



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT**

**Maestría en Salud Pública**

**Generación 2014-2015**

**PANORAMA DE EFECTOS ADVERSOS**

**DEL FLÚOR EN MÉXICO**

**Revisión integrativa**

**Brenda Yaneth Curiel Meza**

**Área de Odontología preventiva**

**Director de TRT: M.S.P. Jaime Fabián Gutiérrez Rojo**

**30 de Junio 2016**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT**  
**Maestría en Salud Pública**  
**Generación 2014-2015**

**PANORAMA DE EFECTOS ADVERSOS  
DEL FLÚOR EN MÉXICO**

**Revisión integrativa**

**Brenda Yaneth Curiel Meza**

**Área de Odontología preventiva**

**Director de TRT: M.S.P. Jaime Fabián Gutiérrez Rojo**

**30 de Junio 2016**

# ÍNDICE

| <b>CAPÍTULO</b>   | <b>Pág.</b> |
|---|-------------|
| <b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>                                      | <b>2</b>    |
| <b>II. SELECCIÓN DEL PROBLEMA RELEVANTE EN SALUD PÚBLICA.....</b> | <b>5</b>    |
| <b>III. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA RELEVANTE EN SALUD.....</b>      | <b>7</b>    |
| <b>IV. PROBLEMA A EVALUAR EN LA REVISIÓN INTEGRATIVA.....</b>     | <b>16</b>   |
| <b>V. DESARROLLO DE LA REVISIÓN INTEGRATIVA.....</b>              | <b>22</b>   |
| <b>VI. RESULTADOS .....</b>                                       | <b>22</b>   |
| <b>VII. DISCUSIÓN Y COMENTARIOS.....</b>                          | <b>31</b>   |
| <b>VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>                 | <b>33</b>   |
| <b>IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>                        | <b>36</b>   |
| <b>X. ANEXOS .....</b>  | <b>49</b>   |

## I. INTRODUCCIÓN

La caries dental ha existido desde la era paleolítica, en el hombre moderno se presenta por lo general en los surcos y fisuras de la anatomía dentaria,<sup>1</sup> la palabra "caries" proviene del latín que significa "podredumbre" y no es una enfermedad exclusiva de la infancia, se desarrolla y aparece a cualquier edad; el proceso provoca destrucción del diente y con el tiempo: dolor, necrosis pulpar, pérdida dentaria y por lo tanto pérdida de función y estética.<sup>2</sup>

Se conoce que el proceso salud-enfermedad según Marc Lalonde se ve influenciado por cuatro campos,<sup>3</sup> por tanto la caries dental no es la excepción, es una enfermedad que depende de factores microbiológicos, bioquímicos, nutricionales, así como estilos de vida, educación, acceso a servicios odontológicos, entre otros.<sup>1</sup>

Actualmente la caries es un problema de salud pública, todavía un alto porcentaje de escolares en todo el mundo presenta caries dental de un 60 a 90%.<sup>4</sup> Los Estados Unidos Mexicanos, de acuerdo con la clasificación internacional de la Organización Mundial de la Salud, se encuentra entre los países de alto rango de frecuencia en enfermedades bucales, dentro de ellas la caries dental, que afecta a más del 90% de la población mexicana.<sup>5</sup>

Debido a ello se han centrado intentos para prevenir la caries dental a través de la reducción del número de microorganismos (control de placa bacteriana), modificando el sustrato mediante la elección de alimentos adecuados, reduciendo el tiempo que permanece el sustrato en el diente y aumentando la resistencia al huésped a través de fluoruros.<sup>1</sup>

Por tal razón, en el siglo XX se reconoció al flúor como un agente importante en la prevención de caries dental,<sup>6</sup> la palabra flúor proviene del latín "fluere" que significa fluir, es un gas halógeno de color amarillo claro, bastante tóxico y de mal olor.<sup>7</sup> El flúor participa en la prevención por medio de dos procesos, desplaza al ión hidroxilo ocupando su lugar formando la flúorhidroxiapatita mejorando las características del



cristal<sup>8</sup> y cuando queda en los fluidos orales, disminuyendo la actividad celular de las bacterias presentes en la placa dental.<sup>7</sup>

Sin embargo, el resultado de la ingestión crónica de flúor durante la formación dentaria es una alteración de carácter irreversible llamada fluorosis dental.<sup>9</sup> El flúor en el organismo se absorbe con rapidez en el estómago e intestino delgado, al grado que en una hora se distribuye por los tejidos y se elimina a través de la orina, sudor,<sup>7</sup> saliva y fluido crevicular; de esta manera realiza un efecto tópico para la prevención de caries,<sup>10</sup> mientras que el que no se absorbe se elimina en la materia fecal.<sup>7</sup>

Cuando el consumo de flúor es excesivo, las lesiones metabólicas en la formación del diente son graves y prolongadas, se provocan defectos en la cantidad, forma, calidad y color del esmalte. La hipoplasia del esmalte se refiere a la falta de cantidad de esmalte pero con una dureza normal y a la hipocalcificación del esmalte se le asocia a la cantidad adecuada pero con hipomineralización.<sup>11</sup>

Los fluoruros pueden provocar defectos en el esmalte dependiendo de la duración, intensidad o concentración y momento de consumo; sin embargo, otras causas pueden ser traumatismos, absceso del diente temporal que dañan los ameloblastos del esmalte en la formación del diente permanente (diente de Turner), defectos nutricionales como raquitismo y sífilis congénita que causa defectos en el desarrollo de los incisivos (Hutchinson) y en las primeras molares permanentes (Mora).<sup>11</sup>

La fluorosis dental se descubrió entre los años de 1901 a 1933, por los doctores McKay y Black, identificaron manchas de color café de aspecto hipomineralizado, de 1933 a 1945 floreció la fase epidemiológica dirigida por Trendley Dean, quien mostró que el flúor es agente anticariógeno y que las cantidades de flúor en el agua se asociaban con la fluorosis dental. En la fase de demostración se implementaron programas de fluoración de agua para los ciudadanos dentales, que duró casi hasta 1954, haciendo que la fluoración se extendiera por todo el mundo, por ejemplo Singapur 1958, Irlanda en 1960, Israel en 1981, etc.<sup>12</sup>

Algunos autores sugieren que existen evidencias de que las fluorosis dentales en sus fases más avanzadas pueden dejar los dientes más susceptibles a la formación de cavidades. En diversas partes del mundo, se ha constatado un aumento de la prevalencia de fluorosis en los niños, independientemente del abastecimiento público de agua fluorada.<sup>13</sup>

El flúor proviene de medios de uso colectivos como agua, sal y leche fluorada, alimentos con presencia de flúor de manera natural como pescado, tomate, papa e infusiones de té,<sup>2</sup> otros medios de uso personal son dentífricos fluorados, enjuagues y gomas de mascar.<sup>14</sup> Además los de uso profesional como el fluoruro de sodio, fluoruro estañoso, fluoruro fosfato acidulado y el barniz fluorado.<sup>15</sup>

También el gran consumo de bebidas gaseosas en México, es una fuente potencial de riesgo de fluorosis dental. Las dos principales compañías en el país tienen poco control de la concentración de iones de flúor en algunas de sus plantas localizadas en diferentes estados de la república.<sup>16</sup>

El aumento de la fluorosis dental es un fenómeno que ocurre en numerosos países del mundo y se asocia a una mayor disponibilidad de éste elemento, ya que puede estar presente en el agua, en los alimentos, en algunos productos dentales y en el caso de México en la sal. El mayor incremento de casos se registró en los grupos de 20 a 24 y de 15 a 19 años.<sup>17</sup>

La Secretaría de Salud de México, realizó un estudio en 2002, donde determinó que la fluorosis dental es un problema de salud pública en el país.<sup>18</sup> En el centro nacional de vigilancia epidemiológica y control de enfermedades en el año 2006, se informa que la prevalencia de fluorosis dental para el estado de Nayarit de acuerdo al índice de Dean, en escolares de 12 años de edad es de 6.56%.<sup>19</sup>

La prevalencia de fluorosis en zonas donde se utiliza sal fluorada es del 52 a 82%.<sup>20</sup> En Nayarit un estudio en 2014, muestra que la prevalencia de fluorosis dental en niños de 6 a 12 años fue del 71%, se valoró por medio de la clasificación de Dean.<sup>21</sup>

De acuerdo a la Secretaría de Salud, las enfermedades bucales por su alta morbilidad se encuentran entre las cinco de mayor demanda de atención en los servicios de salud del país, situación que condiciona el incremento en el ausentismo escolar y laboral, así como la necesidad de gastos económicos que rebasan la capacidad del sistema de salud y de la misma población.<sup>5</sup>

## **II. SELECCIÓN DEL PROBLEMA RELEVANTE EN SALUD PÚBLICA**

La elección del problema “fluorosis dental” es objetado en lo siguiente:

Es un problema de salud bucal que con el transcurrir del tiempo se ha presentado con mayor frecuencia; durante los últimos 50 años, el predominio de fluorosis dental ha aumentado bastante en los Estados Unidos y otros países, alcanzando números casi epidémicos. No solo el predominio de la fluorosis ha aumentado, sino también su severidad. Esta tendencia es indeseable, puesto que aumenta el riesgo de defectos de esmalte, estéticamente y en los casos más severos, puede dañar la función dental.<sup>13</sup>

La fluorosis dental es un problema endémico de salud pública que afecta a la población infantil y adolescente de varias regiones del mundo. En países como México, Chile, Argentina, Colombia, Venezuela y Paraguay existen localidades cuyas aguas de consumo presentan en forma natural, concentraciones de flúor superiores a las recomendadas para la prevención de la caries dental.<sup>22</sup>

La fluorosis dental genera la posibilidad de aplicar nuevas medidas preventivas, diagnósticas, terapéuticas o de rehabilitación, se conoce que la buena alimentación juega un papel importante en la prevención de enfermedades crónicas y dentales, aunque ella se ve influenciada por factores prácticos, negociables y esquemas morales que sobrepasan el ámbito de la alimentación y la salud. Es por esto que los mensajes de agencias sanitarias conllevan múltiples modificaciones estratégicas para el ajuste pertinente al problema de salud.<sup>23</sup>

La evolución de la aplicación de fluoruros ha sido inusual ya que ha presentado un efecto adverso en la tan esperada reducción de frecuencia de caries dental. Los principales estados que presentan altos contenidos de flúor en México son: Aguascalientes, Chihuahua, Durango, San Luis Potosí, Zacatecas y Jalisco.<sup>24</sup>

Al ser la caries dental, una patología de origen multifactorial, resulta difícil la erradicación total, se ha tratado de disminuir la incidencia con algunos programas preventivos de fluoración, pero la implementación no ha sido suficientes, el determinante social más relacionado con esta patología son los estilos de vida principalmente la alimentación, en especial al aumento en la ingesta de azúcares cada vez más procesados y su gran proliferación en el mercado.<sup>25</sup>

Además de lo anterior existen complicaciones inesperadas en algunos procedimientos o tratamientos odontológicos, algunos estudios incluso reportan complicaciones en la salud general del individuo por el consumo excesivo del flúor.

En China, un estudio menciona que las concentraciones de flúor en agua potable pueden ser de preocupación, porque grandes cantidades pueden causar neurotoxicidad en animales de laboratorio (ratas), donde se dieron concentraciones de 20 mg/l, 40 mg/l y 80 mg/l, dañando neuronas, teniendo problemas con el aprendizaje y la memoria, la mayor cantidad de exposición al flúor se encuentra en la población infantil por los programas de prevención de caries dental.<sup>26</sup>

Un estudio realizado en Ucrania, investigó la salud de niños afectados por fluorosis dental y los resultados se compararon con otros que no mostraban tales defectos de esmalte. Se observó que los niños con fluorosis dental tenían más enfermedades gastrointestinales (37%), enfermedades respiratorias (29.5%), de hueso y músculo (13.8%), desórdenes mentales (11.3%), enfermedades superficiales (9.4%), y 8.2% padecieron enfermedades del sistema nervioso y trastornos sensoriales. Cuando los niños crecieron, también aumentaron las enfermedades génito-urinarias. En hombres se presentaron enfermedades mentales, osteomusculares y anomalías del nacimiento. En mujeres se presentaron problemas de la vista. Todos los muchachos



del grupo prueba fueron de talla más baja que los del grupo control. Además, los niños con fluorosis dental tenían más incidencia de caries.<sup>13</sup>

La condición sanitaria es conocida pero no ha sido resuelta con métodos o programas convencionales.

### **III. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA RELEVANTE EN SALUD**

En México se ven involucrados algunos determinantes de la salud en la presencia de la fluorosis dental, por un lado la biología humana responde a un exceso de consumo de flúor que ocasiona malformaciones en el esmalte dental, en el medio ambiente se puede encontrar en las zonas volcánicas debido a la emisión de gases, alimentos como huevo, agua, entre otros, como determinante social se registra que la población de México es consumidora de refrescos y jugos embotellados, y se incorpora en los programas de atención sanitaria.<sup>27</sup>

Además, el flúor se encuentra de manera natural en el aire, abunda en lugares donde hay industrias de fundición de aluminio, fabricación de ladrillos, exportación minera de fosfato y por acción volcánica, retorna a la tierra como lluvia, polvo, nieve, etc. Ingresa al agua por filtración de los suelos y minerales al agua subterránea donde se reporta mayor concentración de flúor,<sup>7,28</sup> además la cantidad depende de la zona geográfica, por su alta solubilidad se encuentra en alimentos como el pescado y algunos vegetales que por medio de estas fuentes forma parte de la cadena alimenticia del humano.<sup>29</sup>

La toxicidad de este ion, puede causar fluorosis esquelética cuando sobrepasa las cantidades de 8 a 10 ppm,<sup>30</sup> la dosis letal es de 32 a 64 ppm,<sup>29</sup> mientras que la cantidad segura diaria es de 0.3 a 0.5 mg.<sup>7</sup>

La barrera placentaria no impide el paso de este ion al feto, se han estudiado los efectos del flúor en mujeres embarazadas respecto al desarrollo de la dentición de su hijo obteniendo una mejor calidad en el esmalte. El flúor se distribuye de una manera más homogénea si se aplica en periodos de calcificación dentaria, sin embargo, puede incorporarse en cualquier etapa y en dentina la concentración es

dos o tres veces mayor ya que el flúor está en contacto directo en la circulación pulpar.<sup>8</sup>

La fluorosis dental puede ser clasificada en cinco grados según Dean: 0= Esmalte Normal, 1= Esmalte afectado al 25% de la superficie del diente (Leve), 2= Esmalte afectado menos del 50% (Moderado), 3= afecta más del 50% del esmalte dental (Severo), 4= manchas en la superficie dental, acompañadas de pérdida de continuidad del esmalte (muy severa). Las manchas pueden ser de color blanco, amarillo o café.<sup>31</sup>

Otra clasificación usada es la de Thylstrup y Fejerskov que involucra 8 puntos: 0: translucidez normal del esmalte después del secado. 1: líneas finas opacas sobre toda la superficie del diente. 2: líneas opacas más pronunciadas es frecuente el efecto de cumbre nevada en bordes incisales o cúspides. 4: toda la superficie del diente muestra una opacidad, aspecto tiza. 5: toda la superficie es opaca con pérdida localizada del esmalte menos de 2 mm de diámetro. 6: se ven pequeños hoyos fusionados sobre el esmalte opaco 2 mm de profundidad. 7: pérdida de la parte más externa del esmalte más de la mitad de la superficie dentaria. 8: mayor pérdida del esmalte, cambio de la forma anatómica.<sup>30</sup>

También se ha desarrollado un índice comunitario de fluorosis.<sup>32</sup>

| Índice comunitario de fluorosis (ICF) | Clasificación | Interpretación   |
|---------------------------------------|---------------|--|
| 0.00-0.40                             | Negativo      | Desde el punto de salud pública es considerada sin importancia |
| 0.41-0.60                             | Zona limite   | Se debe considerar como un problema de salud publica           |
| 0.61-1.0                              | Leve          |  |
| 1.01-2.0                              | Medio         |  |
| 2.01-3.0                              | Grave         |  |
| 3.01-4.4                              | Muy grave     |  |

Fuente: Sánchez S. Fluorosis dental en adolescentes de tres comunidades del estado de Querétaro.

Mencionado lo anterior se han realizado diversos estudios diagnósticos con relación a la fluorosis dental en distintas partes del mundo.

Skjelkvle encontró en Noruega que las fuentes de agua próximas a una industria de latas de aluminio, tenía 10 veces más concentración de flúor, que las tomas de agua fuera de la industria. Otras fuentes que influyen en la concentración de agua de tomas subterráneas son la industria de fertilizantes de fosfato, aumentando 100 veces más la concentración, además las industrias de químicos tales como fluoruro de hidrógeno, fluoruro de calcio, fluoruro de sodio y hexafluoruro de azufre, así como industrias de ladrillos, cerámicas, vidrios y plaguicidas.<sup>33</sup>

En Suiza y Alemania se tienen disponible tabletas desde el año de 1954 reduciendo la experiencia de caries dental desde 25-50%. Aquí se dispone de tabletas por razones técnicas y legales relacionadas con los sistemas de abastecimiento de agua. Además de la adición de fluoruro en la sal en el Oeste de Suiza donde se le agregan 250 ppm. En Alemania el costo de agregar flúor al agua potable es de 200,000 euros por año, mientras que el precio de la sal es de 5 a 10 centavos por paquete de 500 gramos.<sup>34</sup>

En la ciudad de Cazma, en el norte de Croacia se realizó un estudio para determinar el contenido de flúor en agua de grifo y bebidas disponibles en el mercado, los resultados en el agua de grifo fueron de 0.31 mg de flúor/L, en las aguas minerales carbonatadas varió de 0.34-1.5 mg F- / L; en tés de hielo osciló entre 0.06-0.74 mg F- / L aguas embotelladas sin gas comerciales contenían una concentración de flúor por debajo de 0.01 mg F- / L. Bebidas gaseosas comerciales contenían fluoruro en 0.02 mg F / L y los jugos de frutas contenían 0.06 a 0.15 mg F- / L.<sup>33</sup>

En un encuesta realizado en Tíbet, China, se valoró la salud oral de 1907 estudiantes de tres escuelas secundarias obteniendo como resultado que la tasa de prevalencia es de 8.13%, con un índice de fluorosis comunitario de 0.29%.<sup>35</sup>

Se realizó un estudio en la Franja de Gaza, Palestina donde el objetivo fue investigar la historia de lactancia materna y la historia del comportamiento de nutrición durante los primeros 7 años de vida de 350 escolares, para determinar la asociación entre la prevalencia y severidad de la fluorosis dental con las prácticas de lactancia y consumo de nutrientes. Los resultados muestran que no hubo diferencias significativas entre la lactancia la presencia de fluorosis dental, sin embargo la prevalencia de fluorosis dental fue del 87% en niños que usaron fórmula con agua fluorada sustituyendo a la leche materna que tiene concentraciones más bajas de flúor (0.005 hasta 0.010 ppm/L).<sup>36</sup>

En la India se realizó un estudio en 1003 niños de los cuales 619 tenían 5 años de edad y 384 tenían 12 años de edad, se valoró si presentaban fluorosis dental mediante el índice de Dean. Los del grupo de 5 años presentaron una prevalencia del 22.5%, mientras que en los niños de 12 años la prevalencia fue de 76.04%.<sup>37</sup>

En Estados Unidos y Canadá, la fluoración artificial del agua tratada con 1 miligramo por litro (1 ppm) se introdujo en 1945, la prevalencia de caries se redujo de 26% a 60%, sin embargo, en los estratos sociales más bajos los niveles de caries en la población se seguían manteniendo altos por lo que resultaba un problema no resuelto.<sup>34</sup>

Estudios previos expresaron que los niños latinos en Estados Unidos son las personas que tienen peor salud oral con una tasa de utilización baja de los servicios. Por lo cual se realizó un estudio de tipo cualitativo donde se realizaron 49 encuestas de las cuales 26 fueron de inmigrantes mexicanos, se examinó la interpretación de signos dentales y la evaluación de necesidad de tratamiento de los niños, mediante el diseño etnográfico, los resultados fueron que los padres se retrasaban en el tratamiento dental debido a que consideraban la enfermedad de sus hijos como manchas blancas de fluorosis que son muy comunes en el país de México.<sup>38</sup>

Un estudio realizado en Canadá menciona que la leche materna tiene 0.004 ppm y que si obligamos a los niños alimentarlos con mamilas están consumiendo de 0.06



a 1.2 ppm, es decir 300 veces más de lo normal. Por esta razón la mayoría de los países de Europa están normando en contra de la fluoración.<sup>39</sup>

En un estudio realizado en Cuba en 1988, la prevalencia detectada fue de 1.8%.<sup>40</sup> Confirmando los datos obtenidos en otro estudio donde determinan la asociación entre las diferentes concentraciones del ión fluoruro en aguas de consumo y algunas variables geológicas y geográficas de Cuba, obteniendo que de 753 localidades estudiadas 675 (89.6%) presentaron concentraciones de fluoruro bajas o medias menores a 0.7 mg/l. la región donde se presentaron concentraciones elevadas fue en las localidades ubicadas sobre rocas del arco volcánico catedrático.<sup>41</sup>

Las concentraciones de flúor en el agua deben ser constantes y en Brasil en un estudio hecho en la ciudad de Torres, en un periodo de siete meses, encontraron que las concentraciones de flúor dentro de la misma ciudad fluctúan en un rango de 0.29 ppm a 0.91 ppm. Se deben conocer las concentraciones de flúor en el agua, para poder administrar una dosis que le convenga al paciente.<sup>42</sup>

Un estudio transversal en el sur de Brasil evaluó los factores de riesgo para la fluorosis dental (FD) entre los 8 y 12 años. La muestra fueron niños de 20 escuelas y fueron seleccionadas al azar (n = 1196). Ellos fueron entrevistados y sus padres respondieron un cuestionario que fue enviado a casa. La prevalencia del FD era 8.53% (modificado los criterios de Dean), y la prevalencia de grave FD fue de 0.17%. Los resultados de análisis de la regresión logística múltiple indicaron que FD se asoció con una mayor frecuencia de cepillado de dientes y con el uso inicial de dentífrico con fluoruro en la aparición del primer diente. FD no constituye un problema de salud pública en el sur de Brasil.<sup>43</sup>

