultos y en general en todas las edades.<sup>7,8</sup>

En base a esta experiencia la concentración recomendada de fluoruro por kilogramo de sal es de 250 miligramos, sin embargo, debido a las variaciones culturales, así como a la dificultad para determinar la ingesta individual; esta cifra fluctúa entre 200 a 350 miligramos por kilogramo de sal. Cabe señalar que este método no es necesario en áreas donde el agua potable ya tiene fluoruro, ya sea en concentraciones óptimas o altas, conforme a la norma de manera natural.

Como referencia de esto en México se incorpora la fluoración de la sal de consumo humano en el decreto publicado el 26 de marzo de 1981, en el Diario Oficial de la Federación, quedando esta disposición para su ejecución

bajo la responsabilidad de la Secretaría de Salud, con la colaboración de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial y de las Compañías salineras, este procedimiento fue implementado en conocimiento de que el 95% de nuestra población se encuentra afectada por caries, consciente de que la caries dental es una enfermedad infecciosa y de la imposibilidad de tratar conservadoramente a toda la población, por lo que desde 1991 se adoptó como medida masiva de prevención por ser considerado un procedimiento de bajo costo, riesgo mínimo y buena aceptación social. Es hasta noviembre de 1993 cuando se regulariza el abasto de la misma y se determinó que agregando 250 ppm a la sal de mesa sobre la base de los estudios realizados en Suiza y después de investigar que la cantidad era beneficiosa también para México, desde entonces en nuestro país han aumentado las acciones para disminuir la incidencia y la prevalencia de caries como lo son también las pastas dentales, los enjuagues bucales, los fluoruros tópicos, las pastillas de fluoruro, las aguas embotelladas, los refrescos, la leche y la comida que contiene una concentración aproximada de 0.10 a 1.0 ppm<sup>9</sup>

Alimentos como la sardina y los tés muy concentrados contienen una concentración alta de flúor<sup>10</sup>.

Debe considerarse que el nivel de fluoruro depende también de la temperatura y altitud del área geográfica y que la concentraciones de este aumentan en suma del aumento de las fuentes y que la cantidad mínima necesaria que causa fluorosis es de 0.04mg F/kg diarios, relacionados al tiempo de exposición.<sup>11,12</sup>

En un estudio realizado por Irigoyen ME et al de la Universidad Autónoma Metropolitana donde el propósito fue determinar la prevalencia y severidad de la fluorosis dental en niños que vivían en una comunidad a 2066m del nivel del mar en la Ciudad de México, donde la concentración de fluoruro fue 2.8ppm. Con una población seleccionada de niños de una escuela de Coyoacán de entre 10 y 12 años que vivían en esa área. Se utilizó el índice modificado de Dean para estimar la severidad de la fluorosis. Un total de 93 niños participaron en el estudio. Todos mostraron evidencias de fluorosis. 57% mostraron fluorosis moderada y 19% fluorosis severa. La alta prevalencia de fluorosis y la severidad en la población examinada enfatiza la necesidad de un estudio de los factores que determinan la fluorosis dental en las comunidades Mexicanas<sup>13</sup>.

También en San Luis Potosí se encontró que la fluorosis endémica estaba asociada a factores de riesgo como lo son el ambiente, la temperatura, la ebullición del agua, la preparación de alimentos con agua hervida y concentraciones en el agua embotellada desde 0.33 hasta 6.97% ppm de fluoruro, esto es muy grave ya que se estima que aproximadamente para el

82% de los niños es su principal fuente de consumo. Cabe señalar que en algunas de esas zonas se registraron niveles de fluoruro mayores a las 2ppm en las fuentes de agua potable<sup>14</sup>.

Esto puede ocurrir por la ingesta prolongada del flúor que se encuentra naturalmente en algunas zonas del mundo donde las concentraciones llegan a 14ppm o más. Otro factor que incrementa la fluorosis del hueso son las altas temperaturas que incrementan los episodios de ingestión de agua, un consumo elevado de alimento, enfermedades nutricionales, y dietas bajas en calcio<sup>15</sup>.

Así mismo para niños de menos de 3 años puede ser letal la ingesta de 50 pastillas de flúor o 1.7 onzas de pasta dental<sup>16</sup>.

Se ha demostrado en investigaciones recientes donde se ha observado que el fluoruro a grandes dosis es tóxico y que puede hasta ser mortal para menores de 4 años<sup>17</sup>.

Además de que el fluoruro en concentraciones altas produce osteoporosis debido a que compite con el calcio<sup>18</sup>.

En un estudio reciente se comprobó que el fluoruro en concentraciones altas es genó tóxico, acerca de esto en una investigación realizada en E.U.A. se encontró que una zona con una concentración en el agua de 4ppm había más prevalencia de fracturas<sup>19,20</sup>.

La concentración de fluoruro en el agua de más 4ppm es inapropiada ya que incrementa el riesgo de fracturas de huesos, efectos en la capacidad reproductiva, sobre el riñón, estomago, el sistema inmunológico, así como su actividad genotóxica y carcinogénica<sup>21</sup>.

En un estudio realizado en E.U.A. la Food and Drug Administration encontró una relación entre la disminución de la fertilidad en mujeres de 10 a 49 años el incremento del fluoruro<sup>68</sup>.

En Nueva Dheli se encontró que el fluoruro tiene efectos adversos sobre los niveles de testosterona circulantes en hombres con fluorosis esquelética<sup>22</sup>

También en la India se encontró que los pacientes expuestos por varios años a concentraciones tóxicas de fluorúro tenían anomalías en la tolerancia de la glucosa<sup>23</sup>.

El departamento de Fisiología de el Colegio Médico de Japur, en la India, Gupta y sus colaboradores encontraron que la incidencia de 0.2 a 0.4 por 1000 nacimientos en los cuales el producto vivía y presentaba espina bífida oculta, la cuál es una deformidad de la pared posterior de la espina vertebral, defecto de la piel, tubo neural y arcos vertebrales, usualmente en la región lumbo-sacral donde en todos los pacientes hubo evidencia de toxicidad de flúor, estimación bioquímica de los niveles de fluoruro en sangre y suero, debido a que vivían sus madres durante la gestación en esas áreas de mayor concentración de fluoruro <sup>24</sup>.

De la misma manera en el departamento de medicina de la Universidad de Oklahoma reportaron un caso se compresión espinal y osteoclorosis vertebral causada por intoxicación de fluoruro en un inmigrante Mexicano. Donde la fluorosis endémica se adquirió por la frecuente ingesta de fluoruro del agua potable <sup>25</sup>.

Otro factor de riesgo es el efecto que tienen la temperatura sobre el agua de consumo y por lo tanto en la cantidad de fluoruro presente representa un factor de riesgo en la presencia de fluorosis. <sup>26</sup>

En un estudio realizado por Irigoyen ME et al de la Universidad Autónoma Metropolitana donde el propósito fue determinar la prevalencia y severidad de la fluorosis dental en niños que vivían en una comunidad a 2066m del nivel de agua de mar en la Ciudad de México, donde la concentración de fluoruro fue 2.8ppm. Con una población seleccionada de niños de una escuela de Coyoacán de entre 10 y 12 años que vivían en esa área. Se utilizó el índice modificado de Dean para estimar la severidad de la fluorosis. Un total de 93 niños participaron en el estudio. Todos mostraron evidencias de fluorosis. 57% mostraron fluorosis moderada y 19% fluorosis severa. La alta prevalencia de fluorosis y la severidad en la población examinada enfatiza la necesidad de un estudio de los factores que determinan la fluorosis dental en las comunidades Mexicanas <sup>27</sup>.

En San Luis Potosí se encontró que la fluorosis endémica estaba asociada a factores de riesgo como lo son el ambiente, la temperatura, la ebullición del agua, la preparación de alimentos con agua hervida y concentraciones en el agua embotellada desde 0.33 hasta 6.97 ppm de fluoruro, esto es muy grave ya que se estima que aproximadamente para el 82% de los niños es su principal fuente de consumo. Cabe señalar que en algunas de esas zonas se registraron niveles de fluoruro mayores a las 2 ppm en las fuentes de agua potable <sup>28</sup>.

Debido a que el fluoruro es tomado directamente de los suministros del agua pública que pueden ser una o varias fuentes y aunando que por norma oficial el fluoruro que se encuentra en el agua de consumo embotellada es de 0.7 ppm.<sup>29</sup>

En un estudio piloto realizado en Vorarlberg, Alemania (1993), para determinar la concentración del fluoruro en el agua potable, mostraron que el 91.3% de la población tomaba agua con un nivel de 0.3 ppm. Y que el 8.7% de la población con un nivel de 0.3 -0.6 ppm. de fluoruro, lo que son niveles muy bajos y que no ayudan a combatir la caries, por lo que sobre la base del conocimiento podrán mejorar, se revisa la posibilidad de la fluoración del agua o de la sal de mesa.<sup>30</sup>

### III. MARCO TEORICO

El flúor es un elemento natural, es el más ligero de los halógenos y el elemento más reactivo y electronegativo que se presenta en la naturaleza, de color amarillo-verdoso.

El ión flúor proviene del elemento fluoruro que es el elemento 17- más abundante de la corteza terrestre, es un gas y nunca se presenta en estado elemental en la naturaleza. Existe solo en combinación con otros compuestos del fluoruro, estos son constituyentes de los minerales en las rocas y el suelo. El agua pasa a través de las formaciones rocosas y los disuelve, formando iones de flúor. El resultado es que se presenta en todas las fuentes de agua incluyendo a los océanos<sup>31</sup>. Su número atómico: 9 Símbolo F. Fue descubierto en 1886 por Henri Moissan, proviene del latín: fluere

Es un gas corrosivo, de olor a acre, muy reactivo, de forma natural. Se extrae de un mineral como la fluorita ( $\text{CaF}_2$ ) o la criolita ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ). Industrialmente se prepara por electrólisis del ácido fluorhídrico (HF) o del fluoruro ácido de potasio ( $\text{KHF}_2$ )<sup>32</sup>.

Los iones de fluoruro tienen la fuerte tendencia de formar complejos con iones metálicos pesados en soluciones acuosas como el  $\text{FeF}_3-6$ ,  $\text{AlF}_6^{3-}$ ,  $\text{MnF}_5^{2-}$ ,  $\text{MnF}_3$ ,  $\text{ZrF}_6$  y  $\text{ThF}_6^{3-}$ .

El potencial tóxico de los fluoruros inorgánicos se encuentra asociado con la formación de fluoruro insoluble. El fluoruro reacciona con los elementos metálicos para formar compuestos iónicos, es estado cristalino o en solución. Muchos de estos fluoruros son rápidamente solubles en agua, sin embargo, los fluoruros de litio, aluminio, estroncio, bario, magnesio, calcio y magnesio son insolubles. El fluoruro de aluminio no se descompone completamente a menos que se le aplique ácido sulfúrico. El flúor y el fluoruro de hidrógeno reaccionan con elementos no metálicos formando compuestos covalentes como el monóxido de fluoruro, el tetrafluoruro de silicón, el hexafluoruro de sulfuro y compuestos orgánicos con flúor (formas aniónicas complejas).<sup>33</sup>

## 3.1 MÉTODOS DE ADMINISTRACIÓN DE LOS FLUORUROS

### 3.1.1 FLUORACIÓN DEL AGUA

Consiste en la adición de fluoruro al agua potable, este procedimiento tiene como ventaja que toda la comunidad se beneficia, sin considerar la edad, o nivel socioeconómico de los habitantes . Opera en varios países aproximadamente desde hace 40 años.

Las desventajas son:

- 1.- El desperdicio, debido a que el fluoruro se adiciona directamente a las fuentes de agua, por lo que se utiliza para lavar, bañarse, etc; lo que representa una cantidad de fluoruro desperdiciado en grandes proporciones.
- 2.- El costo del equipo, que representaría gastos extras para cada lugar de suministro de agua potable.
- 3.- Su distribución, ya que en algunos lugares es ineficiente el suministro de el agua común.

La acción tóxica repetitiva del fluoruro, aunada a los efectos por vía sistémica, se produce desde que los órganos dentarios están en desarrollo. Staum y Banting, en 1980, demostraron que en las comunidades con agua fluorada, hay una reducción significativa en caries de la raíz en los adultos y en general en todas las edades.

La organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda la fluoración del agua potable, al considerarla como un método que ofrece muchos beneficios a bajo costo en comunidades que tienen agua potable; se estima que en la actualidad, más de 200 millones de personas de 38 países ya lo han obtenido por este medio.

Es un hecho reconocido que las comunidades con fluoración en sus aguas obtienen un beneficio, seguro, económico, que reduce costos y necesidades de tratamiento dental tanto a niños como a adultos.

En el caso de la ciudad de México, debido a su complejidad, el abastecimiento del agua fluorurada es una medida costosa y poco viable.

### **3.1.2 FLUORURACION DE LA SAL DE MESA**

Consiste en añadir concentraciones adecuadas de fluoruro a la sal de mesa. La combinación de este compuesto con la sal debe ser tal, que los niveles de excreción del primero por orina sean iguales a los eliminados por los habitantes de las comunidades que poseen agua fluorada.

Cuando esto se logre, podrán obtenerse resultados paralelos a los que se encuentran en la fluoruración de las aguas.

Es imposible calcular la concentración óptima de fluoruro en la sal, ya que es difícil determinar la ingesta diaria de sal con base simplemente a las ventas totales de este producto. Toth en 1976 encontró que las ventas de sal en Hungría son aproximadamente de 10 gramos por persona por día, pero únicamente el 34% de esas cantidades es consumido.

La concentración recomendada de fluoruro por kilogramo de sal es de 250 miligramos, sin embargo, debido a las variaciones culturales, así como a la dificultad para determinar la ingesta individual; esta cifra fluctúa entre 200 a 350 miligramos por kilogramo de sal. Cabe señalar que este método no es necesario en áreas donde el agua potable tenga concentraciones de fluoruro óptimas o altas de manera natural.

En México, existen dos fuentes principales de fluoruro para la población que son el agua de consumo humano que contiene cantidades de fluoruro que varían según cada zona geográfica, siendo esta una fuente natural de la cual no conocemos las concentraciones y un medio artificial como lo es la sal fluorurada.

En nuestro país han aumentado las acciones para disminuir la incidencia y la prevaencia de las principales enfermedades bucodentales (en los niños la caries es el padecimiento más común, y en los adultos es la enfermedad paradontal), estos padecimientos son más frecuentes entre la población más pobre, ya que en este grupo es menor el ingreso, por ende disminuye el grado educativo, aumentan las carencias y la desnutrición.

En México se incorpora la fluoración de la sal de consumo humano en el decreto publicado el 26 de marzo de 1981, en el Diario Oficial de la Federación, quedando esta disposición para su ejecución bajo la responsabilidad de la Secretaria de Salud, con la colaboración de la Secretaria de Comercio y Fomento Industrial y de las Compañías salineras.

Este procedimiento fue implementado en conocimiento de que el 95% de nuestra población se encuentra afectada por caries, consciente de que la caries dental es una enfermedad infecciosa y de la imposibilidad de tratar

conservadoramente a toda la población. En 1991 se adoptó como medida masiva de prevención por ser considerado un procedimiento de bajo costo, riesgo mínimo y buena aceptación social. Es hasta noviembre de 1993 cuando se regulariza el abasto de la misma. Agregando 250 ppm. a la sal de mesa sobre la base de los estudios realizados en Suiza y después de investigar que la cantidad era beneficiosa también para México.

### **3.1.3 FLUORURACION DE LA LECHE**

Se han realizado estudios tendientes a explorar la posibilidad de utilizar a la leche como un vehículo de ingesta de fluoruro, se dieron resultados muy variados , debidos posiblemente a que la leche en tracto gastrointestinal puede reducir la absorción del fluoruro ingerido.

En los pocos estudios realizados con la fluoruración de la leche, no existe consenso en cuanto a la concentración óptima, se recomienda de una a dos y hasta 4.5 partes por millón. Ninguno de estos trabajos determinó la concentración del fluoruro en la leche con base a medidas fisiológicas como la secreción de fluoruro por la orina, por lo que este vehículo no se considera viable.<sup>78</sup>

### **3.1.4 FLUORURACION DE AGUA Y REFRESCOS EMBOTELLADOS**

Actualmente el agua embotellada contienen una cantidad de fluoruro máxima especificada por la Norma Oficial Mexicana.<sup>29</sup>

No es así en los refrescos que tienen variaciones según el agua que utilizan para su elaboración.

### **3.2 METABOLISMO DEL FLUORURO**

Alrededor del 86 al 97% del fluoruro ingerido se absorbe a través del estómago y del intestino (la inanición incrementa el rango), sin embargo la presencia de calcio, aluminio y magnesio los cuales se unen al fluoruro en el intestino, lo disminuyen.

Los niveles de fluoruro en el plasma comienzan a incrementarse 10 minutos después de la ingestión y alcanzan los niveles máximos a los 60 minutos, los niveles de plasma normales vuelven después de 11 a 15 horas. Mas del 99% del fluoruro encontrado en el cuerpo es en superficies calcificadas<sup>34</sup>.

El fluoruro puede ser depositado en la línea de absorción del hueso, las estructura cristalina y en la matriz ósea<sup>35</sup>.