El objetivo de un estudio en el norte del estado de Minas Gerais, Brasil fue evaluar el impacto funcional y psicosocial de los tratamientos restaurativo estéticos directos, en pacientes con fluorosis endémica. Se evaluaron 53 personas entre 9 y 27 años de edad que fueron tratados con micro abrasión, compuesto dental, o una combinación de ambas técnicas. Se estimaron en base al perfil de Impacto en Salud (OHIP-14) llegando a la conclusión de que después de realizar los tratamientos de

restauración estética directa en pacientes con fluorosis endémica, hubo una mejora significativa en la magnitud del impacto funcional y psicosocial de los trastornos orales.<sup>44</sup>

Estudio de corte transversal, realizado en la Universidad de Cartagena, Colombia durante 2009, se seleccionó una muestra probabilística aleatoria simple con remplazo. Se examinaron 230 niños utilizando el índice de Thylstrup y Fejerskov y se aplicaron encuestas a las madres de los participantes, que indagaba sobre los factores asociados a la fluorosis dental. La prevalencia de la fluorosis dental fue 66.5 %, presentándose un 88.3 % de casos leve y 11.7 % de moderado.<sup>45</sup>

En el estado de Portuguesa, Venezuela, se realizó un estudio para determinar la prevalencia de caries en esta zona endémica de fluorosis dental, se incluyeron 187 sujetos quienes reportaron vivir desde el nacimiento en cuatro áreas con diferentes concentraciones naturales de flúor. Las concentraciones de flúor promedio en agua de cada una de las comunidades seleccionadas fueron:  $1.36 \pm 0.04$  mgF/L en Cogote;  $1.05 \pm 0.11$  mgF/L en Punto Fijo;  $0.99 \pm 0.31$  mgF/L en Playón y  $1.92 \pm 0.16$  mgF/L en San Pablo. Se evaluó la prevalencia de caries con el Índice CPOD y los resultados fueron: Playon  $2.32 \pm 4.17$ , Punto fijo  $0.97 \pm 2.74$ , Cogote  $0.68 \pm 2.03$  y San Pablo  $2.20 \pm 4.24$ , la prevalencia de fluorosis fue: Playon 66.6%, Punto fijo 94%, Cogote 93.1%, San Pablo 68.8%, en este estudio es evidente que el flúor no evita las lesiones cariosas.<sup>46</sup>

Un estudio realizado en Perú muestra que las concentraciones en sal y en agua potable no son las indicadas,<sup>47</sup> se encuentran fuera de los intervalos recomendados por las autoridades gubernamentales y se han encontrado diferentes concentraciones de flúor en un mismo paquete, la monitorización constante de las concentraciones ayuda a la prevención de caries y fluorosis dental.<sup>48</sup>

### **Fluorosis dental en México**

En México, Kuhns en 1888, reportó por primera vez la observación del efecto del flúor en el esmalte dental en una familia de Durango.<sup>7</sup> En la encuesta de salud bucal

realizada por la Secretaría de Salud en la década de 1980 se mostró prevalencia de caries de 95.5% de entre 6 y 14 años de edad, de 1998 a 1999 el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), mostró una prevalencia de fluorosis dental de 1.4% en los pacientes atendidos en el hospital de 1997 a 2001, y en la prevalencia por entidades menciona que el D.F. tenía el porcentaje más alto de 88.7%.<sup>17</sup>

La prevalencia de fluorosis a nivel nacional ha aumentado en los últimos 20 años por ejemplo: en San Luis Potosí, los niveles de flúor en agua eran menores de 0.7 ppm, tenían una prevalencia de 69% y después elevaron los niveles de flúor, llegando a 2 ppm como consecuencia la prevalencia aumentó a 98%. Esto también pasó en el estado de Guanajuato, donde en 1990 el 36% de la población escolar tenía fluorosis dental, en 1994 el 55.8% y en 1998 la fluorosis en la población escolar es de 59.2%.<sup>49</sup>

En el sistema de vigilancia de patologías bucales de 2009, reporta la prevalencia de caries de 96.4% y hace la encuesta de otras patologías como la fluorosis dental encontrando niveles importantes de flúor en el agua de consumo en entidades federativas como: Aguascalientes, Zacatecas y Durango.<sup>17</sup>

En lo que a Jalisco respecta se realizó un estudio en los altos de Jalisco, esta región forma parte de un cinturón volcánico caracterizado por la termalidad de sus aguas subterráneas la concentración de fluoruros en las muestras de agua varió entre 0.1 y 17.7 mg/l. El 45% de las muestras excede el límite permitido por la normatividad (1.5 mg/l). La ingestión total y dosis de exposición a fluoruros estimados está en los rangos de 0.5-18.4 mg/d y 0.04-1.8 mg/kg/d, respectivamente.<sup>24</sup>

En San Luis Potosí se refiere un estudio donde la fluorosis dental sucede en dentición temporal, las concentraciones de flúor en esta población son mayores de 1.3 ppm, además lo atribuyen a que el flúor atraviesa la barrera placentaria y una vez nacido el niño se le alimenta con aguas hervidas durante 15 minutos donde se ha demostrado que hay un incremento de 60 al 70% de la concentración de flúor.<sup>50</sup>

En un estudio realizado en el estado de Campeche se estudiaron 320 niños para determinar la prevalencia de fluorosis dental, empleando el índice de Dean modificado y el índice de fluorosis comunitario. Los resultados mostraron una prevalencia de fluorosis dental de 56.3%, siendo 45% muy leve, 10% leve y 1.3% severa. El índice comunitario de fluorosis (ICF) fue de 0.7.<sup>40</sup>

En el estado de Morelos, México, en la localidad de Tenextepango, se determinó la prevalencia de fluorosis dental, se revisaron 248 escolares. La prevalencia total sumada por categorías fue de 91%, de ellos los niños con fluorosis moderada y grave fue de 17.7% del total de niños, a pesar de vivir en una zona donde las concentraciones de flúor en agua de la red es entre 1.2 y 1.5 ppm y en el agua embotellada se detectaron 0.9 a 1.1 ppm.<sup>51</sup>

Algunos fluoruros ocultos en el estado de Guanajuato son las aguas embotelladas donde las concentraciones fueron de  $1.75 \pm 0.38$  ppm de flúor.<sup>52</sup> Jugos de frutas y bebidas carbonatadas en los estados de Zacatecas, Querétaro, San Luis Potosí y Jalisco, tuvieron niveles de flúor por arriba de la norma, en un rango de  $1.38 \pm 0.55$  ppm a  $3.52 \pm 0.52$  ppm.<sup>53</sup>

En un estudio de 52 pozos municipales de San Luis Potosí, se detectaron niveles de fluoruro de entre 3.0 y 4.0 ppm, en 44% de ellos; de entre 1.0 y 2.0 ppm en 17%; de entre 0.7 y 1.0 ppm en 16%, y de menos de 0.7 ppm en 23% del total de pozos estudiados, sin embargo, la prevalencia de flúor en esta población no puede atribuirse solo al consumo de agua por lo que se realizó un estudio para medir las concentraciones de flúor en las bebidas embotelladas que se consumen en la ciudad, en el caso de los jugos se obtuvo en un rango de 1.32 a 4.40 ppm independientemente del sabor, mientras que la compañías refresqueras indicaron niveles de 2.85 a 3.21 ppm. Esto demostró que las compañías estuvieron por encima de los niveles óptimos.<sup>16</sup>

En Hermosillo, Sonora en una población de 31 niños se midió la ingesta de flúor y su relación con la excreción urinaria, la ingestión media de fluoruros para la colonia



con más alto nivel fue de 5.41 mg/día, mientras que para las restantes la ingestión media fue de 2.31 y de 1.51 mg/día, la ingesta del 63% de flúor es por el consumo de agua, ellos concluyeron que la ingesta de flúor es dos veces mayor en la colonia de mayor nivel socioeconómico.<sup>54</sup>

En Campeche, México se realizó un estudio para determinar si había aumento de la fluorosis dental con relación a la implementación del programa nacional de fluoración en sal doméstica, se utilizaron como referencia 8 cohortes desde los años 1985 a 1992, los resultados mostraron que hubo diferencia significativa en las cohortes que incluían el año 1991, ya que fue el momento de la implementación del programa.<sup>20</sup>

### **Opciones terapéuticas para prevenir la fluorosis dental**

Se recomienda para la prevención de la fluorosis, no dar agua del abastecimiento público a los niños (en zonas con fluorosis). Usar en lo posible agua con el nivel adecuado de flúor. Esto se puede conseguir básicamente de dos maneras: Usando agua embotellada con los niveles adecuados, o conseguir agua en contenedores de cualquier zona sin flúor para el consumo del niño/a.<sup>55</sup>

Además se debe tomar en cuenta el agua que se usa en la elaboración de las comidas, es importante que se utilicen dentífricos con los contenidos óptimos de flúor adecuados a la edad. Entre los 6 meses y los 2 años deben usarse dentífricos con 250 ppm de flúor; entre los 3 y los 6 años, dentífricos con 500 ppm de Flúor y a partir de los 6 años dentífricos con 1000-1450 ppm de flúor.<sup>55</sup>

### **Tratamiento odontológico de la fluorosis dental**

Una opción de tratamiento para la fluorosis dental es la técnica de microabrasión, que fue descrita por primera vez por Walter Kane en 1916, muchos han modificado esta técnica, Espinoza emplea un pasta de ácido clorhídrico al 18% y piedra pómez en polvo, asociado a in sistema rotatorio de pulidores de superficie de acrílico.<sup>56</sup>

También se puede realizar el tratamiento sin sistema rotatorio como el descrito por Croll y Cavanaugh que en 1986 desarrollaron una técnica de aclaramiento por medio de microabrasión con aplicación de una mezcla de ácido clorhídrico al 18% y piedra pómez en igual concentración utilizando un palillo de madera.<sup>57</sup>

En la tentativa de remover estas alteraciones de color y promover, de esta forma, una mejora en la estética de los dientes, diferentes ácidos con varias concentraciones asociados a diferentes abrasivos vienen siendo utilizados en la técnica conocida como microabrasión del esmalte dental, pudiendo estar asociada o no a la técnica de blanqueamiento dental. Dependiendo de las características de cada caso, estas técnicas pueden ser aplicadas en diferente orden.<sup>58</sup>

Normalmente en las lesiones de fluorosis dental leve a moderada se utilizan las técnicas de blanqueamiento y microabrasión siendo suficiente el tratamiento, pero en fluorosis más severas además de las técnicas ya mencionadas se requieren de restauraciones de porcelana, carillas y resinas.<sup>59</sup>

#### **IV. PROBLEMA A EVALUAR EN LA REVISIÓN INTEGRATIVA**

Existe una política de salud definida y aceptada por casi todos los países del mundo en la Asamblea de la OMS, en 1977, denominada "Salud para todos en el año 2000". En 1978, en la reunión de Alma Ata quedó establecida una estrategia específica, que se definió como atención primaria de salud (APS), posteriormente se definió para la región de las Américas, las metas mínimas en salud que deberían ser alcanzadas a través de la atención primaria.<sup>60</sup>

Las estrategias de atención primaria tiene varios elementos que integra diversos programas como: programas dirigidos a poblaciones especiales: madre, niño, trabajador, edad avanzada e incapacitado; programa para la salud general: alimentación, nutrición, salud bucal, salud mental, prevención de accidentes, saneamiento ambiental y programas para la prevención y control de enfermedades.<sup>60</sup>

Después de la ratificación y adopción de la resolución de la asamblea en 1981, la OMS adoptó como primer indicador global del estado de salud bucal un promedio de no más de tres dientes cariados, perdidos y obturados a la edad de 12 años para el año 2000. La Federación Dental internacional (FDI) en 1981 mencionó que el 50% de los niños de 5-6 años debían estar libres de caries, 85% de la población debía tener todos los dientes en boca a los 18 años de edad, reducción en un 50% los niveles de personas edéntulas a los 33-44 años de edad, y la reducción de un 25% de las personas edéntulas a los 65 años de edad.<sup>61</sup>

En 1989 la OMS aprobó la promoción de la salud bucal como parte integrante de "salud para todos para el año 2000". A pesar de estas prioridades y metas, las condiciones de salud bucal en el contexto latinoamericano se expresan como un verdadero mosaico epidemiológico. En México según la primera encuesta nacional de caries y fluorosis dental, 3 de los 21 estados disponibles en el 2000 no cumplieron con dicha meta.<sup>61</sup>

Mencionado lo anterior en el año 2000 se propuso el índice significativo de caries (SiC), que pone mayor atención en el tercio de la población que más presenta caries, la meta propuesta para el 2015 es que a los 12 años de edad el SiC no sea mayor a 3.<sup>61</sup>

La SSA creó la dirección de odontología en la década de 1960 con el objetivo principal de implementar procedimientos preventivos en los diferentes departamentos dentales de los centros de salud del país, difundir especialmente a nivel escolar los principios higiénicos para fomentar la salud y estudiar la viabilidad de fluoración de agua potable o de la sal de consumo.<sup>61</sup>

El 10 de Noviembre de 1980, las Naciones Unidas inauguró el decenio Internacional de abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento, motivada por la enorme deficiencia de las necesidades básicas de los países de tercer mundo, donde los más afectados era las zonas rurales de África, Asia y América Latina.<sup>62</sup>

Se define al agua como un componente de atención primaria en la salud, la disponibilidad hace posible la creación de un medio ambiente higiénico para la prevención de ciertas enfermedades, pero también se ve relacionada con enfermedades que se transmiten por la ingesta de ella por ejemplo la fluorosis. En este tipo de exposición el agua contiene sustancias tóxicas a concentraciones dañinas, que pueden ser de origen natural o artificial.<sup>62</sup>

El agua es necesaria para la supervivencia humana, el consumo varía en cada individuo, depende de la relación del peso, temperatura, dieta, actividades realizadas, cultura, estado de salud, pero en promedio el adulto ingiere de 2 a 2.5 litros, mujeres y niños en una proporción menor.<sup>62</sup>

Por esta razón la fluoración del agua se introdujo en los países de América Latina en las décadas de 1950 y 1960, se realizaron análisis químicos para determinar el contenido de flúor en diferentes estados del país de México, se comenzó el programa de fluoración en las plantas de agua de los Mochis, Sinaloa; Veracruz, Veracruz y Tlatelolco en el D.F., posteriormente hubo cambios administrativos provocando la desaparición de este programa,<sup>61</sup> en la década de 1990 se dejó de hacerlo en la mayoría de los países, entre ellos México.<sup>2</sup>

La fluoruración de la sal es otro programa para la prevención de caries que se ha utilizado en varios países de Europa como Hungría, Francia, Suiza, y en América Latina: Colombia, Costa Rica, Jamaica, Ecuador, Venezuela y México.<sup>63</sup> Surgió con el antecedente de que el consumo insuficiente de yodo en la causa de bocio fue identificado en los Alpes en 1910 y 1920, el papel clave preventivo fue la sal yodada publicada en 1917 por Marine y Kimball, el éxito de esta intervención fue visible, el bocio está prácticamente extinto en Suiza.<sup>64</sup>

Y con estos resultados Wespi comenzó a añadir fluoruro en la sal con el argumento de que la sal sería tan eficaz contra la caries como la fluoración del agua. En este momento la evidencia no estaba disponible de que la fluoración en sal tenía un efecto cariostático.<sup>64</sup>

Las políticas de salud bucal en México son principalmente disminuir la caries dental, debido a ello se implementó el programa de fluoración de la sal.<sup>61</sup> En 1979, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Organización Mundial (OMS) recomiendan en la resolución número 39: El desarrollo de programas de fluoruración de la sal para consumo humano, esta recomendación se llevó a cabo en México en 1981 y a partir de 2005 la Norma Oficial Mexicana NOM-040-SSA1-1993 menciona que no se debe consumir sal fluorada si el agua de consumo excede 0.7 ppm.<sup>29</sup>

Añadir flúor a la sal de uso común es una de las soluciones que se encontraron en la salud pública para la prevención de la caries. Como ventaja tiene un bajo costo y de amplia cobertura.<sup>65</sup> La mayoría de los aditivos alimenticios son químicos, por lo que es necesario controlar la dosis de los mismos en alimentos ya que pueden ser tóxicos.<sup>66</sup>

La Norma Oficial Mexicana NOM-040-SSA1-1993 es la encargada de la sal yodada fluorada y la sal yodada. La sal yodada fluorada debe contener yodo  $30 \pm 10$  mg por kg de sal y de 200 a 250 mg de flúor por kg de sal; para lo cual puede utilizar fluoruro de sodio o fluoruro de potasio.<sup>67</sup> Nayarit es uno de los 15 estados donde se distribuye la sal yodada y fluorurada de manera libre.<sup>29</sup>

Las medidas preventivas de salud pública de fluoración de agua y sal es una de las estrategias más interesantes y controversiales en la odontología,<sup>68</sup> por una parte el "principalísimo ético" menciona que la fluoración del agua pretende proteger como un todo a la comunidad de la presencia de caries dental, buscando un bien común, pero el principio de beneficencia entra en conflicto con el principio de autonomía ya que la medida de fluoración de productos no está libre de ser elegida.<sup>68</sup>

La fluoración como medida de medicación masiva para la prevención de caries dental, asume que los fluoruros que se agregan al agua o a la sal son medicamentos y que por tanto su administración es experimental, por lo tanto debe regularse éticamente como cualquier investigación en seres humanos, esto implica considerar a la comunidad como un grupo de probandos, quienes a través de un consentimiento bajo información deben ser notificados individualmente sobre los

riesgos y beneficios de la intervención, así como de carácter voluntario de su participación y de su derecho a abandonarla cuando lo considere necesario.<sup>68</sup>

Por otro lado el principio de precaución incluye interrogantes sobre la composición y el origen de los compuestos fluorados utilizados, planteando que al no estar aprobados por las instituciones que velan por la seguridad de los alimentos y drogas de consumo humano, su inocuidad para la salud no está asegurada.<sup>68</sup>

Los potenciales efectos tóxicos reportados en diversos estudios justificarían la suspensión de la medida bajo el principio de precaución, el que plantea la necesidad de adoptar una actitud de cautela frente a la incertidumbre en torno a los posibles riesgos de una intervención.<sup>68</sup>

Además algunos de los problemas sociales con los que lidia la fluorosis dental es la estética ,es una de las principales preocupaciones de la mayoría de las personas, se tiende a limitar el concepto de estética a una belleza estructural física, armónica, equilibrio o unidad que se puede denominar como "gracia", "virtud" o "bondad", una gran personalidad puede superar sin duda lo que de alguna forma esta desbalanceado, pero en ocasiones lo comúnmente diferente puede ser desafortunadamente repulsivo ante la sociedad afectando la raíz de sus emociones.<sup>69</sup>

La fluorosis dental provoca deficiencia estética y biológica, lo que predispone a la aparición de caries, sensibilidad dental y maloclusiones. En los casos más severos puede presentar problemas de autoestima por la apariencia de los dientes, y en sus formas más severas serios problemas desde el punto de vista funcional con repercusiones en salud pública dado los altos costos de tratamientos restauradores.<sup>22</sup>

En el contexto de la estética el clínico es solicitado para corregir la imperfección, ya que el individuo comienza a construir su autoestima a edades tempranas y es razón suficiente para que cuando se presenta una condición desagradable el individuo tienda a querer evitarlo lo antes posible.<sup>69</sup>

Otro aspecto asociado al problema fluorosis dental es el análisis costo efectividad, un ensayo clínico reportado en Brasil evalúa la eficacia de resina de ionómero de vidrio y la aplicación de barniz de flúor en primeros molares permanentes en 268 niños de 6 a 8 años de edad, se realizaron 6 grupos donde la distribución fue de 3 con alto riesgo de caries y 3 con bajo riesgo de caries. En los de alto riesgo se manejó un grupo con educación y técnica de cepillado, otro con aplicación de barniz y el tercero con aplicación de resina, lo mismo para los grupos de bajo riesgo de caries. El análisis mostró que el sellado de resina de los primeros molares en niños con alto riesgo tuvo mejor relación costo efectividad de \$225.21 por superficie oclusal salvada.<sup>70</sup>

Un estudio realizado en Campeche México, determinó el impacto de la posición socioeconómica en relación a los defectos del esmalte (DDE) en 925 niños de 6 a 9 años de edad, mediante un análisis de regresión logística multivariada se reportó que los momios de presentar defectos del desarrollo del esmalte aumento 59% en los niños de 8 a 9 años que los de 6 a 7 años, los escolares que visitaban al dentista y los que tenía peor posición socioeconómica presentaron mayor riesgo de presencia de defectos del desarrollo del esmalte.<sup>71</sup>

Marian S. McDonagh y cols. Realizaron una revisión sistémica acerca del contenido de fluoración del agua, incluyeron 214 estudios, 175 estudios examinaron los efectos negativos de la fluoración del agua de los cuales 88 mencionaron la fluorosis dental, la mayoría de estos tenían nivel de evidencia C y a partir de ellos se realizó análisis de regresión para medir la prevalencia de fluorosis a partir de modelos de estimación, mencionando que de 6 personas expuestas a concentraciones de 1 ppm, 1 persona tiende a desarrollar fluorosis de cualquier grado y del total de los que presente fluorosis un cuarto presentaran fluorosis de preocupación estética, la evidencia de reducción beneficiosa de la caries dental está relacionada a la prevalencia de fluorosis dental.<sup>72</sup>



## **V. DESARROLLO DE LA REVISIÓN INTEGRATIVA**

El objetivo de este estudio es analizar las mejores evidencias disponibles publicadas en forma de artículos científicos sobre el conocimiento producido y relacionado sobre el uso de fluoruros y la presencia de fluorosis dental en México, que permitan hacer una evaluación crítica de las posibles ventajas de la aplicación de fluoruros y los efectos adversos de los mismos.

Los criterios de inclusión fueron artículos de primer, segundo y tercer nivel de evidencia según la escala de Oxford de las siguientes bases de datos como la Web of science, Scielo, PubMed, Conrycit, Imbiomed, Dialnet, Cochrane, Embase, Nature, Wiley, Springer y Science Direct que se encuentren en el periodo de 2013 a 2016 de publicación.

El método de búsqueda de información fué exploratorio, se tuvo enfoque en estudios publicados en forma de artículos científicos en las bases de datos anteriormente mencionadas. Como estrategia de búsqueda se utilizó la herramienta de búsqueda avanzada y los filtros disponibles en cada base de datos, las palabras clave se utilizaron de acuerdo al tesoro MeSH: dental fluorosis, dental fluoroses, mottled enamel.

Se incluyeron estudios en inglés y español, una vez terminada la búsqueda la selección y análisis de los estudios fue de acuerdo a los criterios de inclusión y evaluados por dos investigadores de forma independiente usando un instrumento de verificación del nivel de evidencia y grado de recomendación de acuerdo a la escala de Oxford.