El fluoruro en la línea de absorción esta en equilibrio con la sangre y puede ser rápidamente ingerido y desechado, dependiendo de los patrones de ingestión y de la función del hígado. En los cristales en formación, el ión fluoruro es probablemente envuelto en un intercambio iónico con el hidroxido. Una vez incorporado en los cristales del hueso, este se remueve más lentamente. El fluoruro que no es almacenado en el hueso es rápidamente excretado a través del hígado. Si se toma de 1 a 1.5 mg de fluoruro, el 20 al 25% de la dosis se excreta en cuatro horas, en la primera hora los rangos de excreción son altos y disminuyen en las siguientes 3 horas. A mayor consumo de fluoruro, como lo que ocurre con el agua fluorada, la excreción es más constante. Más del 50% del fluoruro se elimina por la orina, las heces pueden contener 25% del fluoruro eliminado<sup>36</sup>.

La concentración de fluoruro en la saliva es aproximadamente de 0.01 a 0.04 ppm.  
<sup>37</sup>

Se ha comprobado que el fluoruro en dosis constantes puede causar opacidades en el esmalte dental que es llamada fluorosis, microscópicamente la fluorosis dental es una superficie porosa del esmalte, y su severidad depende de la concentración del fluoruro tomado durante la formación dental<sup>38</sup>.

### **3.3 MECANISMOS DE ACCION DEL FLUORURO**

Existen numerosas teorías para explicar la acción del fluoruro sobre la caries dental. Estas se basan en el efecto de este compuesto, ya sea directa o indirectamente sobre dos estructuras: el diente y la placa dentobacteriana.

También se subdividen en razón de la disolución del diente o bien, en el aceleramiento de la remineralización de la lesión cariosa y su efecto bacteriostático de la placa dentobacteriana así como la producción en mayor o menor cantidad de ácidos que desmineralizan la superficie de los dientes.

Es importante identificar el método predominante de acción para seleccionar las vías más efectivas y menos costosas de utilización de fluoruros. Las opciones de administración pueden ser diferentes, se debe tener siempre presente que en el caso de este compuesto, su efecto no está en proporción a la cantidad que se administre.

Las teorías sobre la acción del fluoruro pueden ser vistas desde una perspectiva histórica. Se comprobó que los efectos tópicos del fluoruro son mucho más eficaces que los administrados por vía sistémica, esto se demostró a través de las siguientes evidencias :

- los dientes formados en personas que habitan en áreas de alta y baja concentración de fluoruro en sus aguas, cuando son expuestos a geles ácidos se descalcifican al mismo ritmo.
- la concentración de fluoruro en el esmalte refleja su susceptibilidad de los órganos dentarios al proceso carioso *in vivo*. No hay correlación entre estudios realizados de la caries dental en poblaciones con niveles diferentes de fluoruro en agua potable.
- además de las diferencias en la susceptibilidad a la caries en los sujetos que nacen en áreas con alto contenido de fluoruro en sus aguas, comparadas con aquéllas cuyo contenido en el agua potable es bajo, hay poca diferencia en la concentración de fluoruro en el esmalte.
- no hay resistencia a la caries, solamente porque el individuo viva o haya nacido en un área con fluoruro en el agua. Si los niños se retiran de esa área y la fluoración no es continua, el número de caries en ellos se vuelve similar al de la nueva comunidad.
- cuando se elimina el fluoruro en el agua las lesiones de caries dental aumenta rápidamente, y los individuos se encuentran en fases de caries activa sin ningún valor de protección por el fluoruro ingerido con anterioridad.

- las lesiones tempranas del esmalte se presentan con la misma prevalencia en áreas con fluoruro en el agua, que en aquellas sin él. Sin embargo, las caries establecidas se presentan en una proporción menor al 50% en áreas con alto contenido de flúor.

- la reducción del proceso carioso en dientes deciduos se nota únicamente en niños que continúan tomando fluoruro, tiempo después de la erupción de los órganos dentarios permanentes. No hay cambios significativos en cuanto a la reducción de lesiones en niños que toman fluoruro durante los procesos formativos de los dientes. El fluoruro se precipita en las lesiones iniciales de caries.

- los dientes deciduos con el uso de dentífricos fluorados poseen significativamente mucho contenido de este compuesto en las lesiones blancas iniciales. Sin embargo, no se detectó un aumento del contenido en el esmalte sano. Si este punto de vista fuera correcto, la cantidad de fluoruro ingerido por los niños no sería importante para reducir la incidencia de lesiones cariosas.

- es importante que el fluoruro permanezca en la cavidad bucal frecuentemente para aumentar las concentraciones locales en saliva y placa lo que permite remineralizar las lesiones tempranas.

En resumen, actualmente se acepta que el fluoruro debe ser tomado como un tratamiento activo (agente terapéutico) no como una medida preventiva; es capaz de interferir con el proceso de mineralización, independientemente del estado de avance de la lesión y el estado de desarrollo de los dientes. Su acción puede describirse mejor como un reductor del avance de las lesiones cariosas hasta el punto de detener el crecimiento de estas en la mayoría de las veces.

El ión fluoruro es activo en el ciclo del desarrollo de las lesiones, de tal forma que es de utilización preferentemente tópica, más que sistémica para que las medidas a largo plazo puedan tener efectos que disminuyan el índice de las lesiones cariosas.

Los programas de prevención a base de fluoruro deberán aplicar estos conceptos y buscar un régimen en el cual se pueda utilizar fluoruro a bajas concentraciones e incrementar su seguridad sin reducir su efectividad, con un número frecuente de aplicaciones para aumentar su potencial de remineralización en los efectos cariogénicos.

Las vías de suministro de fluoruro deben ser seleccionadas con base a los conocimientos; sin embargo, existen condiciones sociales, económicas, culturales, políticas y geográficas<sup>39</sup>.

### **3.4 EL FLUORURO Y EL PROCESO CARIOSO**

Las propiedades de los cristales del fosfato de calcio (hidroxiapatita) en las superficies duras del diente son altamente afectados por los iones hidrógeno (ácidos) provenientes de las fuentes externas, y la presencia de carbonato y el ión flúor en los cristales. El ión hidrógeno desestabiliza el cristal, causando la disolución de esta superficie. Y el carbonato se incorpora naturalmente a los cristales del diente durante su formación. El ión carbonato incrementa la actividad de los cristales volviéndolos más rápidos a la disolución cuando se exponen al ácido.

Inversamente el ión fluoruro contribuye enormemente a la estabilidad de los cristales en la boca. Se ha demostrado que el esmalte contiene concentraciones altas de fluoruro y bajas de carbonato, aparentemente contribuyen a el intercambio mineral con los fluidos tisulares antes de la erupción y con los fluidos de la boca y de la placa dental después de esta. Este equilibrio dinámico favorece la formación de minerales altamente estables. Esta faceta de la maduración mineral del diente esta influenciada por el equilibrio intraoral y las diferentes formas de tratamiento con fluoruro.

Muchos mecanismos se han propuesto para explicar el efecto del fluoruro. La acción cariostática del fluoruro es multifactorial, pero se encuentra en relación a la actividad de los cristales de hidroxiapatita, que operan mediante dos mecanismos.

Primero, la incorporación del fluoruro en los cristales puede brindar resistencia al ácido. En particular, durante la remineralización o la maduración de los cristales que incorporan fluoruro preferentemente convirtiendo la apatita carbonatada en mineral fluoroapatita, el cual es mucho mas resistente a cualquier cambio ácido. Cuando los cristales minerales del diente se forman, se les incorpora el fluoruro, dependiendo de la cantidad presente en los fluidos del medio en cada etapa de maduración. Este desarrollo de incorporar fluoruro, sin embargo, se distribuye a través de los cristales a niveles mucho mas bajos que los encontrados en la fluoroapatita. Durante el proceso carioso, cuando algunos minerales se disuelven, este fluoruro incorporado puede utilizarse para inhibir la desmineralización e incrementar la remineralización.

Segundo, el ión fluoruro en el fluido acuoso de la placa y entre los cristales de la dentina o el esmalte cambian el equilibrio de los procesos de remineralización y desmineralización a través de la mineralización. Por lo tanto disminuyendo el ataque de caries al diente y aumentando la formación

de cristales ácido-resistentes. Esto es, que los cristales pueden disminuir la desmineralización e incrementar la remineralización.

La incorporación del fluoruro en el diente puede aumentar en este si se forma  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (DCP). Estos reaccionan rápidamente en presencia de fluoruro, por lo tanto incrementan la conversión del mineral dental carbonatoapatita a fluoroapatita. El fluoruro puede administrarse a las superficies dentales a través del fluoruro de calcio, el cual se precipita con los iones de fluoruro al fluido de la placa dental y en los poros debajo de la sustancia dental durante y después del ataque de la caries. Debido a que es más soluble que la hidroxiapatita o la fluoroapatita y por su alto contenido de fluoruro.<sup>40</sup>

Cuando se expone a el fluoruro es normal la síntesis y secreción de la matriz, pero es posible interactuar con esta ocurriendo depósitos irregulares que clínicamente se observan como opacidades causado por la exposición a el fluoruro durante la fase de maduración o de secreción.<sup>41</sup>

### **3.5 ACUMULACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DEL FLUORURO EN LA BACTERIA ORAL**

El fluoruro está presente en los fluidos y se acumula en la placa dental, por medio de la saliva, por algunos alimentos, líquidos de la dieta y por agentes terapéuticos tópicos.

La secreción de fluoruro por las glándulas salivales es de casi 1mmol/l. El fluoruro en la placa es 50 a 100 veces mayor que en la saliva. Se encuentra en las regiones labial, bucal y lingual en niveles mayores. Y existe de forma iónica.

La elevación de fluoruro en el plasma incrementa consecuentemente las concentraciones de plasma en la saliva.

El fluoruro se introduce en los microorganismos mediante el gradiente de concentración y se acumula conforme disminuye el pH extracelular. El transporte del HF dentro de las células lo disocia en  $\text{H}^+$  y  $\text{F}^-$  en los fluidos intracelulares alcalinos. Entonces el ión  $\text{F}^-$  se encuentra disponible para la inhibición enzimática, produciendo un índice bajo en la producción ácida.

El fluoruro incrementa la permeabilidad de la membrana celular y puede salirse de la bacteria conforme baja el Ph citoplasmático. Por lo tanto el fluoruro afecta el potencial cariogénico de la placa de diversas maneras:

- 1.- Eliminando las poblaciones bacterianas mediante las concentraciones altas de fluoruro.
- 2.-Alterando el metabolismo de los carbohidratos reduciendo la acción ácidogénica y extracelular de los polisacáridos insolubles y su adhesión.
- 3.- Reduciendo el pH.
- 4.- Actuando sobre el metabolismo de la placa.
- 5.- Mediante la acumulación y distribución del fluoruro en la placa .<sup>42</sup>

La desmineralización y la remineralización son los procesos por los cuales se determina la condición de las superficies dentales después de la erupción. La desmineralización es causada por ácidos, los cuales son producidos por bacterias en la placa dental. La remineralización se incrementa por la elevación del pH resultado de la degradación de los sustratos nitrogenados por las enzimas bacterianas.<sup>43</sup>

El movimiento transmembranoso del fluoruro depende de la disponibilidad de la forma ácido.

El fluoruro inhibe la energía y la biosíntesis del metabolismo de la bacteria.<sup>43</sup>

Actúa en las superficies duras del diente durante el desarrollo de la bacteria.<sup>44</sup>

**CUADRO 1 ALGUNOS DE LOS EFECTOS DEL FLUORURO EN LA BACTERIA**

PARÁMETRO	DIRECTO	INDIRECTO
Crecimiento	Metabolismo de energía	
Colonización	Adherencia al esmalte	
Síntesis molecular	Lipoteico y peptiglicano	glicógeno
Glicólisis	Enolasa	Fosfato de transferencia Sistema de transporte del azúcar
Gradientes membranosos	ATPasa- H <sup>+</sup> Gradientes disponibles de proteína Efflux de k y P	Gradientes disponibles de proteína. Acidificación del citoplasma Disposición de los gradientes de proteínas
Algunas enzimas	Fosfatasa ácida Pirofosfatasa Pirofosforilasa Peroxidasa Catalasa	

### **3.6 INFLUENCIA DE LA PLACA SOBRE EL FLUORURO CONTENIDO EN EL ESMALTE.**

El fluoruro no reduce la placa de streptococcus mutans del esmalte después de una aplicación tópica.<sup>46</sup>

La cantidad de fluoruro de 5 ppm en solución glucosada disminuyen la acidez de la placa.<sup>47</sup>

La concentración de 2.5 ppm es también efectiva. Pero al igual que la concentración anterior debe aplicarse repetidamente en intervalos bien determinados.<sup>48</sup>

Solo el 25% de streptococcus mutans muestran resistencia al fluoruro, después de 5 años de aplicaciones repetidas de fluoruro tópico en gel.<sup>49</sup>

El fluoruro está presente en los fluidos y se acumula en la placa dental, las fuentes de fluoruro para esta son la saliva, los fluidos gingivales, agentes terapéuticos y algunos alimentos y líquidos de la dieta. La secreción de fluoruro en las glándulas salivales es de casi 1mmol/l y es menor a los niveles del plasma y los fluidos gingivales.

El fluoruro beneficia debido a que se incorpora durante el desarrollo del esmalte formando un cristal de fluoroapatita que es mas acidorresistente.<sup>50</sup>

### 3.7 FLUOROSIS DENTAL

La fluorosis dental es una anomalía en la mineralización dental causada por la exposición excesiva de F durante el desarrollo dental. Es variable entre las poblaciones e individuos. La ocurrencia y severidad depende de factores biológicos, genéticos y externos que aumentan la sensibilidad.

Entre los principales se encuentran los factores fisiológicos, de frecuencia, cantidad, ambientales y fisiopatológicos, ya que aumentan la habilidad del fluoruro en todo el cuerpo.

El principal factor en el desarrollo de la fluorosis dental es la cantidad de fluoruro en el agua.

El fluoruro induce los cambios del esmalte durante la etapa de erupción, este en bajas concentraciones pero en periodos de ingestión largos y prolongados desarrolla la porosidad del esmalte o hipomineralización.<sup>51</sup>

Los cambios se distribuyen simétricamente en la cavidad oral. El grado de severidad se acerca a la etapa de vida en la cual se forman y mineralizan los dientes dependiendo de la cantidad de fluoruro contenida en las fuentes de agua donde residen.<sup>52</sup>

Puede especularse que el fluoruro afecta en la maduración de los ameloblastos por influencia de la habilidad de este para remover proteína y agua del esmalte e interferir con la capacidad ameloblástica para producir enzimas proteolíticas necesarias para iniciar el rompimiento amelogénico.<sup>53</sup>

La evidencia clínica ha demostrado que el primer signo de el consumo excesivo de fluoruros es la fluorosis dental.

Existe preocupación acerca del control de las dosis del fluoruro, ya que su exceso puede relacionarse con la aparición de manchas en los dientes. Esto suele ocurrir en las comunidades donde hay una mayor proporción de fluoruro en el agua potable. Tales manchas se asocian a la fijación de este elemento a la matriz producida por los ameloblastos durante la formación de las coronas dentarias. Esta alteración vez afecta a los incisivos de la dentición primaria, por lo que el periodo de peligro es entonces desde el nacimiento hasta los 5 años de edad, época en que termina la formación de las coronas.<sup>54</sup>

CUADRO 2 Las manifestaciones orgánicas provocadas por la ingesta crónica de flúor clasificadas por la OMS

CONCENTRACIÓN DE FLÚOR	MANIFESTACIONES CLÍNICAS
0.7- 1.2 ppm.	Fluorosis dental muy leve ( líneas blancas en la superficie del esmalte) afecta aproximadamente al 10% de la población.
2.0-4.0 ppm.	Fluorosis dental leve y moderada. Aproximadamente afecta al 25% de la población .
5.0-8.0 ppm.	Fluorosis dental moderada y severa. Afecta aproximadamente al 95% de la población. Osteoclerosis en 10% de la población.
20.0-48.0 ppm.	Fluorosis esquelética anquilosante
50.0-125.0 ppm.	Alteraciones tiroideas, renales y retraso en el crecimiento. <sup>55.</sup>

Las opacidades del esmalte pueden clasificarse en 3 categorías:

- 1) La fluorosis dental que es causada por la ingesta excesiva de fluoruro.
- 2) Las manchas que son causadas por medicamentos como la tetraciclina.
- 3) Las manchas ideopáticas (amelogénesis imperfecta) de las cuales la causa es desconocida o genética.

Microscópicamente en la fluorosis dental se observa una superficie porosa del esmalte, cuya extensión depende de la concentración de fluoruro involucrado al tiempo del desarrollo del diente<sup>56</sup>.

La causa exacta de la hipoplasia del esmalte no es clara, pero ha sido atribuida por varios investigadores como una alteración del metabolismo en una o en todas las fases de la formación del esmalte, alterando la actividad ameloblástica, interfiriendo con la nucleación cristalina o el crecimiento, o quizá por ausencia enzimática o factores de interrelación .