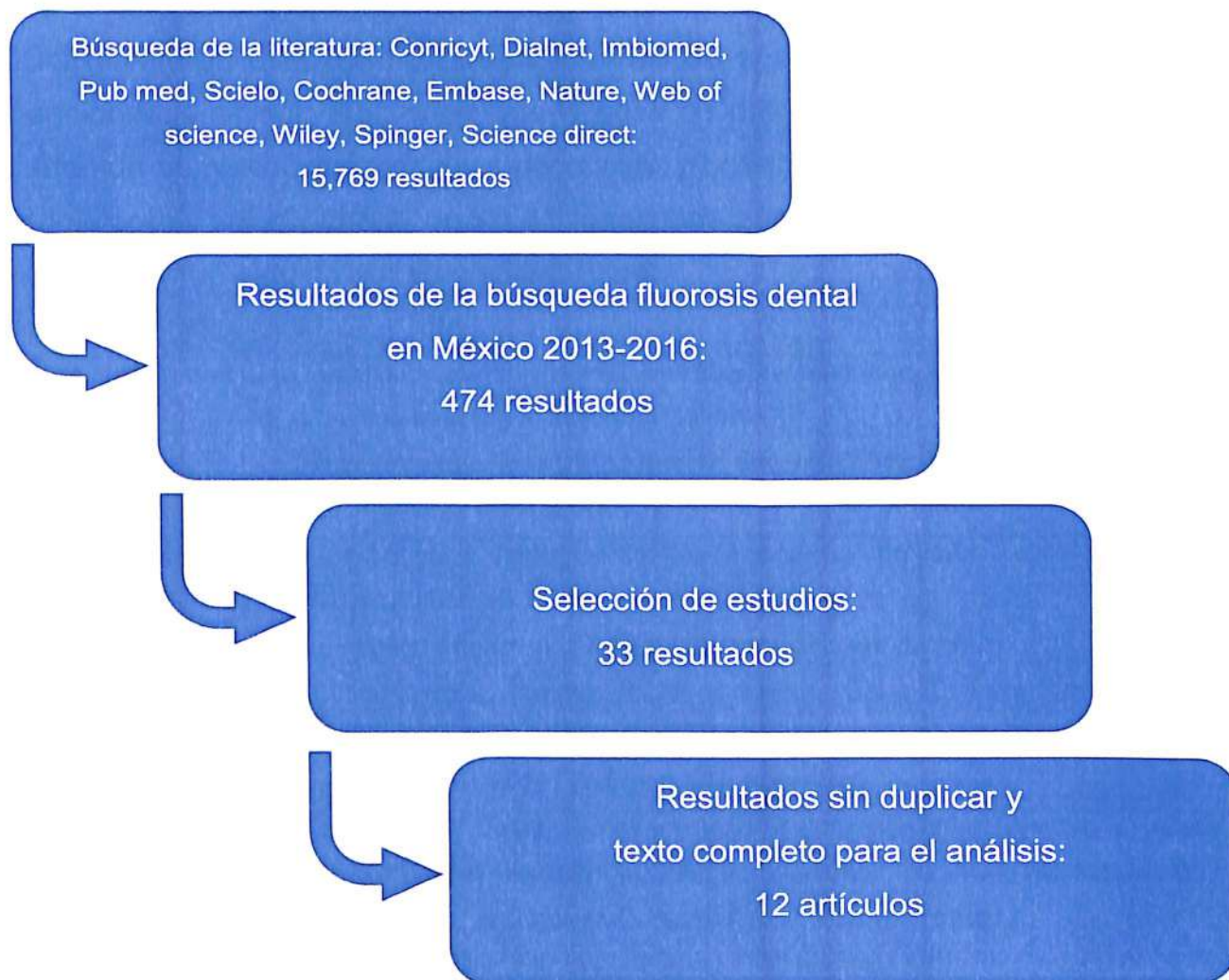
## **VI. RESULTADOS**

El total de los resultados arrojados por las bases de datos anteriores fue: 15, 853 resultados, distribuidos de la siguiente manera. (Tabla 1)

| Tabla 1: Bases de datos consultadas |                             |                  |                         |  |
|-------------------------------------|-----------------------------|------------------|-------------------------|--|
| Base de datos                       | Total de resultados: filtro |                  |                         | Total de elección de resultados, sin repetir y texto completo: 12 resultados |
|                                     | Fluorosis dental            | México 2013-2016 | Selección de resultados |  |
| Conricyt                            | 5,780                       | 61               | 9                       |  |
| Pub Med                             | 2,784                       | 126              | 4                       |  |
| Web Of science                      | 1,725                       | 17               | 8                       |  |
| Embase                              | 91                          | 27               | 1                       |  |
| Wiley                               | 2,158                       | 40               | 0                       |  |
| Springer                            | 29                          | 26               | 0                       |  |
| Nature Science                      | 1                           | 1                | 0                       |  |
| Dialnet                             | 39                          | 5                | 4                       |  |
| Cochrane                            | 96                          | 17               | 0                       |  |
| Imbiomed                            | 42                          | 42               | 5                       |  |
| Scielo                              | 182                         | 31               | 0                       |  |
| Science Direct                      | 2,926                       | 81               | 2                       |  |
| 12 bases de datos                   | 15, 853                     | 474              | 33                      | Totales  |

Una vez aplicados los filtros de acuerdo a la fecha de publicación y a la localidad de estudio, se obtuvo un total de 474 resultados, de estos se revisó uno a uno para verificar que en efecto hayan sido estudios realizados en la población de México, esta selección proporcionó como resultado 33 artículos disponibles, de los cuales los resultados sin repetir y de texto completo fueron 12, posteriormente se analizó el contenido y se determinó que 8 cumplían con los criterios de inclusión ya que 2 de los resultados fueron trabajos de revisión y 2 resultados trabajos descriptivos. (Esquema 1)

Esquema 1:



## Descripción de los estudios

CONRICYT: en esta base de datos además de agregar los filtros anteriormente mencionados se activaron otros que la base de datos presenta, como en tipo de contenido se seleccionó: artículos de revista y boletín informativo; y en disciplina: odontología y salud pública, de los 61 resultados arrojados se seleccionaron 9, sin embargo, 1 fue elegido por su disponibilidad:

| No. | Conricyt      | 9  |
|-----|---------------|--|
| 1   | No disponible | Dental fluorosis: concentration of fluoride in drinking water and consumption of bottled beverages in school children<br>Pérez-Pérez N; Torres-Mendoza N; Borges-Yáñez A; más...<br>The Journal of clinical pediatric dentistry, 2014, Volúmen 38, Número 4  |
| 2   | No disponible | Impact of socio-demographic, socioeconomic, and water variables on dental fluorosis in adolescents growing up during the implementation of a fluoridated domestic salt program<br>Póntigo-Loyola, América P; Medina-Solís, Carlo E; Lara-Carrillo, Edith; más...<br>Odontology, 01/2014, Volúmen 102, Número 1 |
| 3   | No disponible | Fluorosis and Dental Caries in Mexican Schoolchildren Residing in Areas with Different Water Fluoride Concentrations and Receiving Fluoridated Salt<br>García-Pérez, A; Irigoyen-Camacho, M.E; Borges-Yáñez, A<br>Caries Research, 08/2013, Volúmen 47, Número 4   |
| 4   | No disponible | The prevalence of fluorosis in children is associated with naturally occurring water fluoride concentration in Mexico<br>Mariño, Rodrigo<br>The journal of evidence-based dental practice, 09/2013, Volúmen 13, Número 3   |
| 5   | No disponible | A concurrent exposure to arsenic and fluoride from drinking water in Chihuahua, Mexico<br>González-Horta, Carmen; Ballinas-Casarrubias, Lourdes; Sánchez-Ramírez, Blanca; más...<br>International journal of environmental research and public health, 05/2015, Volúmen 12, Número 5                           |
| 6   | No disponible | New Dentistry Study Results Reported from A.P. Pontigo-Loyola et al<br>Health & Medicine Week, 04/2014   |

|   |               |  |
|---|---------------|--|
| 7 | Disponible    | Nutritional status and dental fluorosis among schoolchildren in communities with different drinking water fluoride concentrations in a central region in Mexico<br>Irigoyen-Camacho, M E; García Pérez, A; Mejía González, A; más...<br>The Science of the total environment, 01/2016, Volumen 541 |
| 8 | No disponible | Researchers from Autonomous University Report Findings in Dentistry (Fluoride Exposure Effects and Dental Fluorosis in Children in Mexico City)<br>Health & Medicine Week, 12/2015   |
| 9 | No disponible | New Dentistry Findings from University of Guadalajara Discussed (Early detection of dental fluorosis using Raman spectroscopy and principal component analysis)<br>Health & Medicine Week, 09/2015   |

DIALNET: en su buscador se "colocó dental fluorosis" de 39 resultados que arrojó el buscador, se decidió ordenar por año de publicación y seleccionar solo los que tuvieran los criterios de inclusión de los cuales se obtuvieron 4, sin embargo 1 fue elegido por su disponibilidad:

| No. | Dialnet       | 4  |
|-----|---------------|--|
| 10  | No disponible | Fluorosis dental como factor de riesgo: revisión sistemática<br>L. Marchena Rodríguez, Carlos Fernández Ortega, M. Pérez Heredia, Estela Pérez Ruíz, A. Castaño Seiquer. Pediatría rural y extrahospitalaria, ISSN 1135-4410, Vol. 43, N°. 406, 2013, págs. 73-82  |
| 11  | Disponible    | La caries, gingivitis, periodontitis y la maloclusión siguen siendo las afecciones estomatológicas más frecuentes en la población.<br>Lucio López Martínez, María Gracia Cortés López Martínez, Alejandra Hernández Rodríguez, Efraín Sánchez Sierra, María Argelia López Luna, Sergio Hugo Sánchez Rodríguez. Archivos de medicina, ISSN-e 1698-9465, Vol. 9, N°. 4, 2013 |
| 12  | No disponible | Prevalencia de fluorosis dental en localidades mexicanas ubicadas en 27 estados y el D.F. a seis años de la publicación de la Norma Oficial Mexicana para la fluoruración de la sal<br>Armando Betancourt Lineares, María Esther Irigoyen Camacho, Adriana M. Mejía González. Revista de investigación clínica, ISSN 0034-8376, Vol. 65, N°. 3, 2013, págs. 237-247        |

|    |               |   |
|----|---------------|---|
| 13 | No disponible | Prevalencia de fluorosis dental en ocho cohortes de mexicanos nacidos durante la instauración del Programa Nacional de Fluoruración de la Sal Doméstica<br>A. Casanova, C. Medina, J. Casanova, A. Vallejos, R. De la Rosa, M. Mendoza, J. Villalobos, G. Maupomé. Gaceta médica de México, 2013;149(1):27-35 |
|----|---------------|---|

EMBASE: Se colocó las palabras “dental fluorosis”, los resultados mostraron 4 revistas disponibles y 3 libros no disponibles:

| Revistas: disponibles |  |
|-----------------------|--|
| a)                    | Recent Archives of Oral Biology Articles - Elsevier<br><a href="http://www.journals.elsevier.com/archives-of-oral-biology/recent-articles">www.journals.elsevier.com/archives-of-oral-biology/recent-articles</a>  |
| b)                    | Virtual Special Issue: Drinking Water Contaminants - Virtual Special<br><a href="http://www.journals.elsevier.com/.../virtual-special-issue-drinking-water-contaminants">www.journals.elsevier.com/.../virtual-special-issue-drinking-water-contaminants</a> |
| c)                    | Recent Pediatric Dental Journal Articles - Elsevier<br><a href="http://www.journals.elsevier.com/pediatric-dental-journal/recent-articles">www.journals.elsevier.com/pediatric-dental-journal/recent-articles</a>  |
| d)                    | Recent Micron Articles - Elsevier<br><a href="http://www.journals.elsevier.com/micron/recent-articles">www.journals.elsevier.com/micron/recent-articles</a>  |

| Libros: no disponibles |   |
|------------------------|---|
| a)                     | Fluoride Research 1985 - Elsevier<br><a href="https://www.elsevier.com/books/fluoride.../978-0-444-42678-9">https://www.elsevier.com/books/fluoride.../978-0-444-42678-9</a>  |
| b)                     | The Bioarchaeology of Metabolic Bone Disease, 1st Edition   Megan ...<br><a href="http://store.elsevier.com/The-Bioarchaeology.../isbn-9780123704863/">store.elsevier.com/The-Bioarchaeology.../isbn-9780123704863/</a>           |
| c)                     | Identification of Pathological Conditions in Human Skeletal Remains ...<br><a href="http://store.elsevier.com/Identification-of...in.../isbn-9780125286282/">store.elsevier.com/Identification-of...in.../isbn-9780125286282/</a> |

Se exploró cada revista en el ícono de revisión de artículos, posteriormente se colocó en búsqueda avanzada “dental fluorosis” and “México” en el periodo de 2013 a 2016. La única revista seleccionada de utilidad fue “Virtual Special Issue: Drinking Water Contaminants - Virtual Special” que mostró 81 resultados, se seleccionó 1 artículo por la pertinencia para el estudio, pero no se eligió debido a la repetición.

| No. | Embase     | 1   |
|-----|------------|---|
| 14  | Disponible | Nutritional status and dental fluorosis among schoolchildren in communities with different drinking water fluoride concentrations in a central region in Mexico |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | M.E. Irigoyen-Camacho, A. García Pérez, A. Mejía González, R. Huizar Alvarez Science of The Total Environment, Volume 541, 15 January 2016, Pages 512-519 |
|--|--|---|

IMBIOMED: en ésta revista se colocó "fluorosis dental" en su buscador, mostró 42 resultados, la estrategia de búsqueda fue explorar los resúmenes para seleccionar los que cumplieron con los criterios de inclusión, se eligieron 5 artículos:

| No. | Imbiomed   | 5  |
|-----|------------|--|
| 15  | Disponible | Determinantes de la salud de la fluorosis dental en Nayarit<br>Gutiérrez Rojo Jaime Fabián, Rosas García Alma Rosa, Delgado Sandoval Damaris, Díaz Peña Rogelio. Oral 2013; 14(44) : 975-978   |
| 16  | Disponible | Fluorosis dental en alumnos de primer ingreso en la licenciatura en cirujano dentista de la Universidad de Guadalajara<br>Pérez Patiño Teresa de Jesús, Medina Aguilar Samuel, Arámbulo Galán Teresita, Arámbulo Galán Denisse. Odont Act 2015; 12(150) : 32-43  |
| 17  | Disponible | Fluorosis dental y opciones terapéuticas<br>Nakagoshi Cepeda Sergio Eduardo, Mendoza Tijerina Jaime Adrián, Sánchez Nájera Rosa Isela, Palafox Ibarra Edgar Alejandro, Torre Martínez Hilda Hortencia Hermalinda. Odont Act 2015; 12(150) : 18-21  |
| 18  | Disponible | Prevalencia de fluorosis dental en ocho cohortes de mexicanos nacidos durante la instauración del Programa Nacional de Fluoruración de la Sal Doméstica<br>Casanova Rosado Alejandro José, Medina Solís Carlo Eduardo, Casanova Rosado Juan Fernando, Vallejos Sánchez Ana Alicia, de la Roza Santillana Rubén, Mendoza Rodríguez Martha, Villalobos Rodelo Juan José, Maupomé Cervantes Gerardo. Gac Méd Méx 2013; 149(1) : 27-35 |
| 19  | Disponible | Prevalencia de fluorosis dental en la zona metropolitana de Guadalajara<br>Espinosa Fernández Roberto, Alonso C, Martínez C, Bayardo González Rubén Alberto. RODYB 2014; III(1) : 34-38  |

PUB MED: además de los filtros señalados se eligió textos completos libres y mostró 4 resultados, se eligieron 3 artículos porque 1 presentaba repetición:

| No. | Pub med    | 4  |
|-----|------------|--|
| 20  | Disponible | Fluoride Exposure Effects and Dental Fluorosis in Children in Mexico City. |



|    |            |  |
|----|------------|--|
|    |            | Molina-Frechero N, Gaona E, Angulo M, Sánchez Pérez L, González González R, Nevarez Rascón M, Bologna-Molina R. Med Sci Monit. 2015 Nov 26;21:3664-70.   |
| 21 | Disponible | Association between urine fluoride and dental fluorosis as a toxicity factor in a rural community in the state of San Luis Potosi.<br>Jarquín-Yañez L, de Jesús Mejía-Saavedra J, Molina-Frechero N, Gaona E, Rocha-Amador DO, López-Guzmán OD, Bologna-Molina R. ScientificWorldJournal. 2015;2015:647184.  |
| 22 | Disponible | Drinking water fluoride levels for a city in northern Mexico (durango) determined using a direct electrochemical method and their potential effects on oral health.<br>Molina Frechero N, Sánchez Pérez L, Castañeda Castaneira E, Oropeza Oropeza A, Gaona E, Salas Pacheco J, Bologna Molina R. ScientificWorldJournal. 2013 Nov 20;2013:186392. |
| 23 | Disponible | Dental fluorosis prevalence in eight cohorts of Mexicans born during the implementation of the Fluoridated Domestic Salt National Program.<br>Casanova-Rosado AJ, Medina-Solís CE, Casanova-Rosado JF, Vallejos-Sánchez AA, de la Rosa-Santillana R, Mendoza-Rodríguez M, Villalobos-Rodelo JJ, Maupomé G. Gac Med Mex. 2013 Jan-Feb;149(1):27-35. |

SCIENCE DIRECT: en ésta base de datos solo se colocaron los filtros de los criterios de inclusión, arrojó 81 resultados y se revisaron uno a uno para valorar cual tenía pertinencia con la población mexicana, se observó 2 artículos y se seleccionó 1, ya que el otro mostraba repetición.

| No. | Science direct | 2  |
|-----|----------------|--|
| 24  | Disponible     | Nutritional status and dental fluorosis among schoolchildren in communities with different drinking water fluoride concentrations in a central region in Mexico<br>M.E. Irigoyen-Camacho, A. García Pérez, A. Mejía González, R. Huizar Alvarez Science of The Total Environment, Volume 541, 15 January 2016, Pages 512-519 |
| 25  | Disponible     | The Prevalence of Fluorosis in Children Is Associated With Naturally Occurring Water Fluoride Concentration in Mexico  |

|  |  |
|--|--|
|  | Rodrigo Mariño. Journal of Evidence Based Dental Practice, Volume 13, Issue 3, September 2013, Pages 100-101 |
|--|--|

WEB OF SCIENCE: se aplicaron los filtros de año de publicación, población de México y tipo de documento solo artículos, los resultados fueron 17, de los cuales 8 fueron seleccionados y 1 fue de utilidad debido a la disponibilidad y no repetición.

| No. | Web of science | 8  |
|-----|----------------|--|
| 26  | Disponible     | Nutritional status and dental fluorosis among schoolchildren in communities with different drinking water fluoride concentrations in a central region in Mexico<br>Irigoyen-Camacho, M. E.; García Pérez, A.; Mejía González, A.; et ál. Science of the total environment 541: 512-519.                          |
| 27  | No disponible  | Fluoride Exposure Effects and Dental Fluorosis in Children in Mexico City<br>Molina-Frechero, Nelly; Gaona, Enrique; Angulo, Marina; et ál. Medical science monitor 21: 3664-3670  |
| 28  | No disponible  | Dental Fluorosis: Concentration of Fluoride in Drinking Water and Consumption of Bottled Beverages in School Children<br>Pérez-Pérez, N.; Tones-Mendoza, N.; Borges-Yáñez, A.; et ál. Journal of clinical pediatric dentistry 38(4): 338-344   |
| 29  | Disponible     | Impact of socio-demographic, socioeconomic, and water variables on dental fluorosis in adolescents growing up during the implementation of a fluoridated domestic salt program<br>Póntigo-Loyola, América P.; Medina-Solis, Carlo E.; Lara-Carrillo, Edith; et ál. Odontology 102(1):105-115                     |
| 30  | No disponible  | Dental fluorosis prevalence in Mexican localities of 27 states and the DF: six years after the publication of the Salt Fluoridation Mexican Official Regulation<br>Betancourt-Lineares, Armando; Esther Irigoyen-Camacho, María; Mejía-González, Adriana; et ál. Revista de investigación clínica 65(3): 237-247 |
| 31  | No disponible  | Dental fluorosis prevalence in eight cohorts of Mexicans born during the implementation of the Fluoridated Domestic Salt National Program<br>José Casanova-Rosado, Alejandro; Eduardo Medina-Solis, Carlo; Fernando Casanova-Rosado, Juan; et ál. Gaceta médica de México 149(1): 27-35                          |

|    |               |   |
|----|---------------|---|
| 32 | No disponible | Drinking Water Fluoride Levels for a City in Northern Mexico (Durango) Determined Using a Direct Electrochemical Method and Their Potential Effects on Oral Health<br>Molina Frechero, Nelly; Sánchez Pérez, Leonor; Castañeda Castaneira, Enrique; et ál. Scientific world journal. Número de artículo: 186392 |
| 33 | No disponible | Fluorosis and Dental Caries in Mexican Schoolchildren Residing in Areas with Different Water Fluoride Concentrations and Receiving Fluoridated Salt<br>García-Pérez, A.; Irigoyen-Camacho, M. E.; Borges-Yáñez, A.<br>Caries research 47(4): 299-308  |

De los 33 artículos seleccionados se eliminaron 21 debido a la repetición, quedando 12 para el estudio que en las tablas anteriores se encuentran ubicados con la palabra "**Disponible**" en negrita y se excluyeron 4 debido a que el diseño de estudio no era pertinente para la revisión integrativa.

## VII. DISCUSIÓN Y COMENTARIOS

La presencia de caries dental en el individuo es considerada un problema de salud pública, que en varios casos no recibe tratamiento, provoca dolor, malestares considerables psicológicos y funcionales. La reparación o sustitución de un diente requiere de tiempo en escuelas y trabajos, gastos económicos significativos y constituye una afección característica en la infancia así como en la edad adulta.<sup>1</sup>

El fluoruro es un compuesto que beneficia la prevención de caries en cantidades óptimas, la disolución de esta sustancia es de 2 mg por litro, sin embargo, se debe dejar un margen de seguridad para la ingestión de flúor proveniente de otras fuentes.<sup>62</sup>

México es considerado un país productor y consumidor de alimentos, pero no se termina de comprender todas las implicaciones desfavorables generadas a largo plazo al añadir químicos y nutrientes al alimento para cierto objetivo, por ejemplo el flúor, que en teoría deben ser atóxico y deben de usarse de manera racional por disposiciones regulatorias.<sup>73</sup>

La nutrición y la dieta influyen en la integridad de la cavidad oral y contribuyen a la progresión de las enfermedades orales.<sup>74</sup> existe evidencia en una población en el estado de Morelos, de un análisis antropométrico y la relación de nivel de flúor en dientes, se indicó que los niños que fueron clasificados como de baja talla para la edad, eran más propensos a tener fluorosis dental.<sup>75</sup>

Una inadecuada alimentación tiene repercusiones en la cavidad bucal, agravando enfermedades de la mucosa como periodontopatías y anomalías de formación; la desnutrición se asocia a problemas de desarrollo del esmalte aumentando la vulnerabilidad de la caries. Pese al papel indiscutible en la prevención de la caries, el fluoruro no ha logrado eliminarla, y hay comunidades que no consumen cantidades óptimas de fluoruros, produciendo dicha patología "fluorosis dental".<sup>28</sup>

Al margen de los inciertos efectos tópicos que pueda tener el consumir alimentos con sal fluorada, la intención de suministrar fluoruros sistémicos a la población tendría que ver directamente con el fortalecimiento del esmalte dental en el período de formación del diente. Sin embargo, la formación del esmalte dental se da en los primeros años de vida de los niños. Antes de los seis años ya está formada la mayor parte del esmalte de las coronas dentales. A partir de allí, el flúor sistémico no tiene ningún efecto sobre el esmalte de los dientes en su período de formación.<sup>76</sup>

Sin embargo, aún existe dicho desconocimiento, en México, en el periodo comprendido del año 2001 al 2006, el Sector Salud, por medio de las instituciones como el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) y la Secretaría de Salud, llevó a cabo el programa de atención a la infancia, realizando aplicación tópica de flúor a niños de 5 a 9 años incorporados a preescolar o primaria, independientemente de las características del agua de consumo de cada región y de otros factores relacionados con el consumo de flúor.<sup>77</sup>

En el estado de San Luis Potosí ya hace más de una década existen informes en la literatura de la existencia de altas concentraciones de fluoruro en el agua de los pozos municipales, en donde a pesar de tener las concentraciones ideales de 0.7

mg/L a 2mg/L, presentan tasas del 69% al 98%; por lo tanto, el agua y la sal fluorada no pueden ser consideradas la única fuente de exposición al flúor.<sup>78</sup>

En Durango existen 63 pozos de agua en funcionamiento, situados en una región volcánica rocosa; las concentraciones más altas fueron en la región norte, con niveles de fluoruro hasta 7,2 ppm; esta región es una zona densamente poblada, con un alto porcentaje de niños en edad preescolar de la ciudad, cuyo esmalte dental y los huesos son más susceptibles a la toxicidad del fluoruro y a pesar de los resultados aún existe distribución de sal fluorada.<sup>79</sup>

En el suroeste de Tláhuac en la ciudad de México, en un reciente período de 5 años, existe aumento de fluorosis dental moderado de 26% a 43%, hay estudios que muestran que los sujetos en las mismas condiciones en relación con la exposición a fluoruros pueden presentar diferente gravedad de fluorosis dental y pueden incluso no ser afectados por el problema.<sup>80</sup>

Esto puede deberse a varios factores: diferencia entre la absorción y retención de los fluoruros, la duración de la exposición, el estado nutricional del individuo, la dieta, la posible susceptibilidad genética<sup>80</sup> y algunas variables otras sociodemográficas y socioeconómicas como el consumo de agua de pozos, frecuencia de visitas al odontólogo, hervir el agua antes de consumirla, entre otras.<sup>81</sup>

Es por todo lo anterior que en el año 2012 se llevó a cabo en la Universidad El Bosque los días 11 y 12 de mayo "El Primer Simposio Internacional sobre Flúor y Fluorosis", estuvo guiado por un propósito favorable: investigar desde múltiples perspectivas cómo prevenir enfermedades con amplia difusión en las poblaciones, cómo prevenir la caries y conocer cuáles son los efectos de las medidas que se han adoptado para prevenirla, como la "fluorosis dental".<sup>76</sup>

## **VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

En México se pueden encontrar algunas políticas de salud bucal que promueven la disminución de la caries. La fluoración de la sal fue incorporada a nivel nacional

(1993), sin embargo, en comunidades con concentraciones naturales de fluoruro de agua por encima de 0.7 ppm no se les dio la sal fluorada, con el objetivo de proteger a la población de fluorosis dental.

La revisión permite mencionar que existe poca evidencia de artículos publicados en las bases de datos en los periodos determinados y de moderada calidad que permitan evaluar con certeza los efectos adversos que el flúor pueda ocasionar en la población de México.

Sin embargo, no se debe perder de vista que el efecto adverso de fluorosis dental en la odontología está presente en diversas partes del mundo, así como en el territorio mexicano: Durango, San Luis Potosí, Zacatecas, Sonora, Jalisco, Aguascalientes, Campeche, Guanajuato, Morelos, Nayarit, entre otros. La Organización Mundial de la Salud (OMS) en 2006 mencionó que existe evidencia epidemiológica de fluorosis dental e informó que aproximadamente 70 millones de personas pueden verse afectadas en todo el mundo.

En la literatura es evidente que existe una asociación significativa entre el consumo excesivo de flúor y la presencia de fluorosis dental, además de otras alteraciones como la fluorosis esquelética es por ello que existe una preocupación por evidenciar los conocimientos obtenidos a través de la ciencia.

Los conocimientos encontrados varían en su contenido, algunos hablan de sus efectos adversos: psicológicos, sociales, económicos; otros, de la determinación de cantidades óptimas de consumo, de vigilancia de fuentes de alimentación como sal de mesa, leche, agua, bebidas embotelladas; algunos estudios reportan vigilancia demográfica principalmente en zonas de alto riesgo, como zonas volcánicas y zonas de establecimiento de fábricas de aluminio, ladrillo, etc.

Otros estudios señalan las mejoras de aplicación de fluoruros, asociación de variables como desnutrición, niveles socioeconómicos, desarrollo de tecnologías para cuantificación del flúor, estudios experimentales para valorar otras posibles

afecciones en la salud, promoción de la salud a través de la educación a la población y autoridades sanitarias.

Se recomienda la producción de ensayos clínicos aleatorizados en la población mexicana para futuras revisiones sistemáticas en las que incluso se puedan trabajar con metaanálisis.

Se sugiere la realización de programas de vigilancia preciso en México para identificar todos los factores de riesgo implicados y todas las fuentes de fluoruros disponibles que pueden conducir a este trastorno del esmalte, algunas fuentes son el agua, la sal, bebidas embotelladas (aguas y jugos) alimentos procesados (pescado), té, dentífricos, geles fluorados, pastillas, gotas de flúor y hacer los ajustes pertinentes en dichas compañías para la mejora de la salud.

Posteriormente la adecuación de un programa de educación para reforzar los conocimientos en las autoridades sanitarias ya que son las encargadas de guiar los estilos de vida favorables para la salud ya que durante la gestación y la niñez del individuo el consumo excesivo de flúor es de gran riesgo para el organismo, pudiendo causar fluorosis dental y en casos extremos la denominada fluorosis esquelética.

La prevalencia de fluorosis en áreas sin altos niveles de fluoruro en el agua puede estar relacionado con el uso de otros productos fluorados, a pesar de más de 50 años de investigación, ha sido difícil determinar una concentración de fluoruro del agua "óptima" sin embargo, el rango recomendado es de 0.7 ppm en climas cálidos a 1.2 ppm en climas fríos.

Es importante mencionar que el flúor es un complemento indispensable para la salud dental, pero su uso es de cuidado ya que el consumo excesivo afecta a las células responsables de la formación del esmalte (ameloblastos), dañándolo de manera irreversible.



## **IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Brum N. Cariología. 2da edición, D.F.: Uteha 1994. Pp 21-39.
2. Mariño R, Villa A, Weitz A. Prevención de la caries dental utilizando la leche como vehículo para fluoruros: experiencias Chilenas. Chile: Series en monografías en salud bucodental comunitaria No. 12. 2006. Pp 1-9, 67-73.
3. Villar M. Factores determinantes de la salud: importancia de la prevención. Acta Medica Peruana [internet] 2011 [citado el día 30 de mayo del 2014]; 28(4): 237-41. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1728-59172011000400011&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1728-59172011000400011&script=sci_arttext)
4. Organización mundial de la salud. Centro de prensa. Notas descriptivas. Salud Bucodental. No. 318 [internet]. 2007 [citado el día 27 de mayo del 2014]. Disponible: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs318/es/>
5. Tapia R. Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SSA2-1994, para la prevención y control de enfermedades bucales, publicada el 6 de enero de 1995. [internet] México, DF: Diario Oficial de la Federación. 1999 [citado el día 26 de marzo del 2014]. Disponible en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/m013ssa24.html>
6. Carrillo C. Revisión de los principios de preparación de cavidades. Extensión por prevención o prevención de la extensión. Rev ADM. [internet] 2008. [citado el día 26 de mayo 2014]; 65 (5): 263-71. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2008/od085g.pdf>
7. Higashida B. Odontología preventiva. 1ra edición. D.F.: Mc Graw Hill. 2000. pp 141-95.
8. Escobar F. Odontología pediátrica. 2da edición. Caracas.: Amolca. 2004. pp.128-38.
9. Sciubba R. Patología bucal, correlaciones clínicos patológicos. 3ra edición. D.F.: Mc Graw Hill Interamericana. 2000. Pp 466-75.

10. Chedid S, Guedes-Pinto A. Rehabilitación bucal en odontopediatría. 3ra. Edición. D.F.: Amolca. 2003. Pp 51
11. Betancourt A, Irigoyen M E, Mejía A, Zepeda M, Sánchez L. Prevalencia de fluorosis dental en localidades mexicanas ubicadas en 27 estados y el D.F. A seis años de la publicación de la Norma Oficial Mexicana para la fluorización de la sal. Revista de investigación clínica [internet]. 2013 [citado el día 14 de Marzo del 2014]; 65 (3):237-47. Disponible en: [http://www.imbiomed.com/1/1/articulos.php?method=showDetail&id\\_articulo=95152&id\\_seccion=6&id\\_ejemplar=9299&id\\_revista=2](http://www.imbiomed.com/1/1/articulos.php?method=showDetail&id_articulo=95152&id_seccion=6&id_ejemplar=9299&id_revista=2)
12. Harris N, García G. Odontología preventiva primaria. 2da edición. D.F.: Manual moderno. 2005. pp. 133-97.
13. Hidalgo-Gato I, Duque de Estrada J, Mayor F, Zamora J. Fluorosis dental: no solo un problema estético. Rev Cubana Estomatol [internet]. 2007 [citado 2014 Junio 04]; 44(4). Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S003475072007000400014&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S003475072007000400014&lng=es)
14. Becerra L. Tratado de odontología. Tomo 1. Sao Paulo: Amolca. 2008. Pp 113-49.
15. Katz S, Mc Donald J, Stookey G. Odontología preventiva en acción. 3ra edición. D.F.: Médica panamericana. pp 215-45.
16. Loyola J, Pozos A, Hernández J. Bebidas embotelladas como fuentes adicionales de exposición al flúor. Salud Pública Méx [internet]. 1998 [citado el día 28 de mayo]; 40(5):438-41. Disponible en: <http://bvs.insp.mx/rsp/articulos/articulo.php?id=000852>
17. Secretaría de Salud. Perfil epidemiológico de la salud bucal en México 2010 [Internet] D.F. (Méx): Secretaria de Salud; junio 2011; [citado el día 19 de Mayo 2014] Pág. 28-55. Disponible en:

[http://www.epidemiologia.salud.gob.mx/doctos/infoepid/publicaciones/2011/monografias/P\\_EPI\\_DE\\_LA\\_SALUD\\_BUCAL\\_EN\\_MEXICO\\_2010.pdf](http://www.epidemiologia.salud.gob.mx/doctos/infoepid/publicaciones/2011/monografias/P_EPI_DE_LA_SALUD_BUCAL_EN_MEXICO_2010.pdf)

18. Espinosa R, Alonso C, Martínez C, Bayardo R. Prevalencia de fluorosis dental en la zona metropolitana de Guadalajara. *Revista de operatoria dental y biomateriales* [internet]. 2014 [citado el día 1 de junio del 2014]; 3 (1): 34-8. Disponible en: <http://www.rodyb.com/prevalencia-de-fluorosis-dental-en-la-zona-metropolitana-de-guadalajara/>

19. Secretaria de Salud. Centro nacional de vigilancia epidemiológica y control de enfermedades [Internet]. D.F. (Méx): Secretaria de Salud; abril 2006; [citado el día 25 de Mayo 2014] Disponible en: [http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/ressisi/0001200031506\\_065.pdf](http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/ressisi/0001200031506_065.pdf)

20. Casanova A, Medina C, Casanova J, Vallejos A, De la Rosa R, Mendoza M, Villalobos J, Maupone G. Prevalencia de fluorosis en ocho cohortes de mexicanos nacidos durante la instauración del programa nacional de fluoración de sal doméstica. *Gaceta Médica de México* [internet]. 2013 [citado el día 20 de noviembre del 2014]; 149:27-35. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/gaceta/gm-2013/gm131c.pdf>

21. Capetillo G, Barranca A. *Investigación epidemiológica en odontología*. 1ra edición. D.F.: Fénix. 2014. Pp: 129-38.

22. Núñez H. Fluorosis dental en niños de localidades de Paraguay con elevado tenor de flúor en las aguas de consumo humano. *Mem. Inst. Investig: Cienc. Salud* [internet]. 2011 [citado el día 19 de septiembre del 2015]; 7(1):35-42. Disponible en: <http://scielo.iics.una.py/pdf/iics/v9n1/v9n1a05.pdf>

23. Marín E. El conocimiento nutricional apenas altera la práctica de la alimentación: el caso de las madres de clases populares en Andalucía. *Rev Esp Salud pública* [internet]. 2007 [citado el día del 2014]; 81(5): 519-28. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1135-57272007000500008&script=sci\\_arttext](http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1135-57272007000500008&script=sci_arttext)

24. Hurtado R, Gardea J. Estimación de la exposición a fluoruros en los Altos de Jalisco. *Salud Pública Méx* [internet]. 2005 [citado el día 29 de abril 2014]; 47(1): 58-63. Disponible en: <http://bvs.insp.mx/rsp/articulos/articulo.php?id=000159>
25. Cázares L, Ramos E, Tijerina L. Incremento del riesgo de padecer caries dental por consumo de hidratos de carbono con alto potencial cariogénico. *RESPYN (revista salud pública y nutrición)* [internet]. 2009 [citado el día 3 de mayo del 2014]; 10(3). Disponible en: [http://www.respyn.uanl.mx/x/3/articulos/caries\\_dental.htm](http://www.respyn.uanl.mx/x/3/articulos/caries_dental.htm)
26. Choi A, Sun G, Zhang Y, Grandjean P. Developmental Fluoride Neurotoxicity: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Environmental Health Perspectives* [internet]. 2012 [citado el día 6 d junio del 2014]; 120(10): 1362-68. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3491930/pdf/ehp.1104912.pdf>
27. Gutiérrez J, Rojas A, Delgado D, Díaz R. Determinantes de la salud de la fluorosis dental en Nayarit. *Oral* [internet]. 2013 [citado el día 2 de mayo 2014]; 14(44): 975-78. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/oral/ora-2013/ora1344i.pdf>
28. Moynihan P. Papel de la dieta y la nutrición en la etiología y la prevención de las enfermedades bucodentales [internet]. Organización Mundial de la salud [citado el día 13 de mayo del 2014]. Disponible en: <http://www.who.int/bulletin/volumes/83/9/moynihan0905abstract/es/>
29. Secretaria de salud. Manual para el uso de fluoruros dentales en la República Mexicana [internet] D.F. (Méx): Secretaria de Salud; 2006; [citado el día 3 de Mayo 2014] Disponible en: <http://web.ssaver.gob.mx/saludpublica/files/2011/10/Manual-Uso-de-Fluoruros-dentales.pdf>
30. López-Martínez R. Prevalencia clínica de fluorosis dental en escolares de 12 a 15 años, de dos localidades endémicas del noroeste de México [Tesis doctoral]: Universidad de Granada, departamento de Estomatología. 2011. Pp 52-62.

31. Loyola J, Pozos A, Hernández J, Hernández J. Fluorosis en dentición temporal en un área con hidrofluorosis endémica. *Salud Pública de Méx* [internet] 2000 [citado el día 27 de abril del 2014]; 42(3): 194-200. Disponible en: <http://bvs.insp.mx/rsp/articulos/articulo.php?id=000548>
32. Sánchez S, Pontigo A, Heredia E, Ugalde J. Fluorosis dental en adolescentes de tres comunidades del estado de Querétaro. *Rev Mex Pediatr* [internet]. 2004 [citado el día 28 de Abril del 2014]; 71(1); 5-9. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/pediat/sp-2004/sp041b.pdf>
33. Muzinic Darko, Vrcek D, Ivanisevic A, Matijevic J, Rosin K, Jukic S. Koncentracija fluorida u vodovodnoj vodi i komercijalnim napitcima. *Acta Stomatol Croat* [internet]. 2012 [citado el día 20 de Noviembre del 2014]; 46(1):23-30. Disponible en: [http://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id\\_clanak\\_jezik=116877&lang=en](http://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=116877&lang=en)
34. Marthaler T. Salt fluoridation and oral health. *Acta Médica Académica* [internet]. 2013 [citado el día 17 de mayo de 2014]; 42(2):140-155. Disponible en: [http://www.ama.ba/index.php/ama/article/view/185/pdf\\_18](http://www.ama.ba/index.php/ama/article/view/185/pdf_18)
35. Hou R, Mi Y, Xu Q, Wu F, Ma Y, Xue P, Xiao G, Zhang Y, Wei Y, Yang W. Oral health survey and oral health questionnaire for high school students in Tibet, China. *Head Face Med.* [internet]. 2014 [citado el día 3 de junio del 2014]; 10(1):17. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24884668>
36. Abuhaloob L, Abed Y. Dietary behaviours and dental fluorosis among Gaza Strip children. *Eastern Mediterranean Health Journal* [internet]. 2013 [citado el día 12 de noviembre del 2014]; 19(7): 657-63. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24975312>
37. Mittal M, Chaudhary P, Chopra R, Khattar V. Oral health status of 5 years and 12 years old school going children in rural Gurgaon, India: an epidemiological study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* [internet]. 2014 [citado el día 3 de junio del 2014]; 32(1):3-8. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24531594>

38. Horton S, Barker J. Rural Mexican immigrant parent's interpretation of children's dental symptoms and decisions to seek treatment. *Community Dent Health* [internet]. 2009 [citado el día 13 de mayo del 2014]; 26(4): 216–21. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3523183/>
39. González M. Soza S. ¿Agua de consumo humano con o sin flúor?. *Imbiomed* [internet]. 2013 [citado el día 12 de noviembre del 2014]; 3(1): 86-92. Disponible en: [http://www.imbiomed.com.mx/1/1/articulos.php?id\\_revista=259](http://www.imbiomed.com.mx/1/1/articulos.php?id_revista=259)
40. Beltrán P, Cocom H, Casanova F, Vallejos A, Medina C, Maupomé G. Prevalencia de fluorosis dental y fuentes adicionales de exposición a fluoruro como factores de riesgo a fluorosis dental en escolares de Campeche, México. *Revista de Investigación Clínica* [internet]. 2005 [citado el día 1 de julio del 2014]; 57(4): 532-9. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/revinvcli/nn-2005/nn054f.pdf>
41. Liliam L, García M. El fluoruro en aguas de consumo y su asociación con variables geológicas y geográficas de Cuba. *Rev Panam Salud Pública* [internet]. 2003 [citado el día 29 de junio del 2014]; 14(5): 341-9. Disponible en: [http://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v14n5/18873.pdf?origin=publication\\_detail](http://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v14n5/18873.pdf?origin=publication_detail)
42. Barbería E. *Odontopediatría, caries dental: prevención*. 2da. edición: Masson. 2002. Pp 189-190.
43. Azevedo M, Goettems M, Torriani D, Demarco F. Factors associated with dental fluorosis in school children in southern Brazil: a cross-sectional study. *Braz Oral Res*. [internet]. 2014 [citado el día 3 de junio del 2014]; 28(1):1-7. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24878674>
44. Santa-Rosa T, Ferreira R, Drummond A, De Magallanes C, Vargas A, Ferreira E. Impact of aesthetic restorative treatment on anterior teeth with fluorosis among residents of an endemic area in Brazil: intervention study. *BMC Oral Health*. [internet]. 2014 [citado el día 17 de junio del 2014]; 14:52. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24886223>

45. Arrieta K, González F, Luna L. Exploración del riesgo para la fluorosis dental en niños de las clínicas odontológicas universidad de Cartagena. Rev. Salud pública. [internet]. 2011 [citado el día 24 de junio del 2014]; 13(4): 672-83. Disponible en: <http://www.scielosp.org/pdf/rsap/v13n4/v13n4a12.pdf>
46. Rojas-Sánchez F, Mairobys S, Gómez D, Bentolila R, Santos M, Torres J, Rivera H. Prevalencia de caries dental y fluorosis en áreas de fluorosis endémica en el estado Portuguesa, Venezuela. Acta Odontológica Venezolana [internet]. 2013 [citado el día 16 de Noviembre del 2014]; 50 (1). Disponible en: <http://www.actaodontologica.com/ediciones/2012/1/art7.asp>
47. Arana-Sunohara, Ana. Mapeo de sal con flúor en los mercados de la provincia de Trujillo utilizando el sistema de información geográfica. Rev. Estomatol. Herediana. [internet]. 2006 [citado el día 2 Junio del 2014]; 16 (1):5-8. Disponible en: [http://revistas.concytec.gob.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1019-43552006000100002&lng=es&nrm=iso](http://revistas.concytec.gob.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1019-43552006000100002&lng=es&nrm=iso). ISSN 1019-4355
48. Martínez A, Soto A, Buckley C, Stookey G, Zero D, Margineda J. Evaluación del contenido de flúor en sal de mesa fluorada. Salud pública Méx [internet]. 2004 [citado el día 10 de junio 2014]; 46(3): 197-198. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0036-36342004000300004&lng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342004000300004&lng=es).
49. Camero A, Widmer R. Manual de Odontología pediátrica [internet] Madrid: Harcourt Brace. 1998. [citado el día 28 de Mayo del 2014] Pp 34-55. Disponible en [http://books.google.com.mx/books?id=GlfcgMvugikC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.mx/books?id=GlfcgMvugikC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
50. Loyola J, Pozos A, Hernández J, Hernández J. Fluorosis en dentición temporal en un área con hidrofluorosis endémica. Salud Pública de Méx [internet] 2000 [citado el día 27 de abril del 2014]; 42(3): 194-200. Disponible en: <http://bvs.insp.mx/rsp/articulos/articulo.php?id=000548>