Clínicamente, los ángulos incisales y las cúspides de los dientes posteriores muestran una capa blanca. La configuración de las áreas blancas puede ir desde líneas pequeñas blancas hasta moteado blanco que se observan más

frecuentemente en los dientes incisivos maxilares. El siguiente nivel es la presencia de manchas más oscuras hasta negras. Finalmente aparecen pequeños orificios de 1 a 2mm, por lo que la superficie del esmalte cambia por fractura. No hay evidencia de que aplicaciones sistémicas o tópicas después de la maduración del esmalte causen fluorosis dental<sup>57</sup>.

La conexión que existe entre el metabolismo del fluoruro y el hueso provienen de los siguientes factores:

- 1) El número de osteoblastos se incrementan en la presencia de fluoruro.
- 2) El nivel de formación de hueso se incrementa y la actividad de la fosfatasa alcalina esquelética disminuye<sup>58</sup>.

La fluorosis dental muchas veces es causada por la presencia excesiva de fluoruro en el agua, para evitar esto se realiza un procedimiento llamado defluoruración del agua que se encarga de remover la cantidad excesiva de fluoruro de las fuentes naturales de agua. Ya conociendo que 1ppm es la cantidad máxima establecida para el agua natural de consumo.

La defluoruración del agua se realiza mediante ósmosis inversa por métodos químicos, para precipitar el fluoruro o absorberlo. Los químicos usados son óxido de calcio (lima), componentes de magnesio (dolomita) y sulfato de aluminio (aluminio)<sup>59</sup>.

### **3.7.1 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PRESENCIA DE FLUORORSIS**

#### **A) ALTITUDES ELEVADAS**

Vivir a gran altitud se encuentra asociado con una compensación incompleta respiratoria, una alcalosis crónica que causa una estimulación hipóxica del centro respiratorio, debido al incremento del pH urinario, los sujetos que residen en altitudes elevadas pueden excretar más fluoruro que los que viven en altitudes bajas. Por lo que será menor la presencia de fluorosis.<sup>60</sup>

Los defectos del esmalte que se observan pueden ser resultado de la hipoxia presentada a grandes alturas o debido a uno de los múltiples efectos fisiológicos.

Donde se incluye la alteración del crecimiento y desarrollo, los estados ácido-

base, el balance hormonal, el hematocrito, la hemodinámica y la función renal y cardiovascular.

Por ello es importante definir:

- 1.- la relación entre la altitud y el metabolismo y los efectos del fluoruro.
- 2.- Los efectos de la hipoxia en el desarrollo de la fluorosis.

### **B) EFECTOS DE LA TEMPERATURA EN LA CONCENTRACIÓN DE FLÚOR EN EL AGUA**

El principal factor ambiental en la determinación de la concentración correcta de fluoruro en el agua es la medida anual de las temperaturas varias máximas.<sup>61</sup>

El efecto de la temperatura en el agua de consumo y por lo tanto en la cantidad de fluoruro presente representa un factor de riesgo en la presencia de fluorosis.<sup>62</sup>

### **3.8 TOXICOLOGÍA DEL FLUORURO**

Existen nuevos descubrimientos acerca del metabolismo y toxicidad de el fluoruro. La absorción gástrica, la distribución en los tejidos y la excreción renal del ión son influenciadas por la magnitud y la dirección del gradiente de pH entre los compartimentos corporales de fluidos adyacentes. Este mecanismo explica la distribución asimétrica de el fluoruro a través de las membranas celulares y la manipulación del gradiente pH transmembranoso.

El metabolismo comparativo y la toxicidad relativa del ión fluoruro y el monofluorofosfato se discute. Se concluye que la dosis tóxica probable (PTD) de fluoruro que requiere de hospitalización es de 5mg/kg de peso corporal. Se sabe que existen productos que exceden el PTD para niños.<sup>63</sup>

Los productos comerciales dentales que proporcionan fluoruro pueden ser tóxicos y hasta letales si no se utilizan correctamente. La dosis tóxica para adultos se encuentra entre 2.5 y 10g aproximadamente.

El fluoruro actúa de cuatro formas:

- 1) Cuando una concentración de sales de fluoruro contactan con la piel húmeda o la membrana mucosa, los ácidos hidrofúoricos causan una quemadura química.
- 2) Si un veneno protoplásmico actúa inhibiendo los sistemas enzimáticos.
- 3) Se une al calcio necesario para la acción nerviosa.
- 4) Ocorre hidropercalemia, contribuyendo a la cardiotoxicidad.

Cuando el polvo de fluoruro contacta la membrana mucosa o la piel húmeda, ocurre una lesión roja y con inflamación , y después puede ocurrir la ulceración y la necrosis .

La ingestión excesiva de fluoruro puede causar náusea y vómito. El vómito regularmente es causado por la formación del ácido hidrofúorico del ambiente ácido del estómago, causando daño a las células de la pared del estómago. Signos locales o generales de tetania muscular aparecen por la baja del calcio sanguíneo. Esto puede estar acompañado de dolor e inflamación abdominal. Finalmente, se intensifica la hipocalcemia e hipercalemia , y si la condición se agrava aparecen las tres C de muerte que son el coma , las convulsiones y las arritmias cardíacas. Generalmente, las personas con intoxicación de fluoruro mueren después de 4 horas, y si sobrevive más de cuatro horas el pronóstico es bueno.

La exposición constante a concentraciones altas de fluoruro puede causar fluorosis esquelética caracterizada por osteoclerosis, calcificación de los tendones y la aparición de múltiples exostosis.

Esto puede ocurrir por la ingesta larga del flúor que se encuentra naturalmente en algunas zonas del mundo donde las concentraciones llegan a 14ppm o más. Otro factor que incrementa la fluorosis del hueso son las altas temperaturas que incrementan los episodios de ingestión de agua, un consumo elevado de alimento, enfermedades nutricionales, y dietas bajas en calcio<sup>64</sup>.

Para niños de menos de 3 años puede ser letal la ingesta de 50 pastillas de flúor o 1.7 onzas de pasta dental<sup>65</sup>.

Recientes investigaciones han demostrado que el fluoruro a grandes dosis es tóxico y que puede hasta ser mortal para menores de 4 años<sup>66</sup>.

Otra controversia es que el fluoruro a altas concentraciones produce osteoporosis, ya que compite con el calcio<sup>67</sup>.

En un estudio reciente se comprobó que el fluoruro en concentraciones altas es genotóxico<sup>67</sup>.

En una investigación realizada en E.U.A. se encontró que una zona con una concentración en el agua de 4ppm había más prevalencia de fracturas<sup>68</sup>.

Una concentración de fluoruro en el agua de más de 4ppm es inapropiada ya

que incrementa el riesgo de fracturas de huesos, efectos en la capacidad reproductiva, sobre el riñón, estómago, el sistema inmunológico, así como su actividad genotóxica y carcinogénica<sup>69</sup>.

En un estudio realizado en E.U.A. la Food and Drug Administration encontró una relación entre la disminución de la fertilidad en mujeres de 10 a 49 años y el incremento del fluoruro<sup>70</sup>.

En Nueva Dheli se encontró que el fluoruro tiene efectos adversos sobre los niveles de testosterona circulantes en hombres con fluorosis esquelética<sup>71</sup>.

### 3.9 SUPLEMENTACIÓN DE FLUORURO SISTÉMICO INDIVIDUAL

#### 3.9.1 INGESTA DIETÉTICA RECOMENDADA

La cantidad de flúor que cubre las necesidades fisiológicas del organismo se denomina INGESTA DIETÉTICA RECOMENDADA (RDA), la cual, en el caso del flúor no está especificada por los comités internacionales, aunque se habla de una ingesta diaria segura para niños entre 0.1-0.5 mg de flúor al día y para adultos de 1.5 a 4 mg de flúor al día.

CUADRO 3 RECOMENDACIONES PARA EL USO DE SUPLEMENTOS FLUORURADOS SEGÚN LA EDAD EXPRESADAOS EN KG/DÍA.

EDAD	CANTIDAD DE FLUOR EN AGUA
De 0 a dos semanas de vida	0.3ppm a 0.7ppm
2 semanas a los 2 años	0.25mg.F/día
3 – 16 años	1.00mg. F/día 0.5mg.F/día

Fuente:Academia Americana de Pediatría, 1985.

CUADRO 4 CONSUMO DIARIO PARA ADULTOS DE SAL FLUORURADA EN SUIZA SEGÚN Marthaler

Ingesta muy baja	0.1 – 0.6mg. F/día
Ingesta baja	0.7 – 1.4 mg.F/día
Ingesta óptima	1.5 – 4.0 mg.F/día <sup>62</sup>

Para la administración de suplementos sistémicos fluorados (gotas, tabletas) se debe considerar fundamentalmente:

-La cantidad de flúor en el agua que consume la persona según la región donde vive.

-La edad, peso y estado fisiológico de la persona.

- Las medidas de fluoruración de amplia cobertura existentes a nivel salud pública..

### **3.9.2 SUPLEMENTACION DE FLUORURO**

La suplementación del fluoruro ha preocupado y es aún un tema de preocupación para todos los países. En principio por relacionarse a su efectividad en la eliminación de la caries y controversialmente por su capacidad en la producción de fluorosis. Por ende se busca la cantidad y medio óptimo para que surta su mejor efecto.

Los principales medios por los que se adquiere el fluoruro es la aplicación de flúor en el agua que no se encuentra en muchos países, pero en algunos de estos se observa una prevalencia de caries disminuida, pero una prevalencia de fluorosis elevada.

En 1974 se examinaron a niños entre 7 y 12 años que ingerían suplementos inmediatamente después de nacer y se encontró un control de la caries de 80%.<sup>72</sup>

La combinación de suplementos y flúor sistémico causa fluorosis.<sup>73</sup>

Debido a esto algunos países entre los que se encuentran Jamaica, Colombia, Costa Rica, y México han implementado la fluoruración como medida alternativa y la dosis usada óptima es de 250 ppm. en la prevención de la caries.<sup>74</sup>

Debido a la importancia que tiene la sal en la ocurrencia de enfermedades como la hipertensión y las enfermedades del corazón la ingesta de esta puede verse disminuida y variada.<sup>75</sup>

### **3.10 METODOS DE FLUORURO APROPIADOS**

Los suplementos tópicos de fluoruro benefician a los niños en donde no existe algún método sistémico de fluoruro. Sin embargo, la cantidad de fluoruro ingerido varía entre los individuos y se encuentra en relación directa con la edad, peso, y la cantidad de ingesta.

Debido a esto pueden ser tóxicas para los menores de 6 años, y la combinación de suplementación tópica y los métodos sistémicos puede causar fluorosis lo que se presenta en contraposición en algunos países donde la combinación de estos ha sido satisfactoria.<sup>76</sup>

En una comunidad que tiene fluoruro sistémico, existen otras fuentes de aplicación tópica como los son los suplementos, que pueden presentarse en vitaminas, pastas, enjuagues, geles, etc...

La prevalencia de caries se ha visto disminuida debido a la implementación de fluoruro en muchos países.<sup>77</sup>

La leche humana y bovina contienen de 1-6 mmol de f/litro y se absorbe el 70%.<sup>78</sup>

## IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Es bien sabido que las fuentes de adquisición de fluoruro a nivel sistémico son de diferente orden como también de diferente contenido de fluoruro en el agua de consumo.

El desconocimiento de la concentración de este elemento en aguas potables aunado a las fuentes de fluoruro oculto como los antes mencionados, es un grave factor de riesgo para la presencia de fluorosis dental en los casos menos graves y de fluorosis ósea en casos severos.

Ahora bien, esto también sucede si hablamos de caries dental, en razón a que el desconocimiento de las concentraciones de fluoruro disuelto en agua limitan los programas de adición de fluoruro con miras a prevenir la caries dental.

Otro hecho trascendental es que es limitada la información oficial actualizada sobre determinaciones de las diferentes concentraciones en agua, así como la explicación de la técnica usada para la determinación, por lo tanto,

¿Qué estados de la República presentan concentraciones elevadas de la terapéutica?

¿Cuál es la concentración promedio de fluoruro por municipios en cada estado?

¿Cuál es la concentración promedio de fluoruro en el agua de consumo considerados como endémicos de fluorosis dental?

## V. JUSTIFICACION

La recomendación de la no distribución de sal fluorada, aguas embotelladas con fluoruro, pastas dentales y suplementos dietéticos con fluoruro, así como toda una campaña de promoción de la salud que informe a la población sobre los riesgos y beneficios de los fluoruros, solo se podrá realizar bajo el sustento del conocimiento de las concentraciones reales en las comunidades de los diferentes estados de nuestro país.

Conocer las concentraciones promedio de fluoruro disuelto en agua, también permitirá la toma de decisión ante la necesidad de fluorar acueductos en cualquier estado, teniendo en cuenta, la prevalencia de caries, la altitud y el clima de la población que recibirá este riesgo.

Así mismo, el conocer la información antes mencionada y la técnica utilizada se traducirá en la actualización del inventario de aguas en la República Mexicana.

## VI. OBJETIVOS

### GENERAL -

Determinar la concentración de flúor en las fuentes de agua potable de Chihuahua, Distrito Federal, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Nuevo León, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tlaxcala y Zacatecas.

### ESPECIFICOS -

Identificar las comunidades que se encuentran en riesgo de fluorosis.

Identificar las comunidades que deberían de entrar al programa de fluoración de la sal y cuales no deberían.

## VII. METODOLOGIA

Para la toma de muestras :

-Fueron necesarias las muestras de agua correspondiente a cada una de las fuentes de abastecimiento de los 12 estados de la República Mexicana, que se tomaron del pozo, noria o manantial, correspondientes a cada localidad pertenecientes al municipio de cada estado , las que se depositaron en contenedores de polietileno, para su transporte, se necesitó un medio que las conservó refrigeradas , ya que se realizó el análisis de agua fresca con cantidades bajas de minerales y previo destilado.

### **Métodos por los cuales se analizaron las muestras:**

- Se analizaron las muestras por el método del electrodo selectivo de fluoruro que tiene un excelente funcionamiento y rapidez. La selectividad del electrodo esta basada en las propiedades de la membrana de economizar los cristales simples solubles del fluoruro de lanthano, praseodinio y neodinio. Este proporciona una respuesta electroquímica que es proporcional para la actividad ión flúor de la muestra.

El electrodo selectivo del fluoruro se usa para determinar la cantidad de fluoruro en el agua potable, fuentes industriales, aguas marítimas, aire, aerosoles, suelos, minerales, orina, suero, plasma, plantas y otros materiales biológicos. Pueden medirse muestras menores a 10ml.

Los resultados fueron realizados por agrupados y graficados por medio del programa Excell.

### **7.1 TIPO DE ESTUDIO**

Observacional, Descriptivo y Transversal.

**7.2 POBLACION DE ESTUDIO** Los 29 estados y municipios de la República Mexicana.

### **7.3 MUESTRA.**

Los 12 estados y municipios mencionados antes pertenecientes a los municipios de cada estado donde existan fuentes de agua

### **7.4 CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

Muestras tomadas de las fuentes de agua potable de las localidades pertenecientes a los municipios de Chihuahua, Distrito Federal, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Nuevo León, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sonora, Tlaxcala y Zacatecas.

### **7.5 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

Las muestras de agua de las fuentes de agua potable de los estados restantes del país.

Las muestras defectuosas.

Las muestras contaminadas.

## VIII. RESULTADOS

En el presente estudio se clasificaron los resultados obtenidos como concentraciones de fluoruro en el agua de consumo público de:

- Baja que corresponden a las concetraciones de 0 a 0.39 ppm.
- Media que corresponde a las concentraciones de 0.4 a 0.69 ppm.
- Óptima que corresponde a las concentraciones de 0.7 a 1 ppm.
- Alta que corresponde a las concentraciones mayores de 1 ppm.

**CUADRO 5. RESULTADOS OBTENIDOS DE LA PRUEBA DE DETERMINACIÓN DE FLUORURO PROMEDIO Y CLASIFICACIÓN.**

ESTADO	Concentración promedio de fluoruro	Clasificación
CHIHUAHUA	0.78 ppm.	OPTIMA
DISTRITO FEDERAL	0.3 ppm	BAJA
GUANAJUATO	0.92 ppm	OPTIMA
HIDALGO	1.14 ppm	ALTA
JALISCO	1.14 ppm	ALTA
NUEVO LEÓN	Menor a 1ppm	MEDIA
PUEBLA	0.9 ppm	OPTIMA
QUERETARO	0.86 ppm	OPTIMA
SAN LUIS POTOSÍ	1ppm	OPTIMA
SONORA	0.76ppm	OPTIMA
TLAXCALA	0.4ppm	BAJA
ZACATECAS	0.94ppm	OPTIMA

Se observa que el Distrito federal y Tlaxcala presentan concentraciones bajas.

Que nuevo león presenta una concertación media

Chihuahua, Guanajuato, Puebla, Queretaro, San Luis Potosí, Sonora y Zacatecas presenta una concentración óptima .

Jalisco e Hidalgo presentan concentraciones altas.

MAPA 1. PROMEDIO DE LAS CONCENTRACIONES DE FLUORURO EN LAS FUENTES DE AGUA POTABLE POR ESTADO

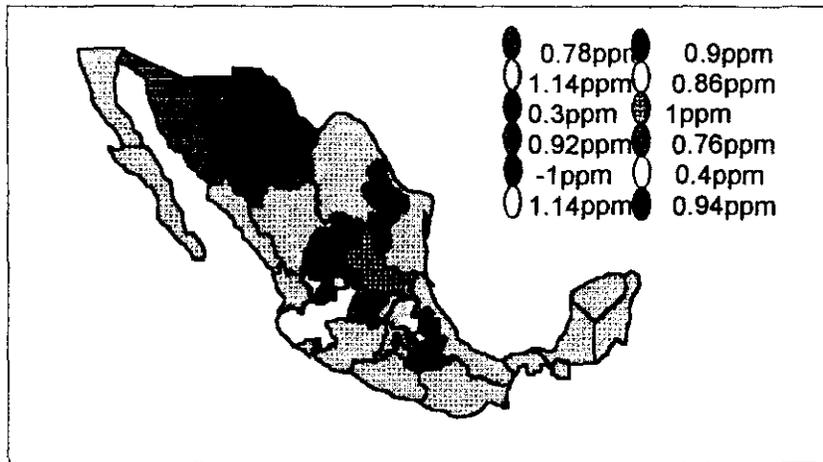
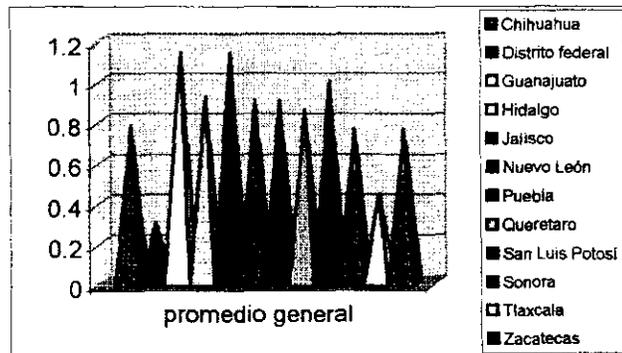


GRAFICO 1. PROMEDIO DE LA CONCETRACIÓN DE FLURURO POR ESTADO



MAPA 2. PROMEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE FLUORURO DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO CON CONCENTRACIÓN BAJA DE 0.0 A 0.39 PPM.

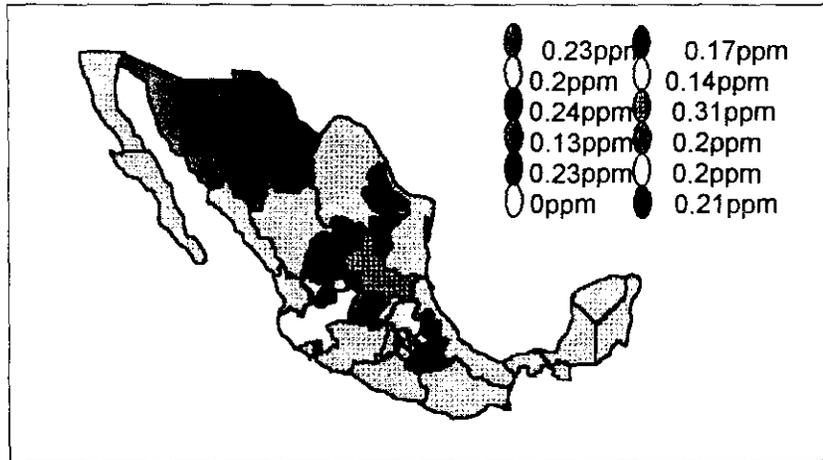
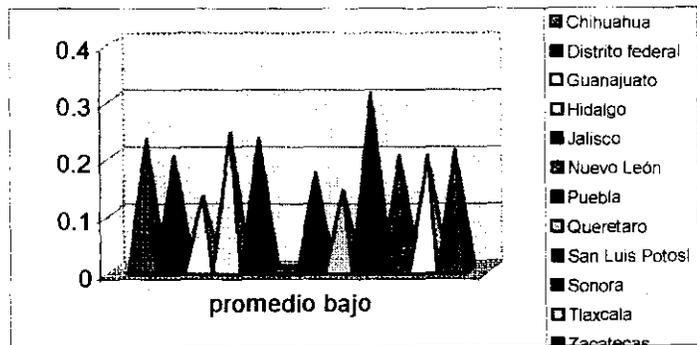


GRAFICO 2. PROMEDIO BAJO DE LA CONCENTRACIÓN DE FLURURO POR ESTADO.



MAPA 3 PROMEDIO DE LAS CONCENTRACIONES DE FLUORURO EN LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO CON CONCENTRACIÓN MEDIA DE 0.4 a 0.69 ppm

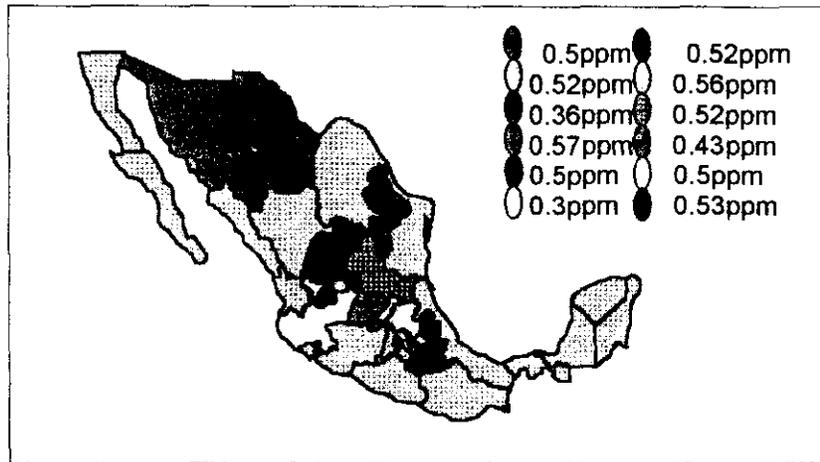
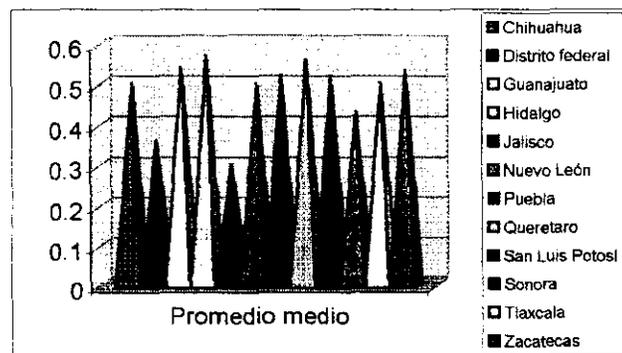


GRAFICO 3. PROMEDIO DE LAS CONCENTRACIÓN MEDIA DE FLUORURO



MAPA 4. PROMEDIO DE LAS CONCENTRACIONES DE FLUORURO EN LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO CON CONCENTRACIÓN ÓPTIMA DE 0.7 a 1ppm

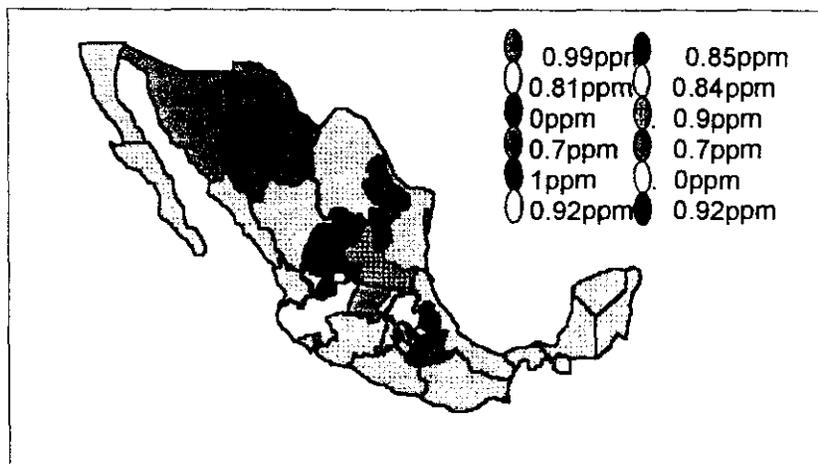
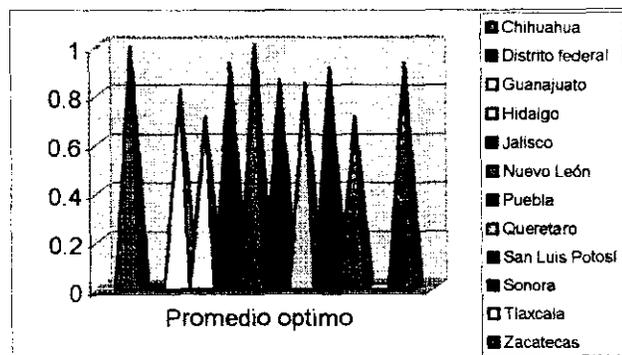


GRAFICO 4. PROMEDIO DE LAS CONCENTRACIONES DE FLUORURO CON CONCENTRACIÓN ÓPTIMA



MAPA 5 PROMEDIO DE LAS CONCENTRACIONES DE FLUORURO EN LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO CON CONCENTRACIÓN ALTA MAYOR DE 1 ppm

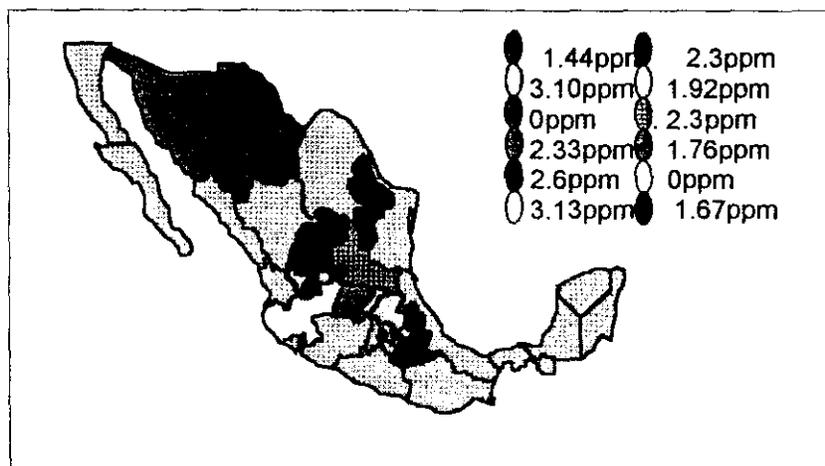
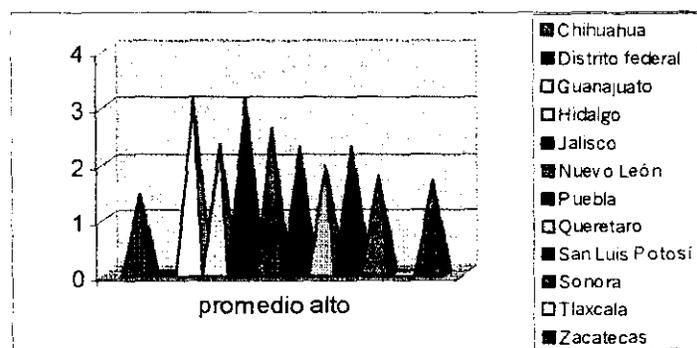


GRAFICO 5. PROMEDIO DE LAS CONCENTRACIONES DE FLUORURO CON CONCENTRACIÓN ALTA



Ahora bien, de los estados relacionados se muestrearon algunos municipios

**CUADRO 6. CONCENTRACIÓN MÍNIMA, MÁXIMA Y PROMEDIO DE IÓN FLUORURO DISUELTO EN EL AGUA DE CONSUMO PÚBLICA DE 12 ESTADOS DE LA REPÚBLICA MEXICANA. 1999.**

ESTADO	MUNICIPIOS MUESTREADOS	CONCENTRACION MÍNIMA	CONCENTRACION MÁXIMA	X	CLASIFICACIÓN
CHIHUAHUA	15	0.1ppm	1.6ppm	0.78 ppm.	MEDIA
DISTRITO FEDERAL	16	0.1ppm	0.43ppm	0.3 ppm	BAJA
GUANAJUAO	8	0ppm	3.9ppm	0.92 ppm	MEDIA
HIDALGO	23	0ppm	6.1ppm	1.14 ppm	ALTA
JALISCO	30	0.17ppm	9.4ppm	1.14 ppm	ALTA
NUEVO LEÓN	26	Menor a 1ppm	3ppm		MEDIA
PUEBLA	169	0.02ppm	4.3ppm	0.9 ppm	MEDIA
QUERETARO	6	0ppm	3ppm	0.86 ppm	MEDIA
SAN LUIS POTOSÍ	10	0.05ppm	3.73ppm	1ppm	OPTIMA
SONORA	70	0ppm	6.19ppm		
TLAXCALA	19	0.39ppm	0.69ppm		BAJA
ZACATECAS	22	0ppm	2.16ppm		

Fuente directa

MAPA 6 TOTAL DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO POR ESTADO

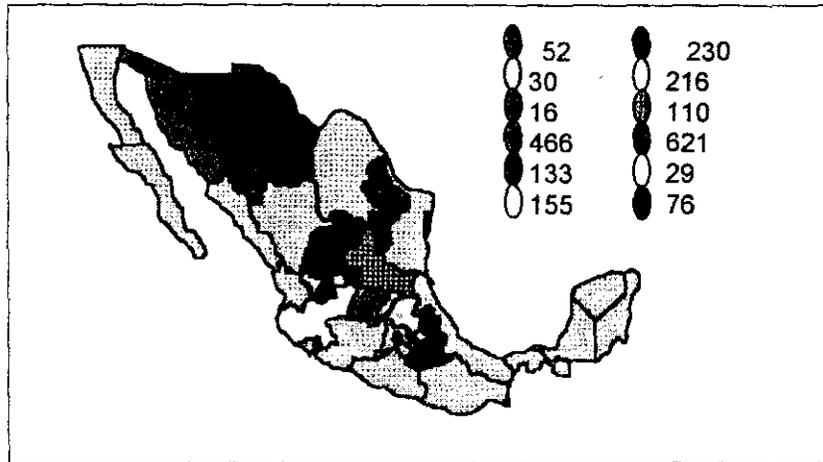
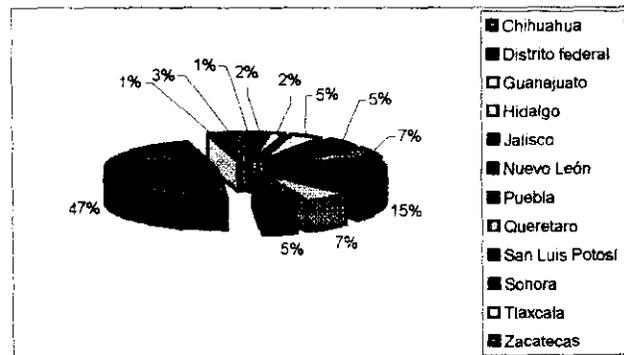


GRAFICO 6. NÚMERO DE FUENTES DE ABASTECIMIENTO TOTAL



MAPA 7 NUMERO DE FUENTES DE ABASTECIMIENTO CON CONCENTRACIÓN BAJA  
DE 0 a 0.39ppm

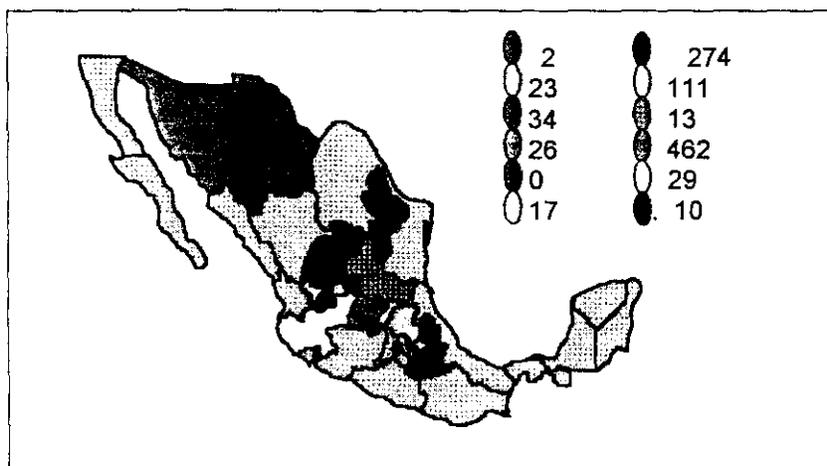
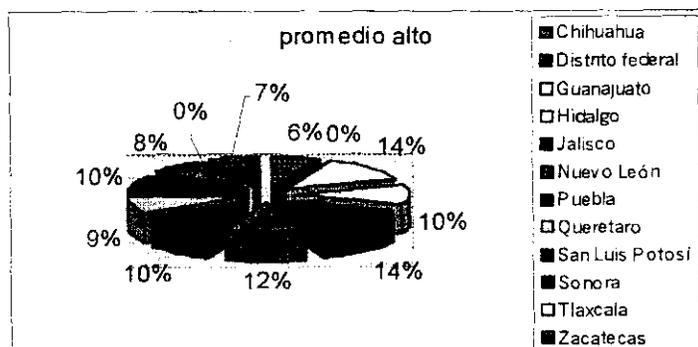