51. Irigoyen M, Muñiz A, Huizar R, Picquart M, Zepeda M, García A. Fluorosis dental y prácticas de salud bucal: Estudio en una zona de Morelos con niveles de flúor en agua superiores al óptimo. *Revista de ciencias clínicas* [internet]. 2010 [citado el día 17 de noviembre del 2014]; 11(1): 36-44. Disponible en: [http://www.imbiomed.com.mx/1/1/articulos.php?method=showDetail&id\\_articulo=66725&id\\_seccion=59&id\\_ejemplar=6698&id\\_revista=11](http://www.imbiomed.com.mx/1/1/articulos.php?method=showDetail&id_articulo=66725&id_seccion=59&id_ejemplar=6698&id_revista=11)
52. Cervantes G, Ortiz B, Ovalle J. Concentración de flúor de ppm de los pozos de agua potable y aguas embotelladas de la ciudad de Salamanca, Guanajuato. *Rev ADM* [internet]. 1998 [citado el día 2 de Junio del 2014]; 55 (1):18-20. Disponible en:[http://www.imbiomed.com.mx/1/1/articulos.php?method=showDetail&id\\_articulo=10478&id\\_seccion=146&id\\_ejemplar=1081&id\\_revista=24](http://www.imbiomed.com.mx/1/1/articulos.php?method=showDetail&id_articulo=10478&id_seccion=146&id_ejemplar=1081&id_revista=24)
53. Galicia L, Juárez M, Molina N. Prevalencia de fluorosis dental y consumo de fluoruros ocultos en escolares del municipio de Nezahualcóyotl. *Gac Méd Méx* [internet] 2009. [citado el día 30 de mayo del 2014]; 145(4): 263-7. Disponibles en: [http://www.anmm.org.mx/GMM/2009/n4/1\\_vol\\_145\\_n4.pdf](http://www.anmm.org.mx/GMM/2009/n4/1_vol_145_n4.pdf)
54. Grijalva M, Barba M, Laborin A. Ingestión y excreción de fluoruros en niños de Hermosillo, Sonora. *Salud Pública Méx* [internet]. 2001 [citado el día 25 de mayo del 2014]; 43(2): 127-34. Disponible en: <http://bvs.insp.mx/rsp/articulos/articulo.php?id=000298>
55. Servicio canario de la salud. Dirección general de salud pública. Prevención de la fluorosis dental. Programa de salud oral. Servicio de promoción de la salud. [internet] Islas Canarias: Gobierno de Canarias; 2010 [citado el día 1 de junio]. Disponible en: <http://www2.gobiernodecanarias.org/sanidad/scs/content/b0aaafe5-5d05-11df-8125-5700e6e02e85/PrevencionDeLaFluorosisDental.pdf>
56. Vázquez J, Rivas R, Coyac R, Gutiérrez J. Microabrasión: alternativa para el tratamiento de fluorosis dental en ortodoncia. *Oral* [internet]. 2011 [citado el día 20 de agosto del 2015]; 12 (38): 739-41. Disponible en: <Http://www.medigraphic.com/pdfs/oral/ora-2011/ora1138c.pdf>

57. Nevárez M, Villegas J, Molina N, Castañeda E, Bolonga R, Nevárez A. Tratamiento para manchas por fluorosis dental por medio de microabrasión sin instrumentos rotatorios. Rev. CES Odont. [internet]. 2010 [citado el día 23 de agosto del 2015]; 23(2):61-6. Disponible en: <http://revistas.ces.edu.co/index.php/odontologia/article/view/1187/860>
58. Casa L, Bassagio W, Batista E, Lia R. Tratamiento de la pigmentación sistémica y la fluorosis por medio de blanqueamiento en consultorio asociado a microabrasión de esmalte. Acta odontológica Venezolana [internet]. 2010 [citado el día 12 octubre del 2015]. 48(2):1-15. Disponible en: <http://www.actaodontologica.com/ediciones/2010/art1.asp>
59. Acuña G, Gonzales L, Bolaños V. Fluorosis dental, tratamiento. Publicaciones científicas facultad de odontología. UCR [internet] 2008 [citado el día 23 de octubre del 2015] 10:10-6. Disponible en: <http://www.revistas.ucr.ac.cr/index.php/Odontos/article/view/4813/4623>
60. Kroeger A, Luna R. Atención primaria de salud. Principios y métodos. [internet]: organización panamericana de la salud, capítulo 1: aspectos pragmáticos de la atención primaria de salud a nivel nacional e internacional. [citado el día 23 de marzo del 2016]. Pp 5. Disponible en: [http://paginas.facmed.unam.mx/deptos/sp/wp-content/uploads/2015/09/bibliografia\\_basica\\_06b.pdf](http://paginas.facmed.unam.mx/deptos/sp/wp-content/uploads/2015/09/bibliografia_basica_06b.pdf)
61. Medina- Solís C, Maupome G, Ávila L, Pérez R, Pelcastre B, Pontigo A. políticas de salud bucal en México: Disminuir las principales enfermedades. Una descripción. Rev Biomed [internet]. 2006 [citado el día 9 de Marzo del 2014]; 17(4): 269-86. Disponible en: <http://www.revbiomed.uady.mx/pdf/rb061745.pdf>
62. McJunki E. Agua y salud humana. 1ra edición. D.F.: Organización Panamericana de la salud No.12. 1986. Pp 21-32, 123-38.
63. Jiménez J, Esquivel R. Prevalencia de caries y fluorosis dental en alumnos de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de

México. Revista ADM [internet]. 2013 [citado el día 15 de Marzo del 2014]; 70 (4):177-82. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2013/od134d.pdf>

64. Marthaler T. Salt fluoridation and oral health. Acta Medica Academica [internet]. 2013 [citado el día 17 de mayo de 2014]; 42(2):140-155. Disponible en: [http://www.ama.ba/index.php/ama/article/view/185/pdf\\_18](http://www.ama.ba/index.php/ama/article/view/185/pdf_18)

65. Soto A, Ureña J, Martínez E. A review of the prevalence of dental fluorosis in México. Pam Am J Public Health [internet]. 2005 [citado el día 27 de mayo del 2014]; 15(1): 9-18. Disponible en: [http://www.scielosp.org/scielo.php?pid=S1020-49892004000100003&script=sci\\_arttext](http://www.scielosp.org/scielo.php?pid=S1020-49892004000100003&script=sci_arttext)

66. Grillo M. Salud pública. D.F.: Mc Graw Hill Interamericana. 1997. Pp 405-434

67. Meljem J. Norma Oficial Mexicana NOM-040-SSA1-1993, Bienes y servicios. Sal yodada y sal yodada fluorurada. Especificaciones sanitarias [internet] México, DF: Diario Oficial de la Federación. 1995 [citado el día 23 de marzo del 2014]. Disponible en: [www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/040ssa13.html](http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/040ssa13.html)

68. Mendoza V. El dilema ético de la fluoración del agua potable. Rev. Méd. Chile [internet]. 2007 [citado el día 13 de septiembre del 2015]; 135(11):1487-93. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S003498872007001100018&lng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S003498872007001100018&lng=es).

69. Espinosa R, Valencia R, Ceja I. Fluorosis dental: etología, diagnóstico y tratamiento. 1ra edición. Madrid: Ripano editorial médica. 2012

70. Pereira T, Savignon M, Pereira C, Pardi V, Ambrosano M, Meneghim M, et al. Análise de custo-efetividade de métodos preventivos para superfície oclusal de acordo com o risco de carie: resultados de um ensaio clínico controlado. Cad. Saude Pública [internet]. 2013 [citado el 27 de octubre del 2015]; 29(1):121-30. Disponible en:

[http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102311X2013001500011&lng=en](http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102311X2013001500011&lng=en).

71. Casanova A, Minaya M, Casanova J, De la Rosa R, Escoffié M, Ortiz J, Medina C. Impacto de la posición socioeconómica sobre los defectos del desarrollo del esmalte en dentición primaria. *Revista CES Odontología* [internet]. 2012 [citado el día 12 de septiembre del 2015] 25(1):23-31. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3977780>

72. McDonagh M, Whiting P, Wilson P, Sutton A, Chestnutt I, Cooper J, Misso K, Bradley M, Treasure E, Kleijnen J. Systematic review of water fluoridation. *BMJ* [internet]. 2000 [citado el día 18 de noviembre del 2014]; 321: 855-9. Disponible en: <http://www.bmj.com/content/321/7265/855?variant=full-text&goto=reply>

73. Torres R. Agentes patógenos transmitidos por alimentos Volumen 1. 1ra edición. Guadalajara: Universidad de Guadalajara. 1999. Pp 13-22, 369-89.

74. Stifano M, Chimenos E, López J, Lozano V. Nutrición y prevención de las enfermedades de la mucosa oral *Odontol Prev* [internet]. 2008 [citado el día 21 de mayo del 2014]; 1(2): 65-72. Disponible en: <http://www.medicinaoral.com/preventiva/volumenes/v1i2/65.pdf>

75. I. Camacho, A. García, A. Mejía, R. Álvarez. El estado nutricional y la fluorosis dental en escolares de comunidades con diferentes concentraciones de fluoruro del agua potable en una región central de México. *Science of The Total Environment* [internet]. 2016 [citado el día 16 de junio 2016]; 541: 512-519. Disponible en: [http://gs3sr3zm5k.search.serialssolutions.com/?ctx\\_ver=Z39.88-2004&ctx\\_enc=info%3Aofi%2Fenc%3AUTF-](http://gs3sr3zm5k.search.serialssolutions.com/?ctx_ver=Z39.88-2004&ctx_enc=info%3Aofi%2Fenc%3AUTF-8&rft_id=info%3Aid%2Fsummon.serialssolutions.com&rft_val_fmt=info%3Aofi%2Ffmt%3Akev%3Amtx%3Ajournal&rft.genre=article&rft.atitle=Nutritional+status+and+dental+fluorosis+among+schoolchildren+in+communities+with+different+drinking+water+fluoride+concentrations+in+a+central+region+in+Mexico&rft.jtitle=The+Science+of+the+total+environment&rft.au=Irigoyen-Camacho%2C+M+E&rft.au=Garc%3%ADa+P%3%A9rez%2C+A&rft.au=Mej%2C)

[8&rft\\_id=info%3Aid%2Fsummon.serialssolutions.com&rft\\_val\\_fmt=info%3Aofi%2Ffmt%3Akev%3Amtx%3Ajournal&rft.genre=article&rft.atitle=Nutritional+status+and+dental+fluorosis+among+schoolchildren+in+communities+with+different+drinking+water+fluoride+concentrations+in+a+central+region+in+Mexico&rft.jtitle=The+Science+of+the+total+environment&rft.au=Irigoyen-Camacho%2C+M+E&rft.au=Garc%3%ADa+P%3%A9rez%2C+A&rft.au=Mej%](http://gs3sr3zm5k.search.serialssolutions.com/?ctx_ver=Z39.88-2004&ctx_enc=info%3Aofi%2Fenc%3AUTF-8&rft_id=info%3Aid%2Fsummon.serialssolutions.com&rft_val_fmt=info%3Aofi%2Ffmt%3Akev%3Amtx%3Ajournal&rft.genre=article&rft.atitle=Nutritional+status+and+dental+fluorosis+among+schoolchildren+in+communities+with+different+drinking+water+fluoride+concentrations+in+a+central+region+in+Mexico&rft.jtitle=The+Science+of+the+total+environment&rft.au=Irigoyen-Camacho%2C+M+E&rft.au=Garc%3%ADa+P%3%A9rez%2C+A&rft.au=Mej%2C)

C3%ADa+Gonz%C3%A1lez%2C+A&ft.au=Huizar+Alvarez%2C+R&ft.date=2016-01-15&ft.eissn=1879-

1026&ft.volume=541&ft.spage=512&ft\_id=info%3Apmid%2F26426374&ft.externalDocID=26426374&paramdict=es-ES

76. Duque C. Las ilusiones sobre la fluorización de la sal. Revista salud del Bosque, [internet]. 2012 [citado el día 12 de febrero del 2016]; 2 (2):55-60. Disponible en: [http://www.uelbosque.edu.co/sites/default/files/publicaciones/revistas/revista\\_salud\\_bosque/volumen2\\_numero2/ilusiones\\_fluorizacion\\_sal-vol2\\_num2.pdf](http://www.uelbosque.edu.co/sites/default/files/publicaciones/revistas/revista_salud_bosque/volumen2_numero2/ilusiones_fluorizacion_sal-vol2_num2.pdf)

77. Azpetia M, Rodríguez M, Sánchez M. Prevalencia de fluorosis dental en escolares de 6 a 15 años de edad. Rev Med Inst Méx Seguro Soc [Internet]. 2008 [citado el día 2 de Junio del 2014]; 46 (1):67-72. Disponible en: [http://revistamedica.imss.gob.mx/index.php?option=com\\_multicategories&view=article&id=982:prevalencia-de-fluorosis-dental-en-escolares-de-6-a-15-anos-de-edad&Itemid=614](http://revistamedica.imss.gob.mx/index.php?option=com_multicategories&view=article&id=982:prevalencia-de-fluorosis-dental-en-escolares-de-6-a-15-anos-de-edad&Itemid=614)

78. L. Jarquín, J. Mejía, N. Molina, E. Gaona, D. Rocha, O. López, 4 y R. Bologna. Asociación entre el fluoruro de orina y fluorosis dental como un factor de toxicidad en una comunidad rural en el Estado de San Luis Potosí. Scientific World Journal [internet]. 2015 [citado el día 16 de junio 2016]; 2015: 647.184. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25789336>

79. N. Frechero, L. Sánchez, E. Castañeda, A. Oropeza, E. Gaona, J. Salas y R. Bologna. Beber niveles de agua con flúor para una ciudad en el norte de México (Durango) determinó utilizando un método electroquímico directo y sus posibles efectos sobre la salud oral. Scientific World Journal [internet]. 2013 [citado el día 16 de junio 2016]; 2013: 186.392. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24348140>

80. N. Molina, E. Gaona, M. Angulo, L. Sánchez, R. González, M. Nevárez, R. Bologna. Efectos de la exposición al fluoruro y fluorosis dental en los niños en la

Ciudad de México. Med Sci Monit [internet]. 2015 [citado el día 16 de junio 2016]; 21: 3664-70. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26609898>

81. A. Pontigo, C. Medina, E. Lara, N. Marín, M. Ramírez, M. Mendoza, R. De la Rosa, G. Maupomé. Impacto de las variables socio-demográficas, socioeconómicas y de agua en la fluorosis dental en adolescentes crecer durante la ejecución de un programa interno sal fluorada. Odontology [internet]. 2014 [citado el día 16 de junio 2016]; 102(1):105-115. Disponible en: <http://link.springer.com/article/10.1007/s10266-012-0094-x>

## **X. ANEXOS**





# Nutritional status and dental fluorosis among schoolchildren in communities with different drinking water fluoride concentrations in a central region in Mexico



M.E. Irigoyen-Camacho <sup>a</sup>, A. García Pérez <sup>b,d,\*</sup>, A. Mejía González <sup>c</sup>, R. Huizar Alvarez <sup>e</sup>

<sup>a</sup> Health Care Department, Metropolitan Autonomous University-Xochimilco, Mexico City, Mexico

<sup>b</sup> Postgraduate Dental Program, School of Dentistry, National Autonomous University of Mexico, Mexico City, Mexico

<sup>c</sup> Oral Health Branch, Ministry of Health, Mexico City, Mexico

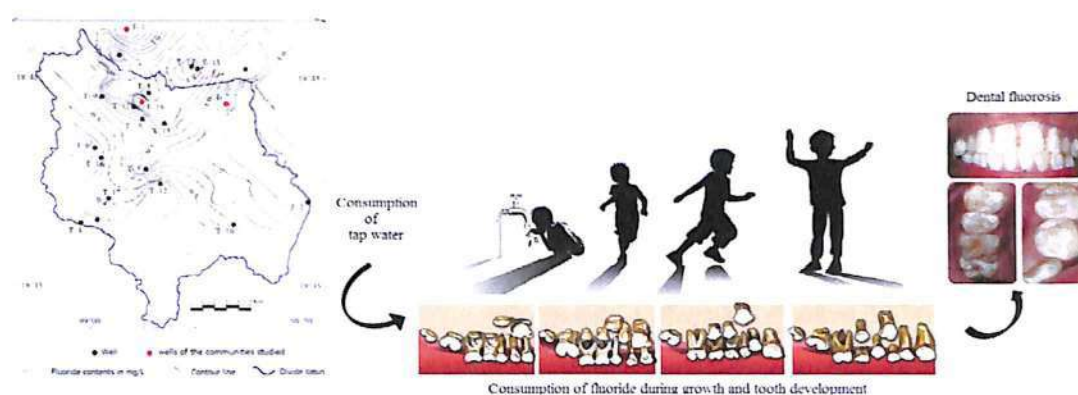
<sup>d</sup> Department of Epidemiology Ocular, Instituto de Oftalmología Conde de Valenciana, Mexico

<sup>e</sup> Institute of Geology, National Autonomous University of Mexico, Mexico City, Mexico

## HIGHLIGHTS

- Children exposed to water  $F \leq 0.70$  mg/l had a low occurrence of moderate/severe fluorosis.
- About a third of children exposed to water  $F = 1.60$  mg/l had moderate/severe fluorosis.
- Children showing undernutrition were more likely to have moderate/severe fluorosis.

## GRAPHICAL ABSTRACT



## ARTICLE INFO

### Article history:

Received 8 August 2015

Received in revised form 16 September 2015

Accepted 16 September 2015

Available online 29 September 2015

Editor: D. Barcelo

### Keywords:

Undernutrition  
Dental fluorosis  
Fluoride

## ABSTRACT

Poor water quality and under nutrition are important factors affecting the health of many communities in developing countries. The aims of this study were: i) to describe the fluoride water concentration and the hydrogeological conditions in a region of a state located in the central in Mexico ii) to measure the association between undernutrition and dental fluorosis in children living in communities with different drinking water fluoride concentrations in a state located in the central region of Mexico.

**Methods:** Field work was performed in the region to identify the prevailing groundwater flow characteristics and water wells were sampled to analyze water fluoride concentration. Children were selected from three communities that had different drinking water fluoride concentrations (i.e., 0.56, 0.70 and 1.60 mg/l). Fluoridated salt was available in these communities. The Thylstrup–Fejerskov Index (TFI) was used to assess dental fluorosis. Categories four or higher of this index involve changes in the entire tooth surface (ITF  $\geq 4$ ). The weight and height of the children were measured. The assessment of undernutrition was based on the World Health Organization

\* Corresponding author at: Departamento de Epidemiología Ocular, Instituto de Oftalmología Conde de Valenciana, IAP, Chimalpopoca # 14, Col. Obrera, Del Cuauhtémoc, México D.F., Mexico.

E-mail address: [agarcia160@hotmail.com](mailto:agarcia160@hotmail.com) (A. García Pérez).



criteria: children were classified as being at risk of low-height (Height-for-Age Z score  $\leq -1.0$  SD) and having low-height (Height-for-Age Z score  $< -2.0$  SD) for age and sex, the same cutoff points of the Z score were used to classify "risk of low-weight" and "low-weight children".

**Results:** In the region the mineralization of the water captured by the wells is the result of a reaction with volcanic materials. The water fluoride concentration in the region ranged from 0.2 to 1.6 mg/l. A total of 734 schoolchildren participated in the study. The percentage of children in fluorosis categories (ITF  $\geq 4$ ) was 15.9%. 21.1% of the children were at risk of low height-for-age, and 8.0% had low height-for-age. The percentage of children with fluorosis (ITF  $\geq 4$ ) was 6.3%, 9.1% and 31.9% ( $p < 0.001$ ) and low high-for-age was 2.9%, 2.5% and 8.4% ( $p < 0.001$ ), for the communities with F concentrations of 0.56 mg/l, 0.70 mg/l and 1.6 mg/l, respectively. The logistic regression model showed an association between dental fluorosis (TFI  $\geq 4$ ) and low height-for-age (OR 2.09,  $p = 0.022$ ) after adjusting for sex, number of teeth erupted, source of drinking water, use of fluoridated toothpaste and tap water fluoride concentration in the community.

**Conclusion:** Children with low height-for-age were more likely to have dental fluorosis in the TFI categories that affect the entire tooth surface. The results suggest that subpopulations with chronic undernutrition are more susceptible to dental fluorosis.

© 2015 Elsevier B.V. All rights reserved.

## 1. Introduction

Fluoride (F) is a trace element important for human health and is obtained primarily through consumption of water. Assessing high concentrations of fluoride in groundwater involves identifying the sources and understanding the processes of transporting and precipitation. Consequently, many studies have been performed regarding the concentration of fluoride and its water–rock interactions in aquifers in different geological scenarios (Nordstrom et al., 1989; Gaciri and Davies, 1993; Saxena and Ahmed, 2001, 2003), it has been found that there are high concentrations of fluoride in groundwater in areas where the bedrock has minerals enriched with fluorine. This compound is gradually dissolved and becomes one of the main trace elements in water (Handa, 1975; Bårdsen et al., 1996).

Excessive fluoride ingestion can cause dental fluorosis and skeletal fluorosis. The World Health Organization (WHO) in 2006 listed 28 countries for which there is epidemiological evidence of dental fluorosis and reported that approximately 70 million people may be affected worldwide (Fawell et al., 2006).

In Mexico, data from the National Survey of Dental Caries (ENCD-2001) found a wide variation in the prevalence of fluorosis across different regions (3.2% to 88.8%) (Irigoyen-Camacho et al., 2013). Dental fluorosis is a public health problem in some states of central and northern Mexico that have high concentrations of fluoride in the drinking water.

The prevalence of dental fluorosis is increasing in many countries (Buzalaf and Levy, 2011). Dental fluorosis is an irreversible condition of the dental structure that is caused by the intake of excessive levels of fluoride during tooth development. The mechanism of fluorosis involves an inadequate substitution of the organic enamel matrix by inorganic material, which results in the hypomineralization of the fluorotic enamel. (Wei et al., 2013). Dental fluorosis at low levels exhibits discrete changes in tooth color and is associated with a lower risk of dental caries. In contrast, severe forms of dental fluorosis result in the staining and pitting of the enamel, and in very severe cases, the deterioration of tooth structure may occur (Fejerskov and Larsen, 1994).