GRAFICO 7. NÚMERO DE FUENTES DE ABASTECIMIENTO CON CONCENTRACIÓN BAJA



CUADRO 8 NUMERO DE FUENTES DE ABASTECIMIENTO CON CONCENTRACIÓN MEDIA

DE 0.4 a 0.69 ppm

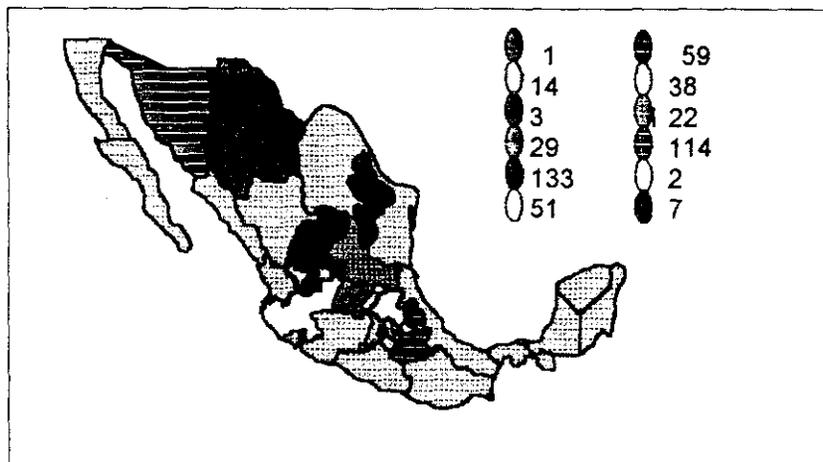
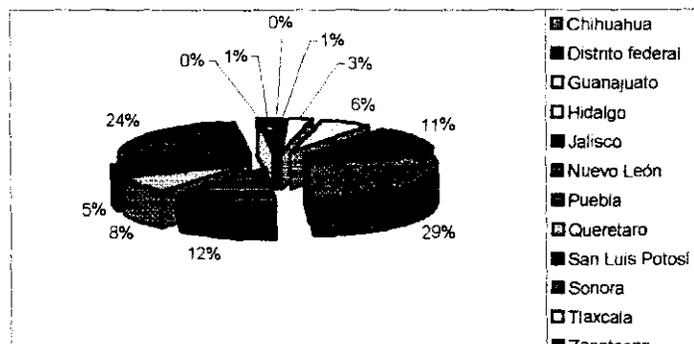


GRAFICO 8. NÚMERO DE FUENTES DE ABASTECIMIENTO CON CONCENTRACIÓN MEDIA



CUADRO 9 NUMERO DE FUENTES DE ABASTECIMIENTO CON CONCENTRACIÓN OPTIMA

DE 0.7ª 1ppm

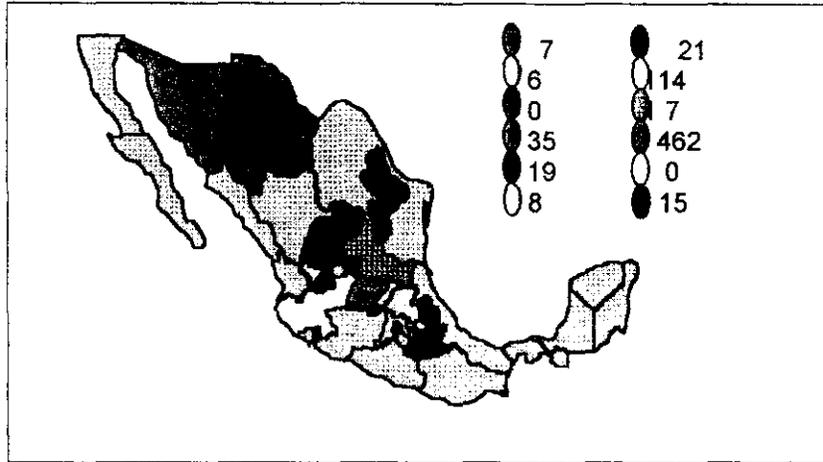
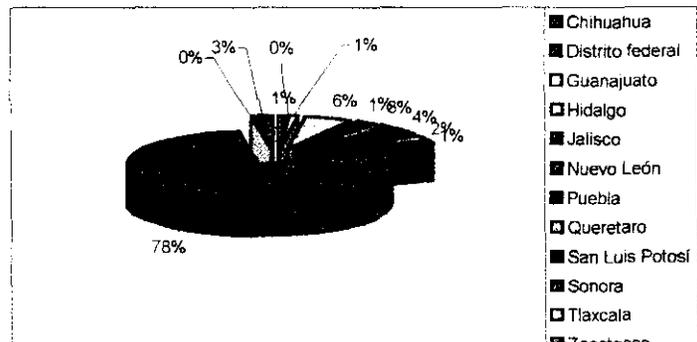


GRAFICO 9. NÚMERO DE FUENTES DE ABASTECIMIENTO CON CONCENTRACIÓN OPTIMA.



CUADRO 10 NUMERO DE FUENTES DE ABASTECIMIENTO CON CONCERTACIÓN ALTA MAYOR DE 1ppm.

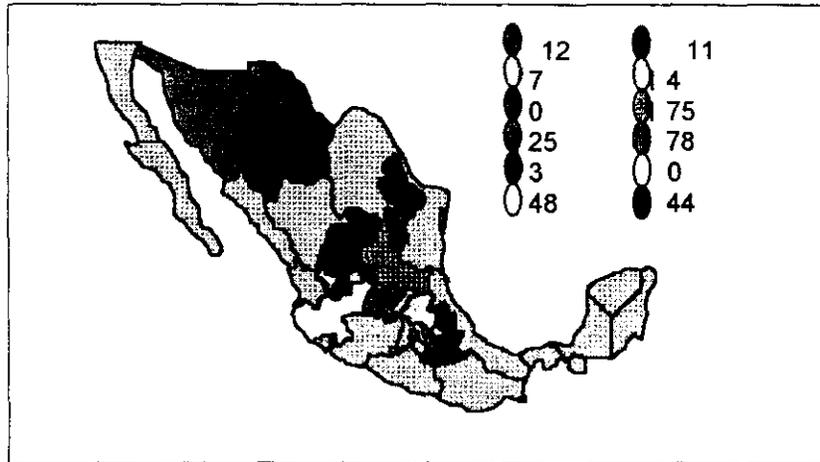
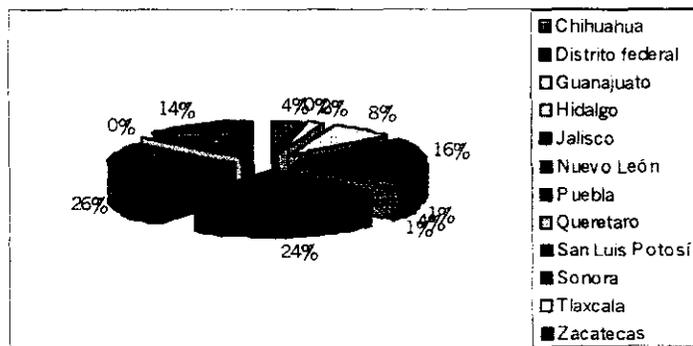


GRAFICO 10. NÚMERO DE FUENTES DE ABASTECIMIENTO CON CONCENTRACIÓN ALTA.