The fluoride exposure level above which dental fluorosis occurs is not clearly established. A daily intake of 0.1 mg/kg has been suggested (Forsman, 1977); however, doses  $\leq 0.03$  mg/kg have been found to produce dental fluorosis in African children (Baelum et al., 1987; Aoba and Fejerskov, 2002). In relation to water safety, the World Health Organization (WHO) guideline value for fluoride is 1.5 mg/l, (WHO, 2006a) a target of between 0.8 to 1.2 mg/l is recommended to maximize caries preventive benefits and minimize harmful effects, such as dental and skeletal fluorosis. Levels above 1.5 mg/l are associated with dental fluorosis in categories where loss of enamel appears (pitting) and deposits on bone; above about 10 mg/l crippling skeletal fluorosis appears (WHO, 2015). Despite more than 50 years of research it has been difficult to determine an "optimal" water fluoride concentration (Aoba

and Fejerskov, 2002). In the U.S., the Health and Human Services Department established changes in the regulation of fluoridated water: it lowered the recommended level to 0.7 mg/l, which was the lower limit of the recommended range until 2011 (0.7 to 1.2 mg/l) (USEPA, 2011).

Many factors influence the degree of fluorosis including regional altitude, individual metabolism (i.e., chronic and acute acid–base disturbances), genetic predisposition, and diet. Additionally, nutritional status has been suggested to affect fluoride metabolism and dental fluorosis (Buzalaf and Whitford, 2011).

Undernutrition results from food intake that is insufficient to meet energy requirements, which is accompanied by low body weight and chronic undernutrition that results in low height-for-age (i.e., stunting) (Lifshitz, 2009). The United Nations International Children's Emergency Fund (UNICEF, 2014) estimated that globally, 161 million children under five years of age had low height-for-age. In Mexico, according to the National Health and Nutrition Examination Survey (ENSANUT 2012), chronic undernutrition (measured by the relationship between height and age) has declined; however, its prevalence is still high (13.6%) among children under 5 years of age, which represents approximately 1.5 million children in Mexico (Rivera-Dommarco et al., 2013).

Few studies have assessed the association between undernutrition and fluorosis. Some studies in developing countries located in areas with high water fluoride levels have identified an association between the prevalence of enamel defects and undernutrition (Rugg-Gunn et al., 1997). Children with undernutrition suffer from alterations in calcium level, low micronutrients, low protein and low energy intake. (Aoba and Fejerskov, 2002).

The aims of this study were i) to describe the fluoride water concentration and the hydrogeological conditions in a state located in the central region of Mexico ii) to measure the association between undernutrition and dental fluorosis in children who live in communities with different drinking water fluoride concentrations in a state located in central Mexico.

## 2. Material and methods

This cross-sectional study's research protocol was reviewed and approved by the Ethics Committee of the Division of Graduate Studies and Research, Faculty of Dentistry, National Autonomous University of Mexico, and ethical aspects of the project were considered.

### 2.1. Study region

The region studied is situated in Morelos, a central State of Mexico. This region is located in the central-east area of this state. It is a plateau with an average elevation is 1200 m above sea level (MASL): on the

North and West sides, the relief is constituted by rocks of marine limestone origin and sandy limestone of the Cretaceous age. On the West, the geological formations correspond to intrusive bodies of granodiorite, quartz, syenite and metamorphic rocks of the Middle Tertiary. To the south, there is a Tertiary volcanic relief; and esites and basalts forming small ragged mountains, separated by narrow, shallow valleys. Inside, the plain of a thick sequence of unconsolidated Quaternary sediments are found which grain size varies from clays to blocks of 2 m in diameter. From a hydrological view point, of the region studied presents a mixed aquifer where water flows from NE to SW (intergranular–fractured), where groundwater flows from northeast to southwest (Huizar-Álvarez et al., 2014).

## 2.2. Laboratory analysis

Eighteen water samples (from 15 wells and 3 natural springs) were collected to determine the content of anions, cations and trace elements. The pH, electrical conductivity and temperature were recorded in the field and in the laboratory. The samples were filtered through a cellulose filter of 0.45 µm, cation samples were acidified with HNO<sub>3</sub>. The content of CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> and HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> was analyzed by the titration method according to American Public Health Association (APHA, 1995) standard methods. The content of other anions was determined by liquid chromatography and by Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS). The cations and trace elements were analyzed by atomic absorption spectrometry and Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS). The water fluoride concentrations were determined using a specific electrode (Thermo Scientific Orion Star™, Waltham, MA, USA) and samples were analyzed according to the Official Mexican Standard NMX-AA-077-SCFI-2001 (NOM, 2001).

## 2.3. Study group

In the study region, of the 18 water sources studied, three wells were selected with fluoride concentrations of 0.56, 0.70 and 1.60 mg/l, respectively. Each of these wells provided water to a community, which were labeled as community 1 (0.56 mg/l), community 2 (0.70 mg/l) and community 3 (1.60 mg/l), respectively. According to the National Population Council (Consejo Nacional de Población, CONAPO, 2010), the three selected communities had a low socioeconomic status based on several socioeconomic indicators, the heads of household had less than six-years of formal education and housing conditions were poor (e.g., most of the homes had earth floors and did not have surge systems). CONAPO, 2010).

In the communities studied, pipe water was supplied by a single well. Data on the fluoride concentration of these wells dating to 2000 show small fluctuations. Children between 8 and 12 years of age who attended public elementary schools were invited to participate in the study. The children who were included in the study had lived in their respective communities since birth. Students who had changed residences for more than six months during their first seven years of life or who had orthodontic appliances were excluded from the study.

A total of 830 consent forms for participation in the study were distributed to the schoolchildren; of these, 799 were signed by their parents (response rate: 96.3%). No significant differences were observed in the response rate by community: 96.0%, 95.5% and 97.0%, in community 1, 2 and 3 ( $p = 0.7194$ ), respectively. Based on the exclusion criteria, 65 students were excluded from the study because 59 were not lifelong residents of their community, and 6 wore an orthodontic appliance; therefore, the data from 734 schoolchildren were analyzed.

## 2.4. Clinical examination

Dental fluorosis was evaluated using the Thylstrup–Fejerskov Index (TFI). Only permanent teeth were examined, the lingual, occlusal and labial surface of each tooth was evaluated (Thylstrup and Fejerskov,

1978). The TFI consist of 10 categories; this index was developed considering the histological changes produced by different degrees of dental fluorosis. In general, the first two categories reflect very mild and mild changes in the dental enamel characterized by white thin opaque lines running across the tooth surface (TFI = 1). When the lines join and form clouds the teeth are classified in TFI = 2. When merging of the white opaque lines occurs and clouds are observed in many areas on the tooth surface TFI = 3 is defined. The moderate and severe form of fluorosis are classified in categories four and higher, in TFI = 4 the entire tooth surface showed a marked opacity or appeared chalky white. This is the most severe category observed immediately after the tooth erupts, in TFI = 5 there is loss of enamel and round pits appear. TFI = 6 the small pits frequently merge in opaque enamel to form bands 2 mm in vertical height, TFI = 7 there is a loss of outermost enamel forming irregular areas, less than half of the surface is involved, TFI = 8 the loss of the outermost enamel involves more than half of the enamel, TFI = 9 the loss of the major part of the outer enamel results in a change of the anatomical shape of the surface/tooth is found (Fejerskov and Larsen, 1994, Thylstrup and Fejerskov, 1978). In the present study categories 4 and higher were used as cutoff value, including children with moderate and severe fluorosis. (DenBesten and Li, 2011). Coded was done on the basis of the two most severely affected teeth. Oral examinations were performed under white light and a No. 5 mouth mirror and a WHO type probe was used. The teeth were wiped and dried with a gauzed before they were examined. International standards were followed for infection control during the oral examinations (Kohn et al., 2004). An experienced standardized examiner, who was blind to the fluoride exposure of the children, performed the oral examinations. A kappa value of 0.87 was obtained for the TFI. To assess repeatability, 10% of the exams were duplicated.

## 2.5. Anthropometry

Nutritional status was classified according to the following World Health Organization Child growth standards criteria: (1) underweight for age and sex, weight-for-age Z (WAZ) score < -2.0 SD; (2) at risk of underweight for age and sex, -1.0 > WAZ score ≥ -2.0 SD; (3) low height-for-age and sex (stunting), height-for-age Z (HAZ) score < -2.0 SD; and (4) at risk of low height-for-age and sex, -1.0 > HAZ score ≥ -2.0 SD (De Onis and Blussner, 2003).

Anthropometry for obtaining the bodyweight and height of the schoolchildren was performed by a standardized nutritionist, and a scale with a stadiometer (Tanita™, model 418, Tokyo, Japan) was used to measure both weight and height. Anthropometry was performed according to international recommendations (WHO, 2006b). The WHO Anthro program was used to calculate the age- and sex-specific Z scores for height and weight (WHO, 2011).

## 2.6. Statistical analysis

To study the association between nutritional status and dental fluorosis, first bivariate analysis between these variables was performed. For categorical variables Pearson Chi-squared test or Fisher exact test were used as appropriate, for continuous variables Kruskal–Wallis one-way analysis of variance test was applied. Second, multiple logistic regression models were developed, in which the dependent variable was dental fluorosis (TFI ≥ 4), and the independent variables were sex, number of erupted teeth, fluoride concentration in water, source of drinking water, use of fluoridated toothpaste, weight-for-age, and height-for-age. Age was excluded from the models because of its collinearity with the anthropometric variables. Because the children were in clusters corresponding to each of the selected communities, models were generated taking into account the possible lack of independence between observations of each group of children and robust standard errors were calculated using the cluster option in the logistic regression analysis. The significance level for the hypothesis tests was  $p < 0.05$ . For

the logistic models the goodness-of-fit test (Hosmer–Lemeshow) was performed. Possible interactions supported by the theory were considered in the models. Stata12 (Stata Corp., College Station, TX, USA) was used for statistical analysis of the data.

3. Results

3.1. Groundwater chemistry

Table 1 shows the amount of the different ions in groundwater captured in the plains, although the relative difference between the concentrations is small, this allows the classification of two hydrochemical facies: calcium and sodium, Ca–Na–Mg–HCO<sub>3</sub> and Na–Ca–Mg–HCO<sub>3</sub>, respectively. Among the trace elements evaluated in water, the F<sup>-</sup> is predominant, the content ranging from 0.20 mg/l to 1.6 mg/l.

The study of the spatial isolines of fluoride concentration showed that it decreases from NE to SW, in the direction of groundwater flow. In addition, it shows that in the South and Southwest of the plain, the fluoride content is less than 1 mg/l. The water extracted from wells 13, 14, 18, 11 and 8 are north and northeast of the study area and they have a higher content of fluoride, ranging from 1.05 to 1.09 mg/l, and a temperature > 25 °C (Table 1). These wells operate constantly, while the other wells operate an average of 9 h a day, the water extracted from the remaining wells having 0.2 to 0.8 mg/l of fluoride and a temperature of < 25 °C (Table 1).

3.2. Study group

A total of 734 children participated in the study; their mean age was 9.50 (± 1.50) years. Of the participants, 51.0% (375) were girls, and 49.0% (361) were boys. Regarding the sources of drinking water, 73.4% and 26.6% of the participants consumed bottled water and tap water, respectively. Of the students, 90.7% used fluoridated toothpaste daily. These children brushed their teeth with fluoridated toothpaste formulated with 1100 to 1450 mg/kg of fluoride.

The overall prevalence of dental fluorosis was 72.3%. According to the TFI classification categories, the prevalence was as follows: TFI 0, 27.7%; TFI 1, 15.8%; TFI 2, 20.6%; TFI 3, 20.0%; and 84.1% of the children had mild forms of dental fluorosis (TFI ≤ 3) and, 15.9% TFI ≥ 4 had fluorosis in levels that affected the entire tooth surface. Table 2 shows the distribution of the participants' demographic characteristics, use of toothpaste and consumption of bottled water by the fluoride concentration in the tap water supplied in the communities (community 1, 0.56 mg/l, community 2, 0.70 mg/l and community 3, 1.60 mg/l). The

Table 1 Water chemistry and field parameter for wells sampled at study area.

| Site | Temp °C | Ca <sup>2+</sup> meq/l | Mg <sup>2+</sup> meq/l | Na <sup>+</sup> meq/l | K <sup>+</sup> meq/l | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> meq/l | Cl <sup>-</sup> meq/l | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> meq/l | F <sup>-</sup> mg/l |
|------|---------|------------------------|------------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|---------------------|
| T-1  | 22.3    | 2.226                  | 1.900                  | 5.204                 | 0.387                | 3.360                               | 2.666                 | 1.667                               | 0.56 <sup>a</sup>   |
| T-2  | 35.3    | 2.188                  | 1.941                  | 2.834                 | 0.133                | 2.564                               | 1.976                 | 2.186                               | 1.20                |
| T-3  | 23.5    | 4.502                  | 1.580                  | 4.148                 | 0.382                | 5.806                               | 2.205                 | 1.824                               | 0.84                |
| T-4  | 25.7    | 4.037                  | 1.661                  | 4.069                 | 0.726                | 6.526                               | 1.839                 | 1.774                               | 0.44                |
| T-5  | 25.9    | 5.817                  | 2.887                  | 7.162                 | 0.372                | 6.638                               | 3.399                 | 2.825                               | 0.98                |
| T-6  | 25.3    | 6.771                  | 1.752                  | 5.041                 | 0.388                | 5.922                               | 1.727                 | 3.331                               | 0.20                |
| T-7  | 26.4    | 7.750                  | 1.252                  | 7.575                 | 0.567                | 8.550                               | 1.721                 | 1.901                               | 0.70 <sup>a</sup>   |
| T-8  | 25.1    | 4.815                  | 4.178                  | 5.694                 | 0.388                | 8.363                               | 2.076                 | 1.823                               | 1.09                |
| T-9  | 23.6    | 4.784                  | 2.072                  | 4.437                 | 0.516                | 6.577                               | 2.894                 | 2.073                               | 0.71                |
| T-10 | 25.9    | 4.271                  | 1.662                  | 1.565                 | 0.269                | 4.594                               | 1.278                 | 0.406                               | 0.60                |
| T-11 | 23.5    | 5.023                  | 2.519                  | 7.962                 | 0.387                | 7.540                               | 2.965                 | 1.978                               | 1.05                |
| T-12 | 25.1    | 1.387                  | 1.382                  | 3.210                 | 0.256                | 3.286                               | 1.977                 | 0.375                               | 0.28                |
| T-13 | 26.2    | 2.852                  | 2.589                  | 1.283                 | 0.503                | 2.399                               | 1.580                 | 3.084                               | 1.50                |
| T-14 | 26.2    | 1.636                  | 2.500                  | 2.488                 | 0.634                | 3.599                               | 1.580                 | 1.321                               | 1.50                |
| T-15 | 23.1    | 3.276                  | 2.641                  | 3.367                 | 0.564                | 5.376                               | 2.269                 | 2.088                               | 1.30                |
| T-16 | 24.4    | 2.016                  | 1.357                  | 4.074                 | 0.408                | 3.447                               | 1.977                 | 1.355                               | 0.50                |
| T-17 | 24.6    | 5.539                  | 2.484                  | 7.373                 | 0.672                | 8.397                               | 4.206                 | 1.458                               | 0.70                |
| T-18 | 26.0    | 4.746                  | 1.069                  | 6.322                 | 0.308                | 8.036                               | 2.542                 | 1.364                               | 1.60 <sup>a</sup>   |

<sup>a</sup> Wells selected that supplied water for the three communities included in the study.

Table 2 Demographic characteristics, source of drinking water, use of toothpaste, tap water fluoride concentration, underweight and low height-for-age of the schoolchildren, by water fluoride concentration in the well of the three selected communities, a, b, c

|   | Community 1                      | Community 2                      | Community 3                      | P                  |
|---|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------|
|   | 0.56 mg/l<br>n (%)<br>350 (47.7) | 0.70 mg/l<br>n (%)<br>121 (16.5) | 1.60 mg/l<br>n (%)<br>263 (35.8) |                    |
| Sex                                     |                                  |                                  |                                  |                    |
| Male                                    | 167 (47.7)                       | 59 (48.8)                        | 134 (50.9)                       | 0.728              |
| Female                                  | 183 (52.3)                       | 62 (51.2)                        | 129 (49.0)                       |                    |
| Age                                     |                                  |                                  |                                  |                    |
| Mean (SD)                               | 9.30 (± 1.15)                    | 10.21 (± 1.38)                   | 9.46 (± 1.83)                    | <0.001             |
| Source of drinking water                |                                  |                                  |                                  |                    |
| Bottled water                           | 250 (71.5)                       | 80 (66.1)                        | 209 (79.5)                       | 0.011              |
| Tap water                               | 100 (28.5)                       | 41 (33.9)                        | 54 (27.6)                        |                    |
| Use of toothpaste                       |                                  |                                  |                                  |                    |
| Yes                                     | 333 (95.1)                       | 119 (98.3)                       | 214 (81.4)                       | <0.001             |
| No                                      | 17 (4.9)                         | 2 (1.7)                          | 49 (18.6)                        |                    |
| Dental fluorosis <sup>a</sup>           |                                  |                                  |                                  |                    |
| TFI = 0                                 | 93 (26.6)                        | 28 (23.1)                        | 82 (31.2)                        | <0.001             |
| TFI = 1                                 | 81 (23.1)                        | 12 (9.9)                         | 23 (8.8)                         |                    |
| TFI = 2                                 | 101 (28.9)                       | 16 (13.2)                        | 34 (12.9)                        |                    |
| TFI = 3                                 | 53 (15.1)                        | 54 (44.6)                        | 40 (15.2)                        |                    |
| TFI ≥ 4                                 | 22 (6.3)                         | 11 (9.1)                         | 84 (31.9)                        |                    |
| Weight-for-age                          |                                  |                                  |                                  |                    |
| WAZ > -1 Z score SD <sup>b</sup>        | 292 (83.4)                       | 103 (85.1)                       | 200 (76.1)                       |                    |
| -1.0 > WAZ score ≥ -2.0 SD <sup>c</sup> | 48 (13.7)                        | 15 (12.4)                        | 41 (15.6)                        | 0.812 <sup>d</sup> |
| WAZ ≤ -2 Z score SD <sup>e</sup>        | 10 (2.9)                         | 3 (2.5)                          | 22 (8.4)                         | 0.008 <sup>f</sup> |
| Height-for-age                          |                                  |                                  |                                  |                    |
| HAZ > -1 Z score SD                     | 271 (77.4)                       | 93 (76.9)                        | 197 (59.3)                       |                    |
| -1 HAZ score ≥ -2 SD <sup>g</sup>       | 65 (18.6)                        | 24 (19.8)                        | 66 (25.1)                        | 0.012 <sup>h</sup> |
| HAZ ≤ -2 Z score SD <sup>i</sup>        | 14 (4.0)                         | 4 (3.3)                          | 41 (15.6)                        | 0.001 <sup>j</sup> |

<sup>a</sup> TFI: Thystrup and Fejerskov Index.

<sup>b</sup> WAZ: weight-for-age Z score SD.

<sup>c</sup> Risk of low weight-for-age (risk of underweight).

<sup>d</sup> Low weight-for-age (underweight).

<sup>e</sup> HAZ height-for-age Z score SD: risk of low height-for-age (risk of stunting).

<sup>f</sup> Low height-for-age (stunting).

<sup>g</sup> P-values comparing with WAZ > -1 Z score SD.

<sup>h</sup> P-values comparing with HAZ > -1 Z score SD.

children who were from the community 3 used bottled water more frequently (79.5%) than did the children who were from the community that had a fluoride concentration of 0.70 mg/l (66.1%) (p = 0.011). In addition, the use of toothpaste was less frequent among the children who were from the community 3 than among the children who were from either of the other communities (p < 0.001).

Of the children, 14.1% were at risk of underweight (-1.0 > WAZ score ≥ -2.0 SD), in the boys 14.7% and in the girls 13.6%, (p = 0.673) were in this category and 4.8% were underweight (WAZ < -2.0 score), in the boys 5.3% and in the girls 4.3%, (p = 0.525). The percentage of children who were at risk of stunting was 21.1% (-1.0 > HAZ score ≥ -2.0 SD), similar percentages were observed between boys (21.9%) and girls (20.3%), (p = 0.590). The percentage of children who were stunted was 8.0% (HAZ < -2.0 score), in the boys 8.3% and in girls 7.8%, (p = 0.773). Table 2 shows the distribution of anthropometric results by the community. No difference in the percentage of children at risk of low weight-for-age (p = 0.812) by community was found, however, a significant difference by community was found in the percentage of underweight children (p = 0.008). The community 3 that had a fluoride concentration of 1.60 mg/l had the highest percentage of underweight and stunted children (p < 0.0001). The prevalence of risk of stunting by sex was comparable in the three communities

studied: community 1, 16.8% and 20.2% ( $p = 0.407$ ), community 2, 22.0% and 17.7% ( $p = 0.554$ ), community 3, 28.4% and 21.7% ( $p = 0.213$ ) in boys and girls, respectively. Accordingly, no differences by sex were detected for the children in the stunting group in the three communities studied: community 1, 4.2% and 3.8% ( $p = 0.861$ ), community 2, 3.4% and 3.3% ( $p = 0.960$ ), community 3, 15.7% and 15.5% ( $p = 0.970$ ). Additionally, by community, no statistically significant differences were observed in the risk of underweight and underweight categories by sex.

Table 3 presents the association between dental fluorosis and basic demographic variables. In the whole group sex was not associated with dental fluorosis, 62 (17.2%) boys and 55 (14.7%) girls had fluorosis ( $TFI \geq 4$ ), ( $p = 0.352$ ). The analysis by community showed a similar pattern in community 1, 9 (5.4%) and 13 (7.1%), ( $p = 0.509$ ), community 3, 44 (32.8%) and 40 (31.0%), ( $p = 0.751$ ) for boys and girls, respectively; however, in community 2, boys, 9 (15.3%) had a statistically significant higher occurrence of fluorosis ( $TFI \geq 4$ ) than girls, 2 (3.2%) ( $p = 0.027$ ). Older age was associated with higher fluorosis ( $TFI \geq 4$ ) ( $p < 0.001$ ). In addition, a higher number of permanent teeth erupted and a higher water fluoride concentration were both associated with fluorosis ( $p < 0.001$ ).

3.3. Dental fluorosis and anthropometry

The results of the bivariate analysis showed that dental fluorosis of  $TFI \geq 4$  was more prevalent (31.4%) in underweight children compared with higher weight children (WAZ score  $-1$  SD) (15.0%) ( $p < 0.001$ ). Similar results were observed between dental fluorosis and stunting, a higher percentage of the stunted children (35.6%) had dental fluorosis of  $TFI \geq 4$  compared with the non-stunted children (HAZ score  $-1$  SD) (13.1%) ( $p < 0.001$ ).