## RESULTADOS POR ESTADO

GRAFICO 11 CONCENTRACIONES

GRAFICO 12 FUENTES

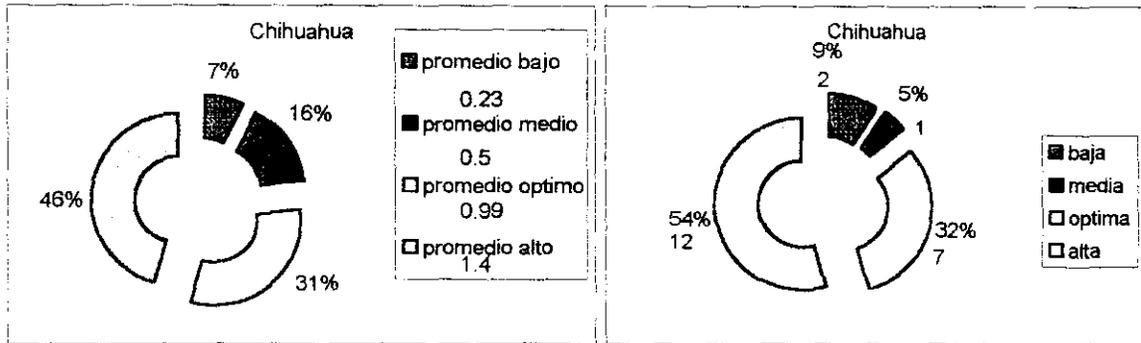


GRAFICO 13 CONCENTRACIONES

GRAFICO 14 FUENTES

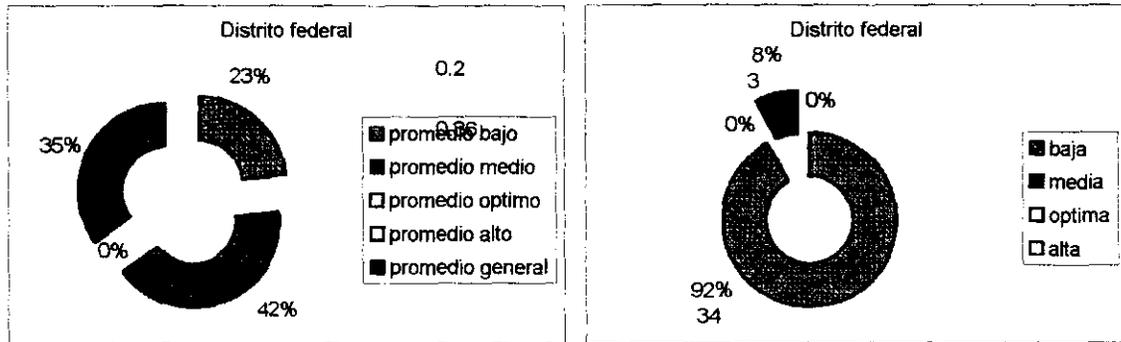


GRAFICO 15 CONCENTRACIONES

GRAFICO 16 FUENTES

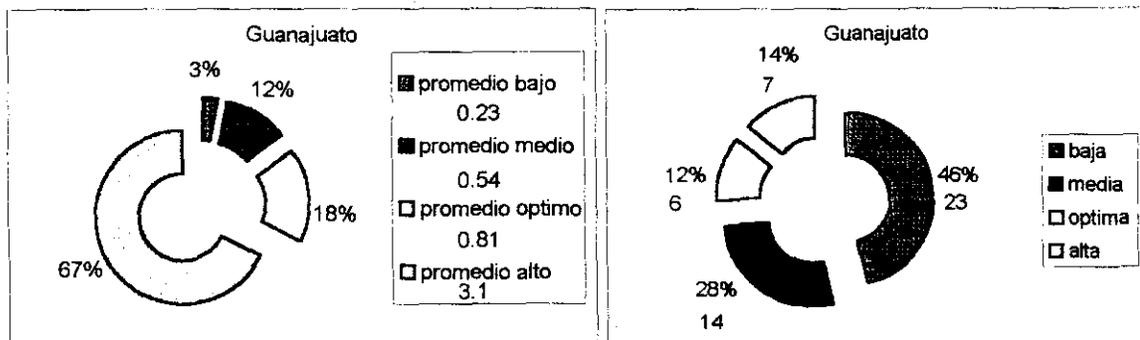


GRAFICO 17 CONCENTRACIONES

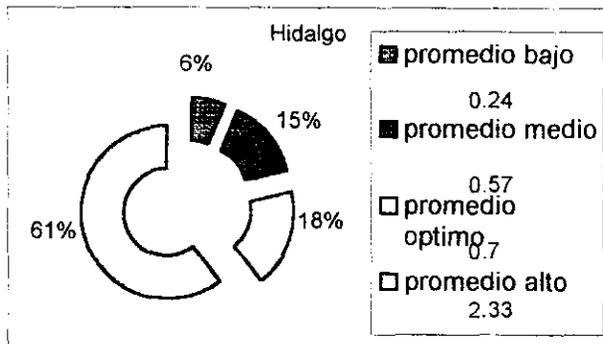


GRAFICO 18 FUENTES

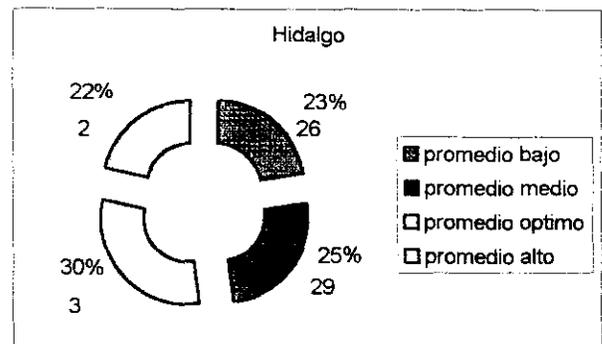


GRAFICO 19 CONCENTRACIONES

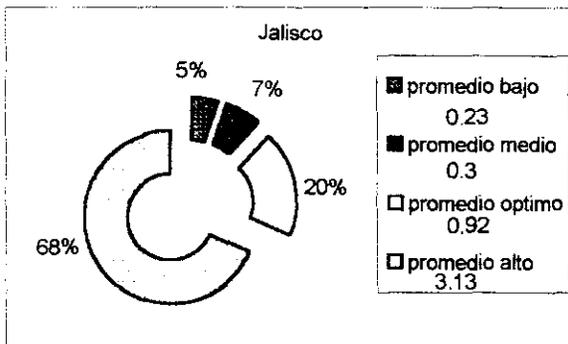


GRAFICO 20 FUENTES

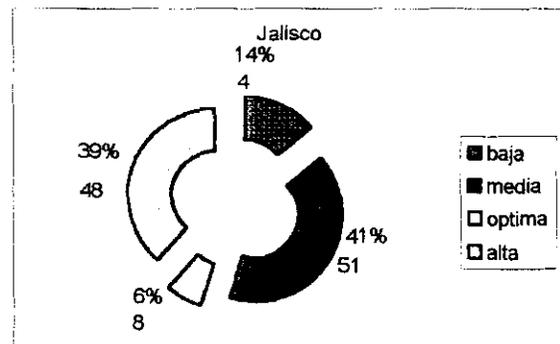


GRAFICO 21 CONCENTRACIONES

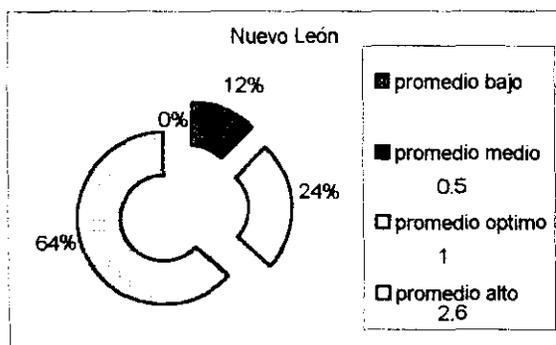


GRAFICO 22 FUENTES

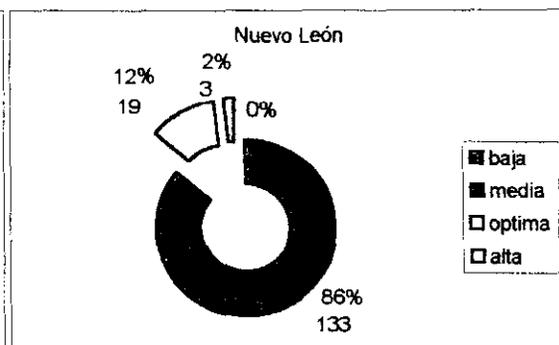


GRAFICO 23 CONCENTRACIONES

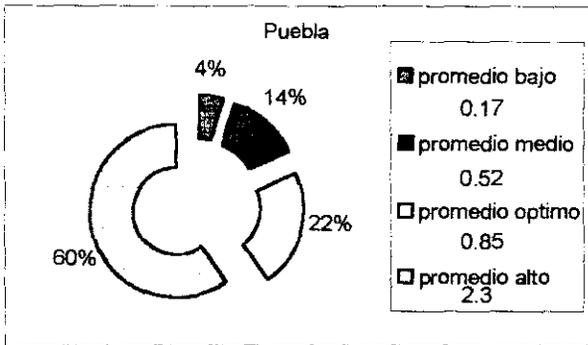


GRAFICO 24 FUENTES

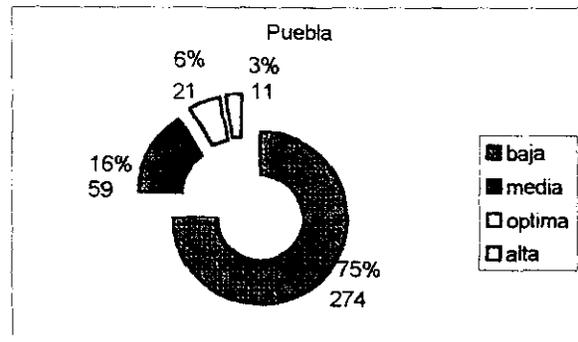


GRAFICO 25 CONCENTRACIONES

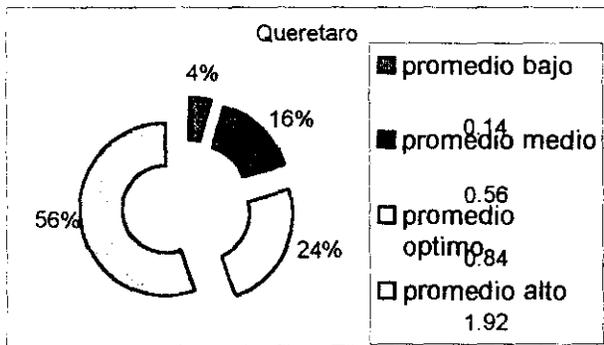


GRAFICO 26 FUENTES

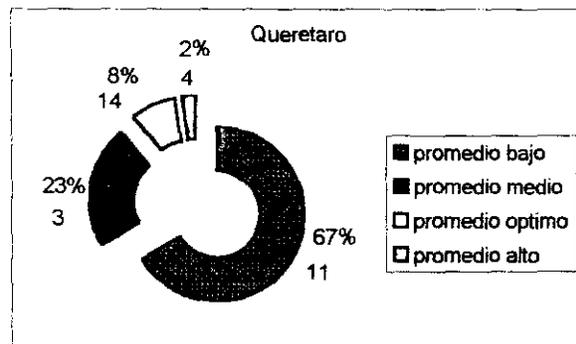


GRAFICO 27 CONCENTRACIONES

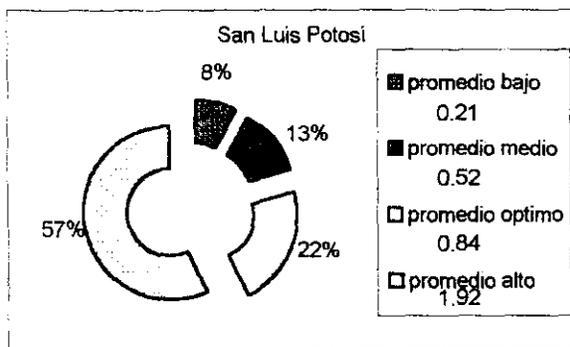


GRAFICO 28 FUENTES

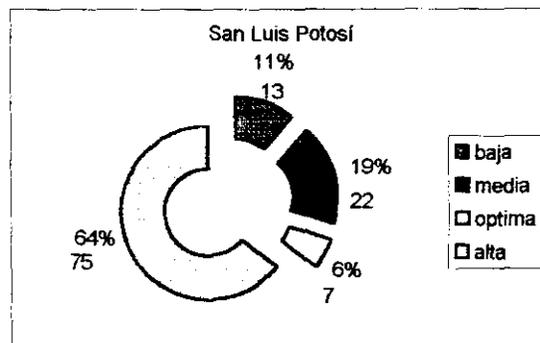


GRAFICO 29 CONCENTRACIONES

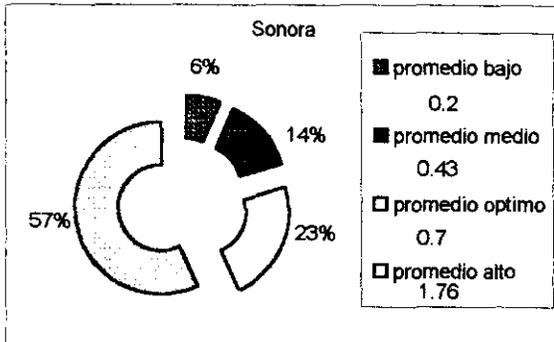


GRAFICO 30 FUENTES

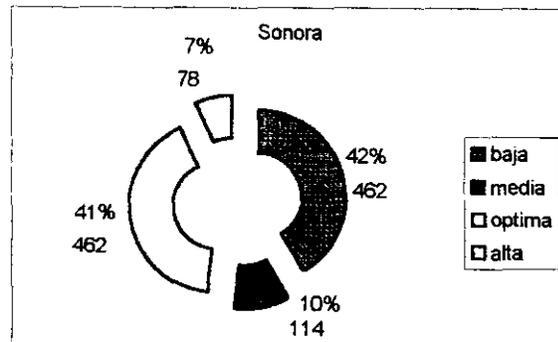


GRAFICO 31 COCENTRACIONES

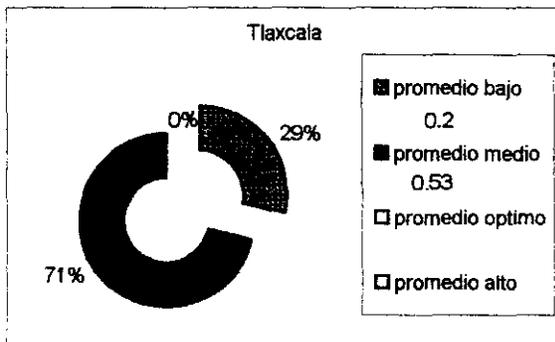


GRAFICO 32 FUENTES

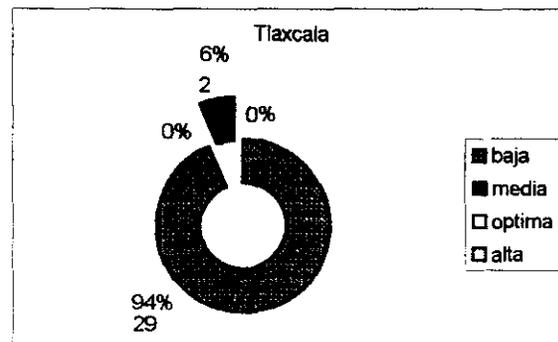


GRAFICO 33 CONCENTRACIONES

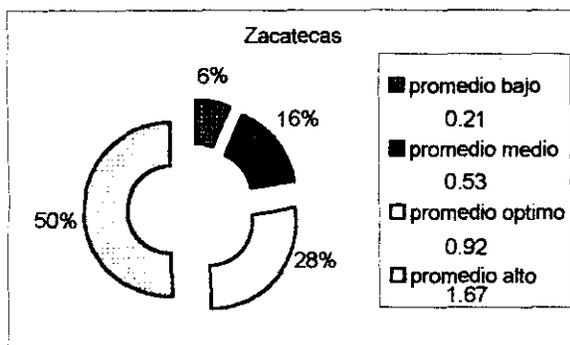
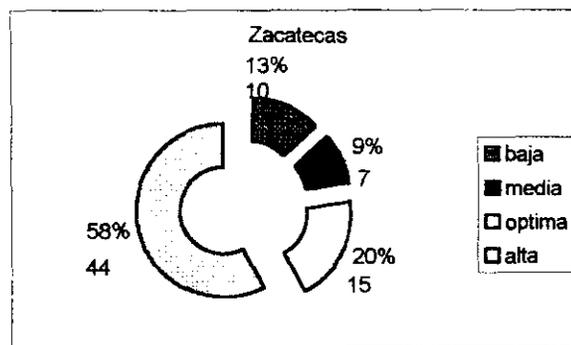


GRAFICO 34 FUENTES



## IX. DISCUSION

De acuerdo a la consideración de que el nivel de fluoruro depende también de la temperatura y altitud del área geográfica, podemos observar que nuestros resultados se encuentran relacionados a este factor.<sup>60</sup>

En controversia con Irigoyen que encontró una concentración de fluoruro DE 2.8ppm., nosotros encontramos una concentración promedio para la delegación Coyoacan de 0.23ppm., que corresponden a una concentración baja de fluoruro en las fuentes de agua potable.

En el estudio realizado en San Luis Potosí se encontró que algunas zonas registraban niveles de fluoruro mayores a las 2 ppm. en las fuentes de agua potable<sup>14</sup>, lo que coincide con nuestro estudio, ya que este, contiene las concentraciones mas elevadas de fluoruro en el agua potable en nuestro estudio.

La concertación de flúoruro que se encuentra naturalmente en algunas zonas del mundo puede tener concentraciones casi de 14 ppm. o más, datos que corresponden a algunas zonas en nuestro país<sup>15</sup>.

Lo encontrado en el departamento de medicina de la Universidad de Oklahoma donde se reportó un caso de compresión espinal y osteoclorosis vertebral causada por intoxicación de fluoruro en un inmigrante Mexicano, nos habla de concentraciones altas localizadas en zonas de nuestro país que causan alteraciones, lo que indica una relación directa con los resultados obtenidos en el presente estudio.

La relación que tienen la temperatura sobre el agua de consumo y por lo tanto en la cantidad de fluoruro presente se relaciona a los resultados de algunos estados que poseen características climáticas específicas.<sup>26</sup>

Los resultados encontrados en San Luis Potosí concuerdan con los nuestros al encontrarse concentraciones de 0.33 hasta 6.9 ppm. de fluoruro, mayores a las 2 ppm. en las fuentes de agua potable<sup>28</sup>.

Es verdad que el fluoruro es tomado directamente de los suministros del agua pública que pueden ser una o varias fuentes, como lo observamos en nuestro estudio donde puede provenir de un lago, manantial, pozo, etc..<sup>29</sup>

En contraposición con el estudio piloto realizado en Vorarlberg, Alemania para determinar la concentración del fluoruro en el agua potable, la cual tenía niveles muy bajos; en nuestro país se encuentran zonas altas, óptimas y bajas de fluoruro, por lo que no podemos hablar de una concentración media, ya que cada zona corresponde a características geográficas distintas y nuestro territorio es mucho más grande.<sup>30</sup>

## X. CONCLUSIONES

Puede ser que las concentraciones altas, medias y bajas encontradas en los 12 estados de la República Mexicana se vean incrementadas o disminuidas en cada uno de los individuos debido a que las concentraciones de fluoruro presente en los fluidos y en la placa dental, varían según la presencia de este en la saliva, algunos alimentos, líquidos de la dieta y por agentes terapéuticos tópicos.<sup>21</sup>

Una pauta importante de este estudio es que nos muestra un panorama general de las concentraciones del fluoruro que nos ayudaran en investigaciones posteriores sobre la prevalencia de caries y/o fluorosis en zonas con concentraciones altas o bajas y como estas afectan a cada individuo. Como la evidencia encontrada recientemente en una comunidad no Mexicana, que demuestra que las muestras de placa de niños que residen en un área de 53mmol/L de F en el agua tienen una concentración mayor de F en comparación con las muestras de niños que viven en un área sin fluoruro.<sup>25</sup>

En las zonas donde las concentraciones son óptimas y altas de fluoruro puede ser que la prevalencia de caries menor que en las que zonas donde las concentraciones son bajas ya que existe una relación inversa entre el fluoruro en la placa y la prevalencia de caries.<sup>26</sup>

Es importante que en los lugares donde las concentraciones son bajas se incrementen las formas de aplicación y frecuencia de fluoruro, ya sea sistémicamente o tópica, debido a que presentara una prevalencia mayor de caries debido a que la placa de streptococcus mutans no es reducida por el fluoruro del esmalte después de una aplicación tópica.<sup>28</sup>

Debe tomarse a consideración que la frecuencia no influye directamente en la resistencia de los streptococcus mutans al fluoruro.<sup>31</sup>

El fluoruro es muy importante en los menores ya que se incorporará durante el desarrollo del esmalte formando un cristal de fluoroapatita que es mas acidorresistente.<sup>32</sup>

Ya que la exposición excesiva de fluoruro durante el desarrollo dental causa fluorosis es importante determinar los riesgos que pueden tener las personas que residen en comunidades con cantidades de fluoruro altas en sus fuentes de agua potable, tomando en cuenta también los factores

biológicos, genéticos y externos que aumentan la a que aumentan la susceptibilidad, además de que el factor principal durante el desarrollo de la fluorosis dental es la cantidad de fluoruro en el agua.<sup>30</sup>

Las zonas donde existen concentraciones elevadas se encontrarán en riesgo mayor de presentar fluorosis ya que el fluoruro induce los cambios del esmalte durante la etapa de erupción, este en bajas concentraciones pero en periodos de aplicación largos y prolongados desarrolla la porosidad del esmalte o hipomineralización.<sup>33</sup>

La cantidad de fluoruro contenida en las fuentes de agua y el tiempo de exposición de esta en las zonas donde reside cada individuo se encuentra directamente relacionada a la presencia de fluorosis.<sup>34</sup>

La altitud es un factor importante para tomarse en cuenta durante el establecimiento de las concentraciones adecuadas de fluoruro para cada zona geográfica que se encontrará asociada a la prevalencia de fluorosis.<sup>46</sup>

El principal factor ambiental en la determinación de la concentración correcta de fluoruro en el agua es la medida anual de las temperaturas.<sup>47</sup>

El efecto de las diferencias de la temperatura de cada zona geográfica en relación a sus concentraciones en el agua de consumo puede incrementar o disminuir la presencia de fluorosis.<sup>48</sup>

Ya que la exposición excesiva de F durante el desarrollo dental causa fluorosis es importante determinar los riesgos que pueden tener las personas que residen en comunidades con cantidades de fluoruro altas en sus fuentes de agua potable, tomando en cuenta también los factores biológicos, genéticos y externos que aumentan la a que aumentan la susceptibilidad, además de que el factor principal durante el desarrollo de la fluorosis dental es la cantidad de fluoruro en el agua.<sup>30</sup>

Las medidas preventivas del fluoruro se ven incrementadas en los individuos mas pequeños a concentraciones adecuadas, por lo que es importante establecer las medidas necesarias para implementarlas ya que se puede lograr erradicar la caries hasta en un 80%.<sup>63</sup>

Otro tema importante es que en las zonas donde se cuenta con concentraciones altas se utilizan también la combinación de suplementos de fluoruro lo que incrementa la prevalencia de fluorosis.<sup>64</sup>

En México se cuenta con la dosis óptima de fluoruro en sal.<sup>66</sup>

Debido a la importancia que tiene la sal en la ocurrencia de enfermedades como la hipertensión y las enfermedades del corazón la ingesta de esta puede verse disminuida y variada.<sup>67</sup>

Debe tomarse especial atención a la zonas donde las concentraciones son elevadas, ya que pueden ser tóxicas para los menores de 6 años.<sup>68</sup> Tomando en consideración que se cuenta con otros medios de adquisición de fluoruro importantes, como son la leche humana y bovina que contienen de 1-6 mmol de f/litro<sup>65</sup>

La combinación de suplementación tópica en las zonas donde existen concentraciones altas u óptimas pueden representar un riesgo en la presencia de fluorosis.<sup>69</sup> En contraposición en algunos países la combinación de estos ha sido satisfactoria.

La determinación de las concentraciones de fluoruro se encuentran relacionadas al establecimiento de un óptimo plan de salud bucal, que beneficie a cada estado y mejore las condiciones bucales de cada individuo.

## XI. BIBLIOGRAFIA

- 1.- MSC. PhD J. Portilla, ME Pinzón, y colaboradores. Manual sobre el uso de fluoruros. Secretaria de salud. 1998
- 2.- Fluorine and Fluorides. Environmental Health criteria 36. World Health Org. Geneva 1984
- 3.- Mc Clure. F.J., Ed. 1962 Fluoride drinking Waters, Bethesda: National institute of dental research. Pp2-195.
- 4.- Citado en el Manual Toxicología del fluoruro. S.A. México 1998. MSC. Ph. Portilla, ME Pinzón y colaboradores.
- 5.- Banks, R.E., & Goldwhite, H. Fluorine chemistry. in Smith, F.A., ed Handbook of experimental farmacology, New York. Springer-Verlag, vol. 20, part 1, 608 pp.
- 6.- Levy SM, Kiristy MC, Warren JJ. Sources of fluoride intake in Children. J Public Health Dent 1995;55 (1):39-52.
- 7.- Melberg, J.R. et al; Fluoride in preventive dentistry; Chicago Quintessence pp. 2-219.
- 8.- Marthaler T.M. preventive salt fluoridation, Helv. Odontol. 27:39-56.
- 9.- Whitford GM Fluoride in dental products: Safety considerations. J Dent Res. 1987;66: 1056-1060.
- 10.- US Department of Health and Human Services. Washington, DC:US Government Printing office; August 1994.
- 11.- US Department of Health and Human Services, Public Health Service. Surgeon General statement on comunity. Washington, DC; December, 14, 1995.
- 12.- Richards et al. Dental fluorosis developed in postsecretory enamel. J Den Res 1990, 69: 1466- 71.
- 13.- Irigoyen ME; Molina N; Luengas I. prevalence and severity of dental fluorosis in a Mexican community with above-optimal fluoride concentration in drinking water. Community Dent Oral Epidemiol, 1995. Aug, 23:4, 243-5.
- 14.- Grimaldo M; Borja Aburto VH, et al. Endemic fluorosis in San Luis Potosi, México. Environ Res, 1995 Jan, 68:1, 25-30.
- 15.- Newburn E. Current regulations and recommendations concerning water fluoridation, fluoride supplements, and topical fluoride agents. J dent Res, 1992, 67:16.- Ascenden and Peebles. Efect fluoride supplementation from birth in dental caries and fluorosis un man. J Den Res 1990, 69:65-68.
- 17.- Stephen et al. Caries prevalence in Northern Scottians before and 5 year after water fluoridation. J Den Res 1990, 69: 324-26.
- 18.- Personal communication, mar. 23- 1989.
- 19.- Marthaler. Die fluoriersogunginder schewts, Scwets, Scwits morats Zohnkelkd. J Den Res 1990, 69: 321-31.
- 20.- Cutress et al. Defect of tooth enamel in children in fluoridates and no fluorater water areas. New Zeland. J Den Res. 1990;69:760-4.
- 21.- Beltran and Burt. The pre and posteruptive effects of fluoride in the caries decline. J Den Res 1990, 69: 233-40.
- 22.- World health organization. J Den Res 1990, 69:
- 23.- Frank Fren. GAD, T: WHO GLOBAL DATA BANK/ ORH%"/GO/. J Den Res. 1990;69. 673.
- 24.- Beltran ED, Burr BA. The pre and post-eruptive effects of fluoride in the caries decline. J Public Health Dent. 1988; 48:203-204. J Den Res. 1990;69. 459.12.
- 25.- Mellberg, JR: Fluoride in preventive dentistry. J Den Res. 1990;69. 376-83.
- 26.- Marthaler, T; Kariespravalezbe; Schulerim im Kanton Zurich. Schwizsch, Zzchammed 981, 19309 J Den Res. 1990;69. 233.
- 27.- Irigoyen ME; Molina N; Luengas I. prevalence and severity of dental fluorosis in a Mexican community with above-optimal fluoride concentration in drinking water. Community Dent Oral Epidemiol, 1995. Aug, 23:4, 243-5.
- 29.- Norma Oficial Mexicana. NOM-041-SSA1-1993.
- 30.- Nell A, Steinhauer G, Schiestl W, Sperr W. Measurin drinkig water fluoridation in Vorarlberg. Wien Klin Wochenschr 1993; 105 (6): 172-5.
- 31.- All about fluor. ADA 1999.
- 32.- Tabola periodica di elementos. Invetigación Quimico, Fisica de italia 1999.
- 33.- Federation Dentaire Internacionale. Commission on Oral Health, Research and Epidemiology. An Epidemiological index of developmental defects of dental enamel. index Int Dent j. 1982; 334.- Dean Ht., Arnold FA, et al. Domestic water an dental caries. Public public Health Reports.

- 35.- Bayles JM Tinanoff N. Diagnosis and treatment of acute fluoride toxicity. *J Am Den Assoc.* 1985; 110:209-211
- 36.- Horowitz HS. Indexes for measuring dental fluorosis. *J Publ Health Dent.* 1986; 46: 179-183.
- 37.-Rolla,G.- Factors relating to demineralization and remineralization of teeth. S.A., ed, Oxford: IRL, Press, pp 45.56. 1990.
- 38.- Fejerskov O, Manji F, Baelum V. The nature and mechanism of dental fluorosis in man. *J Den Res* 1990, 69: 692-700.
- 39.- Fluoride in saliva and dental plaque. D.A.M. GEDDES and W.H. Bowen.J. *Dent. Res.* February, 1990-vol.69.
- 40.- Kleinberg, I (: Effect of urea concentrations on human plaque, pH levels in situ. *J Den Res* 1990, 69: 12:1475-1484.
- 41.- Bibby B.G. and F.U., J.):Effects of fluorides in vitro acid production by dental plaque. *J. Dent. Res.* 65: 686-88.
- 42.- Clarkson, B; fejerskov, O; Silerston, L.M. and Ekstrand. J. (1988). Rational use of fluorides in caries prevention on treatment. *Fluoride in dentistry, J.,* pp-276-88.
- 43.- Gugler and Bruton W.F.: Fluoride concentration in dental plaque in drinking water. *J Den Res* 1990, 69:
- 44.- IR Hamilton Biochemical effects of fluoride on oral bacteria. *J Den Res* 1990, 69:
- 45.- C. Brunn, Stoltzen: In vitro uptake of fluoride by surface enamel of cleaned plaque overed teeth. *J Den Res* 1990, 69: 286-75
- 46.- Eissenberg et al, Characteristics of fluoride resistant mutans estriptococci, Abstrac 7 ORCA. *J Den Res* 1990, 69:
- 47.- C. Van Leuren. A.J.D.: In vitro resitance of streptococcus mutans and Dental caries. *J Den Res* 1990, 69: 358-64.
- 48.- Brown wt al. Effects of a single applications of sodium fluoride and microbial activity. *J Den Res* 1990, 69: 746-61.
- 49.- Horowits. The future of water fluoridation and ssitemic fluorides.*J Den Res* 1990, 69:
- 50.- Thystrup et al. Clinical apperance of dental fluorosis in permanent teeth in relation to histological changes. *J Den Res* 1990, 69:315-28.
- 51.-Thystrup. A polarized light on in microradiographic study of enamel in Human primary teeth. *J Den Res* 1990, 69: 513-18.
- 52.- Baelum et al. Postruptive tooth age and severity of dental fluorosis in kenia. *J Den Res* 1990, 69:
- 53.- Bowen WH. Geddes DAM. Sumary of sesion III: Fluoride in saliva and dental plaque. *J Den Res.* 1990;69. 673.
- 54.- Burger, p. Comparison of two Fluorosis indices in the primary dentition. *J Den Res* 1990, 69: 695-98.
- 55.- Dean H.T. The investigation of physiological effects. *Fluorine an Dental health.* American association for the advancement of the cience. *J Den Res* 1990, 69: 694-700.
- 56.-Dean, H.T. Classification of mottled enamel diagnosis. *J Den Res* 1990, 69: 694.700.
- 57.- Whitford GM. The physiological and toxicological characteristics of fluoride. *J. Dent Res.* 1990; 69; 539-549.
- 58.-Buttler, W.J., Prevalence of dental mottling in school-aged lifetime residents of texas. *AMJPubl health* 90- 696-698.
- 59.-Galagan, et al. Determination optimun fluoride coconcentrations, publ, *Health.* 90. 695-7.
- 60.- Lewis DW, Banting DW. Water fluridation-current effectiveness and dental fluorosis. *Comunity Dent Oral Epidemiol.* 1994; 22: 153-158.
- 61.- Fejerskov, O, et al; pathogenesis and dental fluorosis. *J Den Res.* 1990;69. 673.
- 62.- Mc. Clure, FJ, et al; Fluoride in dirnking waters, Bethesda. National institution of dental research, pp 2-195.
- 63.- Department of Health and Human Services. Review of fluoride, Benefits and risk. 1991:1+134.
- 64.- Bayless JM. Tinanoff N. Diagnosis and treatment of acute fluoride toxicity *J Am. Dent Assoc.* 1985; 110:209-211.
- 65.- Whitford GM. Fluoride in dental products . Safety considerations. *J Dent. Res.* 1987; 66: 1059-106.
- 66.- Burt Ba. et al. Root caries in an optimally fluoridated and high fluoride community. *J Dent. Res* 1986; 65: 1154-1158.
- 67.- Tohyama E. Relationship between fluoride concentration in drinkin water and mortality rate from uterine cancer in Japan. *J Epidemiol* 1996 Dec; 6(4): 184-91.
- 68.- Grembowski D. Measuring length of exposure to flouridated water. *Comunity Dent Oral Epidemiol* 1998 Jun; 16(3): 131-4.
- 69.- Levy AM. a review of fluoride exposures and ingestion. *Community Dent. oral Epidemiol.* 1994 22: 170-180.
- 70.- Freni SC Exposure to high fluoride concentrations in drinking water is associated with decrease birth rates. *Toxicol Environ Health,* 1994 May, 42:1, 109-21.

- 71.- Colquhoun J. *Community Health Studies* 11:85-90 1987.
- 72.- Triverdi N, et al. *Diabetologia*, 1993 Sep, 36:9, 826-8.
- 73.- Gupta SK, et al. *Acta Paediatric Jpn*, 1995 Aug, 37:4, 503-6.
- 74- Fisher RI, et al. Endemic fluorosis with spinal cord compression. A case report and review. *Arch Intern Med*, 1989, Mar, 149:3, 697-700.
- 75.- Murria, et al: Fluorides in caries prevention, London: Wright, PSG. . *J Den Res*. 1990;69. 678.
- 76.- American Dental Association. Fluoride and oral health. A story of achievements and challenges. *J Am Dent* 1996;56(5specNo):235-8.
- 77.- Grimaldo M; Borja Aburto VH, et al. Measuring fluoride in the sources of potable water in San Luis Potosi. México. *Environ Res*, 1997 .
- 78.- Fluoride and fluoridation. Environmental health criteria. World Health Org. Geneva !).  

---

ESTADO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	INDICADOR	VALOR	UNIDAD	INDICADOR	VALOR	UNIDAD
CHIHUAHUA	GUACHOCHIC	GUACHOCHIC	10					
CHIHUAHUA	GUADALUPE	GUADALUPE	2					
CHIHUAHUA	CAMARGO	CAMARGO				10		
CHIHUAHUA	NOCASAS GRANDES	NOCASAS GRANDES	4			4	12	
CHIHUAHUA	GUADALUPE	GUADALUPE	1			1	5	
CHIHUAHUA	JUAREZ	JUAREZ	19			14	1	
CHIHUAHUA	JUAREZ	JUAREZ	5					
CHIHUAHUA	CHIHUAHUA	CHIHUAHUA	1			2	5	
CHIHUAHUA	CHIHUAHUA	CHIHUAHUA	1				1	
CHIHUAHUA	GUACHOCHIC	GUACHOCHIC	1					
CHIHUAHUA	DELICIAS	DELICIAS	1					
CHIHUAHUA	DELICIAS	NECOILA	4					
CHIHUAHUA	CHIHUAHUA	CHIHUAHUA	1			1	0	
CHIHUAHUA	JUAREZ	JUAREZ	5					
CHIHUAHUA	QUINAGA	QUINAGA						
CHIHUAHUA	GUADALUPE	GUADALUPE	2			1		
CHIHUAHUA	ANAHUAC	ANAHUAC	1					
CHIHUAHUA	GUERRERO	GUERRERO	1					
CHIHUAHUA	JUAREZ	JUAREZ	2			3		
CHIHUAHUA	CHIHUAHUA	CHIHUAHUA				1	16	
CHIHUAHUA	DELICIAS	DELICIAS				2		
CHIHUAHUA	DELICIAS	DELICIAS				1		
CHIHUAHUA	DELICIAS	DELICIAS						
DISTRITO FEDERAL	CHIMALTA	G.A. MADERO	0.15					
DISTRITO FEDERAL	CHICOMULTEPEC	G.A. MADERO	0.22					
DISTRITO FEDERAL	SN. JOAQUIN	M. HIDALGO	0.12					
DISTRITO FEDERAL	CERRO DEL PEÑON	V. CARRANZA	0.16					
DISTRITO FEDERAL	CERRO DE LA							
DISTRITO FEDERAL	ESTRELLA	UTAPALAPA	0.15					
DISTRITO FEDERAL	XOTIMINGO	COYOACAN			0.24			
DISTRITO FEDERAL		ARCAPOZALCO	0.191					
DISTRITO FEDERAL		BENTO JUAREZ	0.127					
DISTRITO FEDERAL		COYOACAN	2.218					
DISTRITO FEDERAL		GUAMALUPE	0.141					
DISTRITO FEDERAL		GUAMATEPEC	0.141					
DISTRITO FEDERAL		ITZAPALCO	0.222					
DISTRITO FEDERAL		ITZAPALAPA	0.351					
DISTRITO FEDERAL		MAGDALENA						
DISTRITO FEDERAL		CONTRERAS	0.118					
DISTRITO FEDERAL		MIGUEL HIDALGO	0.102					
DISTRITO FEDERAL		MEXICALTLA	0.247					
DISTRITO FEDERAL		TLATELCO	0.25					
DISTRITO FEDERAL		TLALPAPAN	0.384					
DISTRITO FEDERAL		VENUSTIANO						
DISTRITO FEDERAL		CARRANZA	0.387					
DISTRITO FEDERAL		XOCHIMILCO	0.212					
GUANAJUATO	GUANAJUATO	GUANAJUATO			0.3			
GUANAJUATO	GUANAJUATO	GUANAJUATO			0.63			
GUANAJUATO	GUANAJUATO	GUANAJUATO			0.24			
GUANAJUATO	GUANAJUATO	GUANAJUATO			0.44			
GUANAJUATO	GUANAJUATO	GUANAJUATO				2.82		3.0
GUANAJUATO	GUANAJUATO	GUANAJUATO			0.54			
GUANAJUATO	GUANAJUATO	GUANAJUATO			3.68			
GUANAJUATO	GUANAJUATO	GUANAJUATO			0.5			
GUANAJUATO	GUANAJUATO	GUANAJUATO				0.52		
GUANAJUATO	GUANAJUATO	GUANAJUATO				1.05		
GUANAJUATO	GUANAJUATO	GUANAJUATO			0.27			
GUANAJUATO	GUANAJUATO	GUANAJUATO			0.45			
GUANAJUATO	GUANAJUATO	GUANAJUATO			0.28			
GUANAJUATO	GUANAJUATO	GUANAJUATO			0.69			
GUANAJUATO	GUANAJUATO	GUANAJUATO			0.3			
GUANAJUATO	GUANAJUATO	GUANAJUATO			0.55			
GUANAJUATO	GUANAJUATO	GUANAJUATO				0.74		
GUANAJUATO	GUANAJUATO	GUANAJUATO			0.63			
GUANAJUATO	GUANAJUATO	STA. TERESA			0.63			
GUANAJUATO	GUANAJUATO	PUNTECILLAS			0.63			
GUANAJUATO	GUANAJUATO	LA TRINIDAD				0.72		
GUANAJUATO	GUANAJUATO	PRESA PEREGRINA			0.3			
GUANAJUATO	GUANAJUATO	MINERAL DE LA LIZ			0.27			
HIDALGO	ZIMAPAN	ZIMAPAN				0.53		
HIDALGO	HUEJUTLA	HUEJUTLA			0.22			
HIDALGO	HUEJUTLA	HUEJUTLA				1.03		
HIDALGO	HUEJUTLA	HUEJUTLA				1.17		
HIDALGO	PACHUCA	POZO N° 13 TELLEZ			0.53			
HIDALGO	PACHUCA	POZO AGUA POTABLE			<0.2			
HIDALGO	PACHUCA	REPOSICION POZO						
HIDALGO	PACHUCA	TELLEZ N° 5				0.7		
HIDALGO	PACHUCA	REPOSICION POZO				0.58		
HIDALGO	PACHUCA	TELLEZ N° 4						
HIDALGO	ZEMPOALA	POZO N° 10 TELLEZ				0.94		
HIDALGO	ZEMPOALA	POZO N° 11 TELLEZ				0.88		
HIDALGO	ZAPOTLAN	POZO N° 12 LAGUNA			0.36			
HIDALGO	PACHUCA	RAMAL TIZAYUCA				0.5		
HIDALGO	PACHUCA	PACHUCA						
HIDALGO	ZEMPOALA	MEXICAL POZOS			0.54			
HIDALGO	ZEMPOALA	TELLEZ						
HIDALGO	ZIMAPAN	POZO VENUSTIANO			0.45			
HIDALGO	ZIMAPAN	CARRANZA						
HIDALGO	ZIMAPAN	POZO TIERRA			0.36			
HIDALGO	ZIMAPAN	COLORADA						
HIDALGO	ZIMAPAN	TANQUE DE DISTRIBUCION			0.67			
HIDALGO	ZIMAPAN	BATERIA DE NORIAS				0.75		
HIDALGO	ZEMPOALA	POZO N° 11 TELLEZ			0.27			
HIDALGO	ALFAYUCAN	POZO PUEBLO NUEVO				0.83		
HIDALGO	ZIMAPAN	POZO MUNICIPAL N° 5			0.67			
HIDALGO	ZIMAPAN	POZO MUNICIPAL N° 2			0.12			
HIDALGO	ATOTOMILCO DE							
HIDALGO	TULIA	POZO N° 2 LA CANADA				0.78		
HIDALGO	TIZAYUCA	POZO N° 3			0.27			
HIDALGO	TIZAYUCA	POZO N° 1 CITY			0.36			
HIDALGO	TIZAYUCA	POZO TIZAYUCA			0.34			
HIDALGO	EPAZOTUCAN	POZO NUCALAPA				0.45		
HIDALGO	PACHUCA	TANQUE SANANTINA				0.43		
HIDALGO	PACHUCA	BARRIO N° 1000				0.64		
HIDALGO	PACHUCA	TANQUE CERRO GORDO				0.54		
HIDALGO	PACHUCA	TANQUE LA PAZ N° 1				0.54		
HIDALGO	XOCHICUATLAN	XOCHICUATLAN			<0.2			
HIDALGO	XOCHICUATLAN	TANQUE DE DISTRIBUCION MUNICIPAL			<0.2			
HIDALGO	DE GUERRERO	TANQUE DE DIST			<0.2			
HIDALGO	MOLANGO	HUEJUTLA			<0.2			
HIDALGO	MOLANGO	ACAYUCA			<0.2			
HIDALGO	LOLOTLA	TOMAS PUBLICA			<0.2			
HIDALGO	LOLOTLA	CHICOMCAC			<0.2			
HIDALGO	TLANCHINDI	TANQUE DE DISTRIBUCION SAN CRISTOBAL ACAYA			<0.2			
HIDALGO	TLANCHINDI	TANQUE DE DISTRIBUCION COM CH'POCO			<0.2			
JALISCO	SAN MARTIN DE BOLANOS	MAMATLA			0.25			
JALISCO		BOGULLA DE						17
JALISCO		LOS PEREZ						19
JALISCO		SANJULIJO DE LOS PEREZ						11
JALISCO		DOLORES						2.4
JALISCO		CIENAGA DE AJEJO						13
JALISCO		SANTAGO						5.4
JALISCO		TLATELCO						10
JALISCO		BOLANOS						6.4
JALISCO		CHIMALTIAN						10