The results of the multivariate logistic regression models are presented in Table 3 dental fluorosis ( $TFI \geq 4$ ) was not associated with underweight (WAZ score  $\leq -2.0$ ) after adjusting for sex, number of erupted teeth, source of drinking water, use of fluoridated toothpaste and concentration of fluoride in the community (Table 3, model 1). Fluorosis was associated with the number of permanent teeth erupted (OR 1.22,  $p < 0.001$ ) and a tap water fluoride concentration of 1.60 mg/l (OR 6.27,  $p < 0.001$ ), using the community that had a fluoride concentration of 0.56 mg/l as the reference (Table 3, model 1). A

significant association was observed in the model for dental fluorosis and low height-for-age: children with a lower Z score for height were approximately twice as likely to have dental fluorosis (OR 2.27,  $p < 0.001$ ) after adjusting for sex, number of erupted teeth, source of drinking water, use of fluoridated toothpaste and concentration of fluoride in the community. In addition, similar to the findings of the model for weight, the number of permanent teeth present and the tap water fluoride concentration were both significantly associated with dental fluorosis. No statistically significant interactions were found (Table 3). The stratified analysis between dental fluorosis and weight-for-age and height-for-age by community is presented in Table 4. The association between underweight and dental fluorosis was significant (OR = 2.71,  $p = 0.034$ ) after adjusting for sex, number of erupted teeth, source of drinking water, and use of fluoridated toothpaste in community 3 (1.60 F mg/l) (Table 4, model 3). In the other two communities, with lower water fluoride concentration, no significant associations were identified between fluorosis and weight-for-age categories (Table 4 models 1–2). Similarly, the stratified analysis for dental fluorosis and low height-for-age showed no significant association between fluorosis and height-for-age in the two communities with lower water fluoride concentration (Table 4 models 4–5); however, a significant association in community 3 was found (OR = 2.54  $p = 0.012$ ) was detected: children who were categorized as low height-for-age were approximately two and a half times as likely to have dental fluorosis after adjusting for sex, number of erupted teeth, source of drinking water, and use of fluoridated toothpaste (Table 4 model 6).

4. Discussion

The sources of fluoride in groundwater include various minerals in the soil and rocks, such as fluorite, apatite, amphibole and micas (Handa, 1975; Pickering, 1985; Wenzel and Blum, 1992; Bardsen et al., 1996; SubbaRao and Devadas, 2003). In the region studied, the mineralization of the water captured by the wells is produced by reacting with volcanic materials of intermediate-acid composition and partly by carbonate rocks. About a third of the wells, which showed the highest fluoride content, operated all day, the continuous water decline can result in the induction of water flow that has a deeper route

**Table 3** Crude and adjusted odds ratios of the associations between dental fluorosis and selected variables, model 1 including weight-for-age, model 2 height-for-age; both models were adjusted for sex, number of teeth, source of drinking water, use of fluoridated toothpaste and water fluoride concentration.a

|                                 | Fluorosis  |             | OR (95% CI) <sup>a</sup> | p                   | Model 1                  |        | Model 2                  |        |
|---------------------------------|------------|-------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|--------|--------------------------|--------|
|                                 | TFI < 4    | TFI ≥ 4     |                          |                     | OR (95% CI) <sup>b</sup> | p      | OR (95% CI) <sup>b</sup> | p      |
| Sex n (%)                       |            |             |                          |                     |                          |        |                          |        |
| Female                          | 319 (85.3) | 55 (14.7)   | 1 <sup>c</sup>           |                     | 1 <sup>c</sup>           |        | 1 <sup>c</sup>           |        |
| Male                            | 298 (82.8) | 62 (17.2)   | 1.20 (0.81–1.79)         | 0.352               | 1.19 (0.78–1.82)         | 0.417  | 1.20 (0.78–1.83)         | 0.409  |
| Num teeth mean (SD)             | 23.8 (1.8) | 24.7 (2.32) | 1.25 (1.13–1.38)         | <0.001              | 1.22 (1.10–1.36)         | <0.001 | 1.23 (1.10–1.37)         | <0.001 |
| Source of drinking water        |            |             |                          |                     |                          |        |                          |        |
| Bottled water                   | 451 (83.7) | 88 (16.3)   | 1 <sup>c</sup>           |                     | 1 <sup>c</sup>           |        | 1 <sup>c</sup>           |        |
| Tap water                       | 166 (85.1) | 29 (14.9)   | 0.90 (0.57–1.41)         | 0.635               | 1.08 (0.80–1.44)         | 0.621  | 1.07 (0.78–1.46)         | 0.685  |
| Use of toothpaste               |            |             |                          |                     |                          |        |                          |        |
| No                              | 53 (77.9)  | 15 (22.1)   | 1 <sup>c</sup>           |                     | 1 <sup>c</sup>           |        | 1 <sup>c</sup>           |        |
| Yes                             | 564 (84.7) | 102 (15.3)  | 0.64 (0.34–1.18)         | 0.151               | 1.25 (0.82–1.92)         | 0.301  | 1.30 (0.81–2.10)         | 0.280  |
| Water F concentration (mg/l)    |            |             |                          |                     |                          |        |                          |        |
| 0.56                            | 328 (93.7) | 22 (6.3)    | 1 <sup>c</sup>           |                     | 1 <sup>c</sup>           |        | 1 <sup>c</sup>           |        |
| 0.70                            | 110 (90.9) | 11 (9.1)    | 1.49 (0.70–3.17)         | 0.300 <sup>c</sup>  | 1.19 (1.06–1.34)         | 0.003  | 1.20 (1.06–1.35)         | 0.003  |
| 1.60                            | 179 (68.1) | 84 (31.9)   | 6.99 (4.23–11.58)        | <0.001 <sup>c</sup> | 6.27 (5.93–6.63)         | <0.001 | 5.85 (5.45–6.29)         | <0.001 |
| Weight-age-sex (Z score DS)     |            |             |                          |                     |                          |        |                          |        |
| WAZ score > -1                  | 506 (85.0) | 89 (15.0)   | 1 <sup>c</sup>           |                     | 1 <sup>c</sup>           |        | 1 <sup>c</sup>           |        |
| -1.0 ≥ WAZ score > -2.0         | 87 (83.6)  | 17 (16.4)   | 1.11 (0.57–2.18)         | 0.760               | 1.11 (0.52–2.37)         | 0.780  | -                        | -      |
| WAZ ≤ -2 Z score                | 24 (68.6)  | 11 (31.4)   | 2.60 (1.56–4.35)         | <0.001              | 1.89 (0.83–4.30)         | 0.127  | -                        | -      |
| Height-for-age-sex (Z score DS) |            |             |                          |                     |                          |        |                          |        |
| HAZ score > -1                  | 452 (86.9) | 68 (13.1)   | 1 <sup>c</sup>           |                     | -                        |        | 1 <sup>c</sup>           |        |
| -1.0 ≥ HAZ > -2.0 Z score       | 127 (81.9) | 28 (18.1)   | 1.47 (1.03–2.07)         | 0.031               | -                        | -      | 1.31 (0.91–1.90)         | 0.145  |
| HAZ ≤ -2 Z score                | 38 (64.4)  | 21 (35.6)   | 3.67 (3.14–4.28)         | <0.001              | -                        | -      | 2.27 (1.71–3.02)         | <0.001 |

<sup>a</sup> Crude odds ratios (OR).

<sup>b</sup> Logistic regression models adjusted odds ratios.

<sup>c</sup> 1 reference category.

Table 4

Stratified analysis by community of the associations between dental fluorosis (TFI  $\geq 4$ ) and weight-for-age (models 1–3) and height-for-age (models 4–6) adjusted for sex, number of teeth, source of drinking water, and use of fluoridated toothpaste.

|                                 | Model 1<br>Community 1<br>0.56 F mg/l<br>OR (95%CI) <sup>a</sup> | Model 2<br>Community 2<br>0.70 F mg/l<br>OR (95%CI) <sup>a</sup> | Model 3<br>Community 3<br>1.60 F mg/l<br>OR (95%CI) <sup>a</sup> | Model 4<br>Community 1<br>0.56 F mg/l<br>OR (95%CI) <sup>a</sup> | Model 5<br>Community 2<br>0.70 F mg/l<br>OR (95%CI) <sup>a</sup> | Model 6<br>Community 3<br>1.60 F mg/l<br>OR (95%CI) <sup>a</sup> |
|---------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| Sex n (%)                       |  |  |  |  |  |  |
| Female                          | 1 <sup>b</sup>   | 1 <sup>b</sup>   | 1 <sup>b</sup>   | 1 <sup>b</sup>   | 1 <sup>b</sup>   | 1 <sup>b</sup>   |
| Male                            | 0.82<br>(0.33–2.00)  | 0.661<br>(1.26–31.30)  | 0.025<br>(0.63–1.82)   | 0.821<br>(0.35–2.13)   | 0.747<br>(1.15–27.50)  | 0.032<br>(0.64–1.89)   |
| Num teeth                       | 1.41<br>(1.11–1.78)  | 0.004<br>(0.68–1.26)   | 0.641<br>(1.10–1.41)   | 1.43<br>(1.13–1.82)  | 0.96<br>(0.79–1.28)  | 0.718<br>(1.10–1.40)   |
| Drinking water                  |  |  |  |  |  |  |
| Bottled water                   | 1 <sup>b</sup>   | 1 <sup>b</sup>   | 1 <sup>b</sup>   | 1 <sup>b</sup>   | 1 <sup>b</sup>   | 1 <sup>b</sup>   |
| Tap water                       | 1.44<br>(0.67–3.61)  | 0.441<br>(0.36–5.67)   | 0.645<br>(0.47–1.79)   | 0.803<br>(0.61–3.87)   | 1.19<br>(0.31–4.66)  | 0.800<br>(0.46–1.76)   |
| Use of toothpaste               |  |  |  |  |  |  |
| No                              | 1 <sup>b</sup>   | 1 <sup>b</sup>   | 1 <sup>b</sup>   | 1 <sup>b</sup>   | 1 <sup>b</sup>   | 1 <sup>b</sup>   |
| Yes                             | 0.83<br>(0.10–6.78)  | 0.864<br>c   | 1.43<br>(0.69–2.96)  | 0.339<br>(0.11–7.11)   | 0.87<br>c  | 0.901<br>1.51<br>(0.72–3.14)                                     |
| Weight-for-age-sex (Z score DS) |  |  |  |  |  |  |
| WAZ > -1                        | 1 <sup>b</sup>   | 1 <sup>b</sup>   | 1 <sup>b</sup>   | -  | -  | -  |
| -1.0 $\geq$ WAZ < -2.0          | 1.11<br>(0.31–4.05)  | 0.869<br>(0.33–10.87)  | 0.467<br>(0.77–3.36)   | 1.61<br>(0.77–3.36)  | 0.201  | 2.71<br>(1.08–6.79)  |
| WAZ $\leq$ -2 Z                 | c  | c  | c  | c  | c  | c  |
| Height-for-age-sex (Z score DS) |  |  |  |  |  |  |
| HAZ > -1                        | -  | -  | -  | 1 <sup>b</sup>   | 1 <sup>b</sup>   | 1 <sup>b</sup>   |
| -1.0 $\geq$ HAZ < -2.0          | -  | -  | -  | 1.93<br>(0.70–5.33)  | 0.207<br>1.42<br>(0.32–6.44)                                     | 0.646<br>1.12<br>(0.58–2.15)                                     |
| HAZ $\leq$ -2 Z                 | -  | -  | -  | 1.58<br>(0.19–13.29)   | 0.674  | 2.54<br>(1.23–5.25)  |

<sup>a</sup> Logistic regression models adjusted odds ratios (ORs).

<sup>b</sup> 1 reference category.

<sup>c</sup> Predicts outcome variable perfectly, dropped in the model.

leading to higher mineralization. Frequently, fluoride content is greater in groundwater flow systems that exist at a greater depth. (Carrillo-Rivera et al., 2002, 2008, Varela-González et al., 2013, Huitzar-Álvarez et al., 2014).

There is some evidence to suggest that several contaminants present in drinking water, besides fluoride, have an impact on the severity of dental fluorosis, although this is a complex question because it is difficult to separate the effect of the different elements present in drinking water considering that its concentrations may be correlated (Selvam, 2015; Kravchenko et al., 2014). This is evident in the case of calcium which may have a protective effect against fluorosis, but frequently calcium-deficient waters correlate with high levels of fluoride (Rafique et al., 2015). Trace elements present in groundwater may affect the development of fluorosis (Rango et al., 2014; Kravchenko et al., 2014). It is possible that the severity of fluorosis observed in the participating children was affected by the different elements present in the drinking water. The hydrogeology evaluation of the chemical characteristics of water is important due to its relationship with the health status of the population, as several ions such as Cr, Pb, As, S, Hg, Ra, I, and Cd, are associated with different diseases (Selinus et al., 2005; Edmunds and Smedley, 2005).

In the present study, the analysis of anthropometry and fluoride level revealed that children who were categorized as low height-for-age were more likely to have dental fluorosis (TFI  $\geq 4$ ) compared with children who were not stunted. There is limited information in the literature on this association, and the data that are available are inconsistent. In Brazilian schoolchildren from Paraíba, undernutrition was not associated with dental fluorosis (Correia-Sampaio et al., 1999). However, the fluoride dosages that the Brazilian children in the study group were exposed to were likely lower than those to which the Mexican schoolchildren in this study group were exposed because both salt (200 mg F<sup>-</sup>/kg salt) and water had fluoride (NOM, 1993). Mexico's

National Salt Fluoridation Program was legislated in 1993; therefore, it is likely that the schoolchildren in the current study were exposed to fluoridated salt from birth (Martinez-Salgado et al., 1993).

It is possible that a high intake of fluoride is necessary for an association between fluorosis and undernutrition to be identified. In the stratified analysis by communities, it was not possible to identify an association between underweight or stunting and dental fluorosis, in communities with 0.56 mg/l or 0.70 F mg/l water fluoride concentrations. Research conducted in Karnataka, India, where the prevalence of underweight and fluorosis was high, found an association between these conditions (Gowri et al., 2013). Another study found an association between developmental defects in teeth and levels of fluoride in drinking water (Ramesh et al., 2011). A study in Saudi Arabian adolescents found an association between undernutrition and enamel defects (Rugg-Gunn et al., 1997). Moreover, a study of more than 45 thousand children who lived in endemic fluorosis areas in India investigated the effects of calcium deficiency on metabolic bone diseases (rickets, osteoporosis, PTH bone disease) and bony leg deformities (genuvarum, genu valgum, rotation and wind-swept); it found that the toxic effects of fluoride were increased in the presence of calcium deficiency. In children with similar levels of fluoride exposure, the prevalence of bone diseases was more than three times as high in children with calcium deficiency than in children with normal levels of calcium intake. The authors concluded that in calcium deficient children, the toxic effects of fluoride manifest at even marginally high (2.5 mg/day) exposures to fluoride (Teotia, et al., 1998).

Nutritional status has an impact on tooth formation because calcium, phosphorous, and vitamins are among the essential nutrients that are required in tooth development. A deficiency in these micronutrients most likely affects both child growth and tooth formation (Mobley and Reifsnider, 2014). Fluoride is also involved in calcium metabolism (Lau and Baylink, 1998). It is also important to consider the effects of

fluoride on cellular metabolism, which can vary by cell type, over time and by exposure concentration (Barbier et al., 2010). For example, in teeth and bones, micromolar concentrations of fluoride promote cell growth and proliferation, whereas millimolar concentrations of fluoride decrease cell proliferation and cause cell death (Mendoza-Schulz et al., 2009).

Laboratory studies suggest that fluoride can induce apoptosis in ameloblasts, odontoblasts and osteoblasts (Karube et al., 2009). Several studies have demonstrated that fluoride negatively influences various cell functions of ameloblasts by inhibiting protein synthesis and secretion and cell cycle progression (Sharma et al., 2008) and promoting oxidative stress and DNA damage; these can lead to cell death (Kubota et al., 2005). The concurrence of undernutrition and high fluoride exposure may affect the severity of dental fluorosis, considering that both, tooth development and growth are processes simultaneously occurring in the human body. Therefore, more studies are required to assess this possible association in other populations.

The prevalence of stunting among the schoolchildren in this study was 8.0%; this is similar to the findings of the National Health and Nutrition Examination Survey, which reported a prevalence of 10.2% in the state of Morelos (ENSANUT) in 2012. Stunting is a reflection of negative effects that have accumulated over time. In Mexico, malnutrition remains a public health problem that primarily affects children living in the poorest areas of the country, where 29.9% of the children under five years of age presented with low height-for-age (Rivera-Dommarco et al., 2013). Malnutrition is one of the ten leading causes of child mortality in Mexico (Fernández-Cantón et al., 2012).

In the community with 0.70 F mg/l an association between fluorosis and sex was observed, males were more likely to show dental fluorosis, some studies had found similar results (Kravchenko et al., 2014); the higher prevalence in boys has been attributed to hormonal factors, a reduction of inhibin-B, free testosterone, and prolactin in serum was observed in males chronically exposed to high levels of fluoride (Ortiz-Pérez et al., 2003). Nonetheless, other studies did not identify an association between fluorosis and sex, as in the communities 1 and 3 in this study (Sukhabogi et al., 2014; Ferreira et al., 2010). More research on the role of hormones and fluoride metabolism is required to elucidate this point.

Of the schoolchildren of the community with 1.60 mg/l, who participated in this study about a third of them did not have dental fluorosis. The reason for the high percentage of children without fluorosis is not clear. We speculate that some families are probably aware of the risk of dental fluorosis in their community and took precautions. For example, a higher percentage of children did not use fluoridated toothpaste compared with the other two communities studied.

Nevertheless, an elevated prevalence of dental fluorosis in categories that affect the appearance of the entire tooth surface was observed in the community with 1.60 F mg/l, which likely resulted from an exposure to multiple sources of fluoride, including fluoride in water and in fluoridated salt. According to Mexican regulation, fluoridated salt should be distributed to communities that have a maximum water fluoride concentration of 0.70 mg/l. Therefore, the children in this study who lived in the community that had a fluoride concentration of 1.60 mg/l should not receive fluoridated salt.

The incidence of fluorosis may increase in many countries because of the following reasons: (1) multiple sources of fluoride and (2) the fact that drinking water will be more difficult to obtain in the future and will require water wells to be deeper, which is associated with higher quantities of fluoride.

A high proportion of the children in this study drank bottled water. Bottled water tends to have lower concentrations of fluoride than tap water (Erickson et al., 2012). In Mexico, the consumption of bottled water does not follow the pattern observed in high-income countries, where more educated consumers drink bottled water. In Mexico, bottled water is consumed because it is considered safer than tap water. However, in the communities studied, the children who drank bottled

water also consumed tap water because it is used for cooking. This is important because the boiling of water may increase its fluoride content by more than 50% of the original concentration during evaporation (Grimaldo et al., 1995). This may explain why an association was not observed between bottled water consumption and a lower prevalence of dental fluorosis in this study.

One limitation of the study is that it had a cross-sectional design, which does not allow for the identification of causal relationships. The children who lived in the community that had the highest water fluoride concentration also had the highest prevalence of underweight and stunting; to try to control for confounding, water fluoride concentration was included in the multivariate analysis models. Additionally, a stratified analysis by community was performed. Nonetheless, the number of children with undernutrition was low in these communities which resulted in low statistical power to identify associations and failure to calculate some regression coefficients in the models; however, an association between fluorosis and stunting and underweight was consistently observed in the community with higher frequency of dental fluorosis (TFI  $\geq$  4). Another limitation of the study is the small number of who were included children who did not use fluoridated toothpaste. In Mexico, the use fluoridated toothpaste is widespread. This may have hampered the ability to find an association between this factor and dental fluorosis.

## 5. Conclusions

An association between low height-for-age and dental fluorosis was identified in this study. This finding is critical, particularly in low-income countries, which have high morbidity and mortality related to nutritional deficiency and endemic fluorosis areas. Moreover, the growing demand for water leads to extraction from deeper groundwater flow systems, where fluoride content is higher. Therefore, it is important to perform water chemical composition evaluations at different depths with the purpose of preventing health risks to the population.

Public health policy makers could target subpopulations with undernutrition living in high fluoride water concentration regions to receive preventive programs that aim to improve the nutritional status of children and to prevent the excessive consumption of fluoride.

## Disclosures

The authors do not have any proprietary interests or conflicts of interest related to this submission.

## Acknowledgments

The authors wish to thank the Master and Doctoral Programs in Medical Sciences, Dentistry, and Health at the Mexico National Autonomous University (Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM) and the Department of Health Care, Division of Biological Sciences and Health,

Metropolitan Autonomous University, Xochimilco (Universidad Autónoma Metropolitana, UAM-X) for their support.

## References

- Aoba, T., Fejerskov, O., 2002. Dental fluorosis: chemistry and biology. *Crit. Rev. Oral Biol. Med.* 13, 155–170.
- APHA, AWWA, WPCF, 1995. Standard methods for examination of water & wastewater (standard methods for the examination of water and wastewater, 19th ed. Public Health Association, Washington, D.C.
- Baelum, V., Fejerskov, O., Manji, F., Larsen, M.J., 1987. Daily dose of fluoride and dental fluorosis. *Tandlaegebladet* 91, 452–456.
- Barbier, O., Arreola-Mendoza, L., Del Razo, L.M., 2010. Molecular mechanisms of fluoride toxicity. *Chem. Biol. Interact.* 188, 319–333.
- Bårdsen, A., Bjorvatn, K., Selving, K.A., 1996. Variability in fluoride content of subsurface water reservoir. *Acta Odontol. Scand.* 54 (6), 343–347.
- Buzalaf, M.A., Levy, S.M., 2011. Fluoride intake of children: considerations for dental caries and dental fluorosis. *Monogr. Oral Sci.* 22, 1–19.