MUNICIPIO	CODIGO	NOMBRE	AG 98 PPM	AG 00 PPM	AG 00 PPM	AG 00 PPM
PUEBLA	XOCHTLAN	JA TEPEQUES	0.028			
PUEBLA	XOCHTLAN	HUANHUXTLA	0.331			
PUEBLA	YAONAHUAC	YAONAHUAC		0.733		
PUEBLA	ZACAPAXTLA	ZACAPAXTLA	0.088			
PUEBLA	ZACAPAXTLA	COMALTEPEC	0.081			
PUEBLA	ZARAGOZA	ZARAGOZA	0.046			
PUEBLA	ZARAGOZA	ZARAGOZA	0.192			
PUEBLA	ZONCOZONTLA	ZONCOZONTLA	0.087			
PUEBLA	ZOQUIAPAN	ZOQUIAPAN	0.033			
PUEBLA	YAONAHUAC	YAONAHUAC	0.055			
PUEBLA	YAONAHUAC	YAONAHUAC	0.06			
PUEBLA	S. NICOLAS B. AYES	EMILIANO HUARGO			0.784	
PUEBLA	S. NICOLAS B. AYES	EMILIO PORTES GIL	0.232			
PUEBLA	S. SALVADOR EL S.	PASO PUENTE STA. A.	0.185			
PUEBLA	S. SALVADOR EL S.	S. SALVADOR EL S.			1.11	
PUEBLA	ORIENTAL	MIRAVALLE			0.994	
PUEBLA	ORIENTAL	SN. JOSE DE LOS			0.910	
QUERETARO	AMEALCO	ENCINOS	0.08			
QUERETARO	AMEALCO	LA TORRE	0.0214			
QUERETARO	AMEALCO	LA NORIA		0.42		
QUERETARO	AMEALCO	LA NORIA		0.67		
QUERETARO	AMEALCO	AMEALCO	0.12			
QUERETARO	AMEALCO	AMEALCO	0.151			
QUERETARO	PEDRO ESCOBEDO	PEDRO ESCOBEDO	0.0274			
QUERETARO	PEDRO ESCOBEDO	PEDRO ESCOBEDO	0.0273			
QUERETARO	PEDRO ESCOBEDO	PEDRO ESCOBEDO		0.76		
QUERETARO	PEDRO ESCOBEDO	EL SAUZ		0.58		
QUERETARO	PEDRO ESCOBEDO	EL SAUZ	0.22			
QUERETARO	PEDRO ESCOBEDO	EL SAUZ	0.0237			
QUERETARO	PEDRO ESCOBEDO	EMILIANO ZAFATA		0.85		
QUERETARO	PEDRO ESCOBEDO	NORIA NUEVA	0.0255			
QUERETARO	PEDRO ESCOBEDO	NORIA NUEVA		0.8		
QUERETARO	PEDRO ESCOBEDO	IGNACIO PEREZ	0.0252			
QUERETARO	PEDRO ESCOBEDO	IGNACIO PEREZ	0.0252			
QUERETARO	PEDRO ESCOBEDO	LOS ALVAREZ	0.0238			
QUERETARO	PEDRO ESCOBEDO	LOS ALVAREZ	0.38			
QUERETARO	PEDRO ESCOBEDO	ESCOLASTICAS		0.88		
QUERETARO	PEDRO ESCOBEDO	IGNACIO PEREZ		0.51		
QUERETARO	PEDRO ESCOBEDO	IGNACIO PEREZ		0.51		
QUERETARO	PEDRO ESCOBEDO	PIROMENTO				
QUERETARO	PEDRO ESCOBEDO	GONZALEZ	0.0275			
QUERETARO	PEDRO ESCOBEDO	LA PALMA	0.0226			
QUERETARO	PEDRO ESCOBEDO	LA VENTA		0.69		
QUERETARO	PEDRO ESCOBEDO	LA VENTA		0.5		
QUERETARO	PEDRO ESCOBEDO	LA VENTA	0.0237			
QUERETARO	PEDRO ESCOBEDO	AUCHITLANCITO	0.31			
QUERETARO	SAN JUAN DEL RIO	INFONAVIT				
QUERETARO	SAN JUAN DEL RIO	PEDREGOSO	0.025			
QUERETARO	SAN JUAN DEL RIO	LANGUA DE				
QUERETARO	SAN JUAN DEL RIO	YAQUERIAS	0.025			
QUERETARO	SAN JUAN DEL RIO	PARTE ALTA				
QUERETARO	SAN JUAN DEL RIO	PEDREGOSO	0.024			
QUERETARO	SAN JUAN DEL RIO	RANCHO DE EN MEXICO	0.032			
QUERETARO	SAN JUAN DEL RIO	GRANJAS BANTH	0.027			
QUERETARO	SAN JUAN DEL RIO	STA. CRISTINA	0.025			
QUERETARO	SAN JUAN DEL RIO	BARRIO DE LA CRUZ	0.0293			
QUERETARO	SAN JUAN DEL RIO	COL. BENITO JUAREZ	0.0251			
QUERETARO	SAN JUAN DEL RIO	SAN ISIDRO	0.0298			
QUERETARO	SAN JUAN DEL RIO	SAN JOSE GALINDO	0.0241			
QUERETARO	SAN JUAN DEL RIO	SAN JOSE GALINDO	0.0263			
QUERETARO	SAN JUAN DEL RIO	COMALLENDA	0.0241			
QUERETARO	SAN JUAN DEL RIO	SAN CAYETANO	0.0283			
QUERETARO	SAN JUAN DEL RIO	EL CARRITO	0.0329			
QUERETARO	SAN JUAN DEL RIO	BARRIO DE LA				
QUERETARO	SAN JUAN DEL RIO	CONCEPCION	0.0238			
QUERETARO	SAN JUAN DEL RIO	BARRIO DEL				
QUERETARO	SAN JUAN DEL RIO	ESPIRITU SANTO	0.0228			
QUERETARO	TEQUISQUIAPAN	TEQUISQUIAPAN	0.02			
QUERETARO	TEQUISQUIAPAN	COL. LOPEZ MATEOS	0.311			
QUERETARO	TEQUISQUIAPAN	COL. LOPEZ MATEOS		0.72		
QUERETARO	TEQUISQUIAPAN	COL. LOPEZ MATEOS		0.44		
QUERETARO	TEQUISQUIAPAN	COL. LOPEZ MATEOS	0.29			
QUERETARO	TEQUISQUIAPAN	COL. LOPEZ MATEOS		0.67		
QUERETARO	TEQUISQUIAPAN	COL. LOPEZ MATEOS	0.35			
QUERETARO	TEQUISQUIAPAN	COL. LOPEZ MATEOS	0.27			
QUERETARO	TEQUISQUIAPAN	COL. LOPEZ MATEOS		0.67		
QUERETARO	TEQUISQUIAPAN	COL. LOPEZ MATEOS	0.36			
QUERETARO	TEQUISQUIAPAN	HDA GRANDE	0.027			
QUERETARO	TEQUISQUIAPAN	LA TORTUGA	0.0247			
QUERETARO	TEQUISQUIAPAN	SANTILIAN		1.04		
QUERETARO	TEQUISQUIAPAN	LA LALAJA		1.85		
QUERETARO	TEQUISQUIAPAN	VILLA PROGRESO		1.01		
QUERETARO	TEQUISQUIAPAN	VILLA PROGRESO		1.35		
QUERETARO	TEQUISQUIAPAN	VILLA PROGRESO		1.40		
QUERETARO	TEQUISQUIAPAN	BORDO BLANCO	0.0225			
QUERETARO	TEQUISQUIAPAN	FUENTE ELAS	0.0271			
SAN LUIS POTOSI	SAN LUIS POTOSI	ZONA CONURBADA			3.20	
SAN LUIS POTOSI	SAN LUIS POTOSI	ZONA CONURBADA			3.19	
SAN LUIS POTOSI	SAN LUIS POTOSI	ZONA CONURBADA			3.42	
SAN LUIS POTOSI	SAN LUIS POTOSI	ZONA CONURBADA			3.49	
SAN LUIS POTOSI	SAN LUIS POTOSI	ZONA CONURBADA			3.05	
SAN LUIS POTOSI	SAN LUIS POTOSI	ZONA CONURBADA			3.00	
SAN LUIS POTOSI	SAN LUIS POTOSI	ZONA CONURBADA			3.39	
SAN LUIS POTOSI	SAN LUIS POTOSI	ZONA CONURBADA			3.17	
SAN LUIS POTOSI	SAN LUIS POTOSI	ZONA CONURBADA			3.7	
SAN LUIS POTOSI	SAN LUIS POTOSI	ZONA CONURBADA	0.53			
SAN LUIS POTOSI	SAN LUIS POTOSI	ZONA CONURBADA		1.15		
SAN LUIS POTOSI	SAN LUIS POTOSI	ZONA CONURBADA		1.17		
SAN LUIS POTOSI	SAN LUIS POTOSI	ZONA CONURBADA		1.38		
SAN LUIS POTOSI	SAN LUIS POTOSI	ZONA CONURBADA		1.36		
SAN LUIS POTOSI	SAN LUIS POTOSI	ZONA CONURBADA			1.07	
SAN LUIS POTOSI	SAN LUIS POTOSI	ZONA CONURBADA			2.1	
SAN LUIS POTOSI	SAN LUIS POTOSI	ZONA CONURBADA			1.1	
SAN LUIS POTOSI	SAN LUIS POTOSI	ZONA CONURBADA			1.50	
SAN LUIS POTOSI	SAN LUIS POTOSI	ZONA CONURBADA	0.52			
SAN LUIS POTOSI	SAN LUIS POTOSI	ZONA CONURBADA		0.42		
SAN LUIS POTOSI	SAN LUIS POTOSI	ZONA CONURBADA	0.37			
SAN LUIS POTOSI	SAN LUIS POTOSI	ZONA CONURBADA	0.37			
SAN LUIS POTOSI	SAN LUIS POTOSI	ZONA CONURBADA			3.20	
SAN LUIS POTOSI	SAN LUIS POTOSI	ZONA CONURBADA			3.18	
SAN LUIS POTOSI	SAN LUIS POTOSI	ZONA CONURBADA			3.42	
SAN LUIS POTOSI	SAN LUIS POTOSI	ZONA CONURBADA			3.49	
SAN LUIS POTOSI	SAN LUIS POTOSI	ZONA CONURBADA			3.05	
SAN LUIS POTOSI	SAN LUIS POTOSI	ZONA CONURBADA			3.00	
SAN LUIS POTOSI	SAN LUIS POTOSI	ZONA CONURBADA			3.39	
SAN LUIS POTOSI	SAN LUIS POTOSI	ZONA CONURBADA			3.17	
SAN LUIS POTOSI	SAN LUIS POTOSI	ZONA CONURBADA			3.07	
SAN LUIS POTOSI	SAN LUIS POTOSI	ZONA CONURBADA			3.73	
SOMORA	BAVIACORA	LA CAPILLA	0.38			
SOMORA	BAVIACORA	SAL LABOR		0.87		
SOMORA	BAVIACORA	SAN JOSE	0.17			
SOMORA	BAVIACORA	SILOE	0.06			
SOMORA	BAVIACORA	MAZOCANIL		0.81		
SOMORA	BAVIACORA	EL MOLINOTE	0.37			
SOMORA	CARBO	CARBO	0.3			
SOMORA	CARBO	FUJIO LA POZA	0.41			
SOMORA	LA COLORADA	LA COLORADA		0.77		
SOMORA	LA COLORADA	LA COLORADA	0.18			
SOMORA	LA COLORADA	ESTACION TORRES		0.48		
SOMORA	LA COLORADA	SAN JOSE PIMAS		0.48		
SOMORA	LA COLORADA	LA GALERA	0.28			
SOMORA	LA COLORADA	TECORIPA		0.65		
SOMORA	CUMFAS	CUMFAS	0.38			
SOMORA	CUMFAS	COL. ALVARO				
SOMORA	CUMFAS	OBREGON	0.29			
SOMORA	CUMFAS	ECORI	0.21			
SOMORA	CUMFAS	RM. CINCO		0.59		
SOMORA	CUMFAS	LA COLONIA	0.33			
SOMORA	CUMFAS	LOS POTOS		0.52		
SOMORA	CUMFAS	COL. DE AGUA			1.1	
SOMORA	CUMFAS	TEONANDEPA	0.22			

ENTIDAD FEDERATIVA	MUNICIPIO	LOCALIDAD	CONCENTRACION DE FLUJO			
			BAJA DE 0.00 A 0.30 ppm	MESEA DE 0.4 A 0.80 ppm	OPTIMA DE 0.7 A 1.40 ppm	ALTA DE 1.5 Y MAS
SONORA	DIVISADEROS	DIVISADEROS				1.0
SONORA	GUANAZO	GUANAZO			0.75	
SONORA	HERMOSILLO	HERMOSILLO			0.91	
SONORA	HERMOSILLO	POBLADO MIGUEL				
SONORA	HERMOSILLO	ALEMÁN	0.31			
SONORA	HERMOSILLO	EJIDO DEL CARMEN	0.01			
SONORA	HERMOSILLO	EJIDO EL TRUNFO	0.72			
SONORA	HERMOSILLO	EJIDO EL TASCATON		0.8		
SONORA	HERMOSILLO	TRUJILLO				
SONORA	MOCTEZUMA	SAN CLEMENTE				
SONORA	MOCTEZUMA	DE TERAPA	0.38			
SONORA	MOCTEZUMA	LA MESA	0.75			
SONORA	NACOZAR	NACOZAR CHICO	0.21			
SONORA	NACOZAR	NACOZAR	0.31			
SONORA	NACOZAR	LA CARIDAD	0			
SONORA	ONAYAS	ONAYAS		0.41		
SONORA	OPODEPE	OPODEPE		0.43		
SONORA	OPODEPE	MARRICHEL	1.1			
SONORA	OPODEPE	QUEBOSAR	0			
SONORA	OPODEPE	TUPE	0			
SONORA	OPODEPE	STA MARGARITA	0.04			
SONORA	RAYON	RAYON		0.6		
SONORA	RAYON	TRES ALAMOS	0.38			
SONORA	RAYON	LA PAZ	0.37			
SONORA	RAYON	LA GALERA		0.43		
SONORA	RAYON	CERRO DEL ORO	0			
SONORA	SAHJARIPA	SAHJARIPA	0.21			
SONORA	SAHJARIPA	LA MESA	0.34			
SONORA	SAHJARIPA	GUSAMOPA		0.64		
SONORA	SAHJARIPA	SANTO TOMAS	0.33			
SONORA	SAHJARIPA	VALLE DE TACUPETO	0.2			
SONORA	SAHJARIPA	CANON DE ONAYAS	0.22			
SONORA	SAHJARIPA	LA IGLESIA	0			
SONORA	SAN FELIPE	SAN FELIPE		0.61		
SONORA	SAN JAVIER	SAN JAVIER		0.97		
TLAXCALA	CALPULALPAN	CALPULALPAN	*			
TLAXCALA	CALPULALPAN	S. QUILA	*			
TLAXCALA	CALPULALPAN	LA SOLEDAD	*			
TLAXCALA	CALPULALPAN	CALPULALPAN	*			
ZACATECAS	GUADALUPE	AGUA POTABLE GUADALUPE			1.38	
ZACATECAS	CHALCHIHUITES	AGUA POTABLE COM QUEBRADILLA		0.49		
ZACATECAS	QUAHTEMOC	AGUA POTABLE COM RIO VERDE				1.59
ZACATECAS	FRESNILLO	LOS GACHUPINES	0.30			
ZACATECAS	FRESNILLO	MESA DEL DIABLO	0.18			
ZACATECAS	FRESNILLO	EL TEMAZCAL	0.13			
ZACATECAS	FRESNILLO	CANDAS	0.38			
ZACATECAS	FRESNILLO	LOS TORCILLOS	0.30			
ZACATECAS	FRESNILLO	AGUA POTABLE EL TAYOTE				1.86
ZACATECAS	FRESNILLO	LA LAGUNILLA		0.33		
ZACATECAS	FRESNILLO	RANCHO LOS EJIDOS AP FRESNILLO	0.34			
ZACATECAS	FRESNILLO	(CALLE MENDOZA) AP FRESNILLO				1.09
ZACATECAS	FRESNILLO	(CALLE PLAN DE OPE)				0.78
ZACATECAS	VILLA GONZALEZ ORTEGA	POZO SAN DIONISIO AGUA POTABLE				1.38
ZACATECAS	CALERILLA DE ILLA	CALERILLA				1.52
ZACATECAS	CANTAS DE F. PESCADOR	POZO A P. EL SAUCILLO				1.86
ZACATECAS	CANTAS DE F. PESCADOR	AGUA POTABLE CANTAS F. PESCADOR				1.85
ZACATECAS	FRESNILLO	AGUA POTABLE FRESNILLO CALLE E. ZAPATA				0.86
ZACATECAS	FRESNILLO	AGUA POTABLE FRESNILLO CALLE P. NATERA		0.45		