- Buzalaf, M.A., Whitford, G.M., 2011. Fluoride metabolism. *Monogr. Oral Sci.* 22, 20–36.
- Carrillo-Rivera, J.J., Cardona, A., Edmunds, W.M., 2002. Use of abstraction regime and knowledge of hydrogeological conditions to control high-fluoride concentration in abstracted groundwater: San Luis Potosí basin, Mexico. *Journal Hydrology*, 26, 24–47.
- Carrillo-Rivera, J.J., Cardona, A., Huizar-Alvarez, R., Graniel-Castro, E., 2008. Response of the interaction between groundwater and others components of the environment in Mexico. *Environ. Geol.* 55, 303–319.
- CONAPO, 2010. Marginalization index by locality. National Population Council based on the Population and Housing Count 2010 (in Spanish) [http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices\\_de\\_Marginacion\\_Publicaciones](http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices_de_Marginacion_Publicaciones) (last accessed April 2015).
- Correia-Sampaio, F., Ramm Von Der Fehr, F., Arneberg, P., Petrucci-Gigante, D., Hatley, A., 1999. Dental fluorosis and nutritional status of 6- to 11-year-old children living in rural areas of Paraíba, Brazil. *Caries Res.* 33, 66–73.
- DenBesten, P., Li, W., 2011. Chronic fluoride toxicity: dental fluorosis. *Monogr. Oral Sci.* 22, 81–96.
- De Onis, M., Blussner, M., 2003. The world health organization global database on child growth and malnutrition: methodology and applications. *Int. J. Epidemiol.* 32, 518–526.
- Edmunds, W.M., Smedley, P.L., 2005. Fluoride in natural waters. In: Selinus, O. (Ed.), *Essential of Medical Geology*. Elsevier, Academic Press, Burlington, pp. 301–329.
- Erickson, J., Abordonado, A., Jain, A., Jain, A., Sheehy, T.J., 2012. Moving Mexico back to tap water: strategies to restore confidence in the water system. *Policy Matters Journal*, 10, 40–49.
- Fawell, J., Bailey, K., Chilton, J., Dahi, E., Fewtrell, L., Magara, Y., 2006. Fluoride in Drinking Water, World Health Organization, IWA Publishing, London, UK [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/fluoride\\_drinking\\_water\\_full.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/fluoride_drinking_water_full.pdf) (Last accessed January 2015).
- Fernández-Cantón, S., Gutiérrez-Trujillo, G., Viguri-Urbe, R., 2012. Principal causes of childhood mortality in Mexico: recent trends. *Bol. Med. Hosp. Infant. Mex.* 69, 144–148.
- Ferreira, E.F., Vargas, A.M., Castilho, L.S., Velásquez, L.N., Fantinel, L.M., Abreu, M.H., 2010. Factors associated to endemic dental fluorosis in Brazilian rural communities. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 7, 3115–3128.
- Forsman, B., 1977. Early supply of fluoride and enamel fluorosis. *Scand. J. Dent. Res.* 85, 22–30.
- Fejerskov, O., Larsen, M.J., Richards, A., Baelum, V., 1994. Dental tissue effects of fluoride. *Adv. Dent. Res.* 81, 15–31.
- Gaciri, S.J., Davies, T.C., 1993. The occurrence and geochemistry of fluoride in some natural waters of Kenya. *J. Hydrol.* 143, 395–412.
- Grimaldo, M., Borja-Aburto, V.H., Ramirez, A.L., Ponce, M., Rosas, M., Diaz-Barriga, F., 1995. Endemic fluorosis in San Luis Potosí, Mexico. Identification of risk factors associated with human exposure to fluoride. *Environ. Res.* 68, 25–30.
- Gowri, S., Parappa, S., Manjula, R., Ramesh, M., Sarojini, H., 2013. The association between malnutrition, sorghum (jowar) and dental fluorosis among school children in urban field practice area of S.N. Medical College, Bagalkot, Karnataka. *Indian J. Contemp. Dent.* 1, 14–17.
- Handa, B.K., 1975. Geochemistry and genesis of fluoride containing ground waters in India. *Groundwater* 13, 275–281.
- Huizar-Alvarez, R., Varela-González, G., Espinoza Jaramillo, M.M., 2014. Groundwater flow systems and fluoride content in the water of Tenextepango, Morelos, Mexico. *Rev. Mex. Cienc. Geol* 31, 238–247.
- Irigoyen-Camacho, M.E., Mejía-González, A., Zepeda-Zepeda, M., Sánchez-Pérez, L., 2013. Dental fluorosis prevalence in Mexican localities of 27 states and the D.F.: six years after the publication of the salt fluoridation Mexican official regulation. *Rev. Investig. Clin.* 65, 237–247.
- Karube, H., Nishitai, G., Inagada, K., et al., Kurosu, H., Matsuoka, M., 2009. NaF activates MAPKs and induces apoptosis in odontoblast-like cells. *J. Dent. Res.* 88, 461–465.
- Kohn, W.G., Harte, J.A., Malvitz, D.M., Collins, A.S., Cleveland, J.L., Eklund, K.J., Centers for Disease Control and Prevention, 2004. Centers for disease control and prevention: guidelines for infection control in dental health care settings 2003. *J. Am. Dent. Assoc.* 135, 33–47.
- Kravchenko, J., Rango, T., Akushevich, L., et al., 2014. The effect of non-fluoride factors on risk of dental fluorosis: evidence from rural populations of the Main Ethiopian Rift. *Sci. Total Environ.* 488–489, 595–606.
- Kubota, K., Lee, D.H., Tsuchiya, M., et al., 2005. Fluoride induces endoplasmic reticulum stress in ameloblasts responsible for dental enamel formation. *J. Biophys. Chem.* 280, 23194–23202.
- Lau, K.H., Baylink, D.J., 1998. Molecular mechanism of action of fluoride on bone cells. *J. Bone Miner. Res.* 13, 1660–1667.
- Lifshitz, F., 2009. Nutrition and growth. *J. Clin. Res. Pediatr. Endocrinol.* 1, 157–163.
- Lifshitz, F., 2009. Nutrition and growth. *J. Clin. Res. Pediatr. Endocrinol.* 1, 157–163.
- Martínez-Salgado, H., Tovar-Zamora, E., Chávez-Villasana, A., Armendáriz, D.M., Baz-Díaz-Lombardo, G., 1993. Family and Individual Consumption of Table Salt in the State of Mexico 35. *Salud Pública Mex.* pp. 630–636.
- Mendoza-Schulz, A., Solano-Agama, C., Arreola-Mendoza, L., Reyes-Márquez, B., Barbier, O., Del-Razo, L.M., Mendoza-Garrido, M.E., 2009. The effects of fluoride on cell migration, cell proliferation, and cell metabolism in GH4C1 pituitary tumour cells. *Toxicol. Lett.* 190, 179–186.
- Mobley, C., Reifsnider, E., 2014. Pregnancy, child nutrition and oral health. In: Touger-Decker, R., Sirois, D., Mobley, C.C. (Eds.), *Nutrition and Oral Medicine*. Humana Press: Totowa, New Jersey, pp. 17–30.
- NOM, 2001. Norma Oficial Mexicana, NMX-077-SCFI-2001. Análisis de aguas. Determinación de fluoruros en aguas naturales, residuales y residuales tratadas. Diario Oficial de la Federación, México.
- NOM, 1993. Norma Oficial Mexicana, NOM-040-SSA1-1993. Sal Yodada y Sal Fluorurada. Diario Oficial de la Federación, Secretaría de Salud, México.
- Nordstrom, D.K., Ball, J.W., Donahoe, R.J., Whittmore, D., 1989. Groundwater chemistry and water-rock interactions at stripa. *Geochim. Cosmochim. Acta* 53, 1727–1740.
- Ortiz-Pérez, D., Rodríguez-Martínez, M., Martínez, F., et al., 2003. Fluoride-induced disruption of reproductive hormones in men. *Environ. Res.* 93, 20–30.
- Pickering, W.F., 1985. The mobility of soluble fluoride in soils. *Environ. Pollut.* 9, 281–308.
- Rafique, T., Naseem, S., Ozsvath, D., Hussain, R., Bhangar, M.I., Usmani, T.H., 2015. Geochemical controls of high fluoride groundwater in Umankot Sub-District, Thar Desert, Pakistan. *Sci. Total Environ.* 530–531, 271–278.
- Ramesh, G., Nagarajappa, R., Raghunath, V., Manohar, R., 2011. Developmental defects of enamel in children of Davangere District and their relationship to fluoride levels in drinking water. *Asia Pac. J. Public Health* 23, 341–348.
- Rango, T., Vengosh, A., Jeuland, M., Tekle-Haimanot, R., Weinthal, E., Kravchenko, J., Paul, C., McCornick, P., 2014. Fluoride exposure from groundwater as reflected by urinary fluoride and children's dental fluorosis in the Main Ethiopian Rift Valley. *Sci. Total Environ.* 496, 188–197.
- Rivera-Dommarco, J.A., Cuevas-Nasu, L., González de Cosío, T., Shamah-Levy, T., García-Feregrino, R., 2013. Stunting in Mexico in the last quarter century: analysis of four national surveys. *Salud Pública Mex.* 55 (suppl. 2), S161–S169.
- Rugg-Gunn, A.J., Al-Mohammadi, S.M., Butler, T.J., 1997. Effects of fluoride level in drinking water, nutritional status, and socio-economic status on the prevalence of developmental defects of dental enamel in permanent teeth in Saudi 14-year-old boys. *Caries Res.* 31, 259–267.
- Saxena, V.K., Ahmed, S., 2001. Dissolution of fluoride in groundwater, a water-rock interaction study. *Environ. Geol.* 40, 1084–1087.
- Saxena, V.K., Ahmed, S., 2003. Inferring the chemical parameters for the dissolution of fluoride in groundwater. *Environ. Geol.* 43, 731–736.
- Sharma, R., Tsuchiya, M., Bartlett, J.D., 2008. Fluoride induces endoplasmic reticulum stress and inhibits protein synthesis and secretion. *Environ. Health Perspect.* 116, 1142–1146.
- Selinus, O., Alloway, B., Centeno, J.A., Finkelman, R.B., Fuge, R., Lindh, U., Smedley, P., 2005. *Essential of Medical Geology – Impacts of Natural Environment on Public Health*. Academic Press, Amsterdam Elsevier.
- Selvam, S., 2015. A preliminary investigation of lithogenic and anthropogenic influence over fluoride ion chemistry in the groundwater of the southern coastal city, Tamilnadu, India. *Environ. Monit. Assess.* 187, 106. <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-015-4326-8>.
- SubbaRao, N., Devadas, D.J., 2003. Fluoride incidence in groundwater in an area of Penninsular India. *Environ. Geol.* 45, 243–251.
- Sukhabogi, J.R., Parthasarathi, P., Anjumi, S., Shekar, B., Padma, C., Rani, A., 2014. Dental fluorosis and dental caries prevalence among 12 and 15-year-old school children in Nalgonda District, Andhra Pradesh, India. *Ann. Med. Health Sci. Res.* 4 (Suppl. 5), S245–S252.
- Teotia, M., Teotia, S.P.S., Singh, K.P., 1998. Endemic chronic fluoride toxicity and dietary calcium deficiency interaction syndromes of metabolic bone disease and deformities in India: year 2000. *Indian J. Pediatr.* 65, 371–381.
- Thylstrup, A., Fejerskov, O., 1978. Clinical appearance of dental fluorosis in permanent teeth in relation to histologic changes. *Community Dent. Oral Epidemiol.* 6, 315–328.
- UNICEF, 2014. WHO The World Bank Joint Child Malnutrition Estimates. Levels & Trends in Child Malnutrition. [http://data.unicef.org/corecode/uploads/document6\\_uploaded\\_pdfs\\_corecode/LevelsandTrends/MalNutrition\\_Summary\\_2014\\_132.pdf](http://data.unicef.org/corecode/uploads/document6_uploaded_pdfs_corecode/LevelsandTrends/MalNutrition_Summary_2014_132.pdf) (last accessed April 2015).
- USEPA, 2011. US Environmental Protection Agency and the US Department of Health and Human Services (HHS) [http://water.epa.gov/action\\_advisories/drinking/fluoride/index.cfm](http://water.epa.gov/action_advisories/drinking/fluoride/index.cfm) (last accessed January 2015).
- Varela-González, G.G., García-Pérez, A., Huizar-Alvarez, R., Irigoyen-Camacho, M.E., Espinoza-Jaramillo, M.M., 2013. Fluorosis and dental caries in the hydrogeological environments of southeastern communities in the State of Morelos, Mexico. *JEP* 4, 994–1001.
- Wei, W., Wang, C., Zhao, L., Sun, D., 2013. Excessive fluoride induces endoplasmic reticulum stress and interferes enamel proteinases secretion. *Environ. Toxicol.* 28, 332–341.
- Wenzel, W.W., Blum, W.E., 1992. Fluorine speciation and mobility in F-contaminated soils. *Soil Sci.* 153, 357–364.
- World Health Organization, 2006a. Guidelines for Drinking-Water Quality. 1st Addendum to Vol 1. Recommendations. 3rd ed WHO, Geneva (p595).
- World Health Organization, 2015. Water Sanitation and Health (WSH). Naturally occurring hazards: Fluoride. [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/naturalhazards/en/index2.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/naturalhazards/en/index2.html). (Accessed 10 August 2015).
- World Health Organization, 2006b. Multicentre Growth Reference Study Group. WHO Child Growth Standards: length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age. Geneva.
- World Health Organization, 2011. Anthro for personal computers, version 3.2.2. Software for assessing growth and development of the world's children. Geneva: <http://www.who.int/childgrowth/software/es> (last accessed April 2015).

## Research Article

# Association between Urine Fluoride and Dental Fluorosis as a Toxicity Factor in a Rural Community in the State of San Luis Potosi

Lizet Jarquín-Yañez,<sup>1</sup> José de Jesús Mejía-Saavedra,<sup>1</sup>  
Nelly Molina-Frechero,<sup>2</sup> Enrique Gaona,<sup>2</sup> Diana Olivia Rocha-Amador,<sup>3</sup>  
Olga Dania López-Guzmán,<sup>4</sup> and Ronell Bologna-Molina<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Center of Applied Research in Environment and Health, CIACYT, School of Medicine, Autonomous University of San Luis Potosi, 78100 San Luis Potosi, SLP, Mexico

<sup>2</sup>Division of Biological and Health Sciences, Metropolitan Autonomous University, 04960 Mexico City, MEX, Mexico

<sup>3</sup>Division of Natural and Exact Sciences, University of Guanajuato, 36050 Guanajuato, GTO, Mexico

<sup>4</sup>School of Chemical Sciences, Durango Unit, Juarez University of the State of Durango, 3400 Durango, DGO, Mexico

<sup>5</sup>Department of Research, School of Dentistry, Juarez University of the State of Durango, 34000 Durango, DGO, Mexico

Correspondence should be addressed to Nelly Molina-Frechero; [investigacion.odontologia\\_ujed@hotmail.com](mailto:investigacion.odontologia_ujed@hotmail.com)

Received 6 July 2014; Revised 7 December 2014; Accepted 19 January 2015

Academic Editor: Benedetto Terracini

Copyright © 2015 Lizet Jarquín-Yañez et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**Objective.** The aim of this study is to investigate urine fluoride concentration as a toxicity factor in a rural community in the state of San Luis Potosi, Mexico. **Materials and Methods.** A sample of 111 children exposed to high concentrations of fluoride in drinking water (4.13 mg/L) was evaluated. Fluoride exposure was determined by measuring urine fluoride concentration using the potentiometric method with an ion selective electrode. The diagnosis of dental fluorosis was performed by clinical examination, and the severity of damage was determined using Dean's index and the Thylstrup-Fejerskov (TF) index. **Results.** The range of exposure in the study population, evaluated through the fluoride content in urine, was 1.1 to 5.9 mg/L, with a mean of  $3.14 \pm 1.09$  mg/L. Dental fluorosis was present in all subjects, of which 95% had severe cases. Higher urine fluoride levels and greater degrees of severity occurred in older children. **Conclusions.** The results show that dental fluorosis was determined by the presence of fluoride exposure finding a high positive correlation between the severity of fluorosis and urine fluoride concentration and the years of exposure suggested a cumulative effect.

## 1. Introduction

There are contaminants in the environment in constant interaction with us that can affect our health through exposure to them. Drinking water can transmit numerous diseases caused by different pollutants; two of the most common chemicals in water that are capable of causing health problems are fluoride and arsenic. Fluoride ( $F^-$ ) is a toxic agent that causes adverse health effects, such as dental and skeletal fluorosis, reproductive and neurological effects, and endocrine disorders [1, 2].

In 1936, it was shown that the increase of fluoride content in water causes dental fluorosis, which is an alteration of tooth

enamel that can be observed as spots ranging from whitish to dark brown color and that, in severe cases, leads to the loss of tooth enamel [3]. Research suggests that fluoride affects enamel formation by making it porous. Skeletal fluorosis is a condition associated with the accumulation of fluoride in bone, resulting in brittle bones that are susceptible to tensile forces [4].

Furthermore, studies conducted in recent years suggest that fluoride is a neurotoxic agent, as research conducted in populations exposed to  $F^-$  (with water concentrations higher than 3 mg/L) supports the hypothesis that  $F^-$  decreases the intelligence quotient (IQ) of children [5, 6].



Groundwater fluoride contamination is present in 17 states in central and southwestern Mexico; in San Luis Potosi, fluoride is found naturally in high concentrations in water extracted from deep underground wells that are used for human consumption [7–9]. In a study over a decade ago there were already reports in the literature of the existence of high concentrations of fluoride in water in municipal wells in the state of San Luis Potosi with fluoride levels detected of 4.0 mg/L [10].

Dental fluorosis is a public health problem that affects the child population during the period of hard tissue formation. Its prevalence in San Luis Potosi is higher than normal; a rate of 69% was found in populations with water fluoride levels lower than 0.7 mg/L and a rate of 98% in populations with fluoride levels of 2 mg/L [10]. However, water cannot be considered the only source of fluoride exposure. Fluoride-iodized salt, certain beverages such as soda and fruit juices, and toothpaste are other factors that contribute to exposure [11].

As the main source of fluoride is drinking water, the community of La Reforma, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosi, is at high risk of developing diseases because it exceeds the permissible limit of fluoride in drinking water of 1.5 mg/L established by the NOM-127-SSA1-1994 [12]. Having waters with high fluoride concentration of 4.13 mg/L, as reported by COEPRIS [13] (State Commission for Protection against Health Risks), this community has one of the highest fluoride concentrations in the state. In addition, the high degree of marginalization in the community results in poor access to high-quality bottled water [14]. Moreover, the dry climate in the region [15] requires heightened water consumption.

High concentrations of fluoride in the community water prompted this study, the aim of which is to evaluate urine fluoride concentration as a toxicity factor of dental fluorosis in a rural community in the state of San Luis Potosi, Mexico.

## 2. Materials and Methods

**2.1. Study Population.** The study was conducted in the community of La Reforma, Salinas de Hidalgo, in the state of San Luis Potosi, Mexico; this is an area with people of low-socioeconomic status. The community was selected due to having fluoride levels in its drinking water of 4.13 mg/L (COEPRIS, 2012) [13], which is higher than both the Mexican standard (1.5 mg/L) [12] and the level recommended by the World Health Organization (1 mg/L) [2]. The total population from 6 to 12 years were selected (one hundred and eighty school children).

The study was free, anonymous, and voluntary, and it complied with all requirements of the Bioethics Committee of the School of Medicine of the Autonomous University of San Luis Potosi.

A questionnaire was applied to the children's mothers to collect information regarding exposure to fluorides and collect information about the origin of the drinking water and if this water was used for food preparation.

The inclusion criteria were as follows: having obtained the informed consent of parents or guardians, being born and raised in the study area, having permanent dentition,

and providing a sufficient amount of urine to be analyzed. The exclusion criterion was the presence of kidney diseases. Because not all children met the requirements of the study, only 111 children who met the criteria were ultimately incorporated into the study.

The subjects were male 52.3% and female 47.7%, mean age  $9.14 \pm 1.98$  years. The children were divided into three age groups: 6 and 7 years old (35), male 51.4 and female 48.6%; 8–10 years old (37), male 45.9 and female 54.1; and 11–12 years old (39), male 59 and female 41%.

To confirm fluoride levels in the drinking water in the community, drinking water samples provided by the participants were analyzed; in these samples, a mean fluoride level of  $4.54 \pm 0.46$  mg/L was recorded.

**2.2. Urine Samples.** The collection of urine samples from each of the participants was performed in plastic containers previously washed with 10% HNO<sub>3</sub>, collecting the first morning urine. To quantify the fluoride ions, the potentiometric method with an ion selective electrode according to method 3808 of the US National Institute for Occupational Safety and Health [16] (NIOSH) was used. A calibration curve was constructed from 0.1 to 10.0 mg/L. Samples were mixed with total ion strength adjustment buffer (TISAB) in a 1:1 ratio for quantification. Finally, the fluoride concentration of the sample was determined by interpolation of the potential in the calibration curve. As a quality control, SRM 2671<sup>a</sup> "Fluoride in Freeze-Dried Urine" (NIST) reference material was used with a recovery of  $97 \pm 6\%$ . The correction for urine dilution was performed based on specific gravity [17].

**2.3. Clinical Evaluation.** Clinical dental examination was performed according to the requirements outlined by WHO for national oral health surveys, 1997 [18], taking 10 minutes as reference time duration for the basic examination of a child. The test area was prepared with the required hygiene and safety measures, using previously sterilized instruments and having easy access to sterilization procedures and using a plane mirror and a periodontal probe.

The diagnosis of the degree of dental fluorosis was performed by applying Dean's index (DI) [18, 19] and the Thylstrup-Fejerskov index (TF) [20], which is more sensitive for individual classifications of dental organs in ten categories. A score of zero indicates healthy enamel; scores of one to four indicate spots on the enamel surface, which increase as the score increases. Enamel destruction is observed in scores five to nine, where score five represents mottled enamel with holes smaller than 2 mm in diameter, which are fused in score six to form bands less than 2 mm deep. Scores of seven, eight, and nine represent the destruction of 25%, 50%, and 100% of the enamel surface.

Interexaminer and intraexaminer calibration were performed by two examiners ( $>0.89$  Kappa). The community index of dental fluorosis was obtained by multiplying the number of children in each Dean's score by their weightings, adding the results and dividing by the number of children examined.

TABLE 1: Sample in number and percentage for groups of age and mean of dental fluorosis using TF index.

|             | Male            | Female           |
|-------------|-----------------|------------------|
| Ages 6-7    |                 |                  |
| Number      | 18              | 17               |
| Percentage  | 51.4            | 48.6             |
| TF (95% CI) | 5.5 (4.95-6.0)  | 5.94 (5.33-6.56) |
| Ages 8-10   |                 |                  |
| Number      | 17              | 20               |
| Percentage  | 45.95           | 54.1             |
| TF (95% CI) | 6.59 (5.9-7.3)  | 7.0 (6.5-7.5)    |
| Ages 11-12  |                 |                  |
| Number      | 23              | 16               |
| Percentage  | 58.97           | 41.03            |
| TF (95% CI) | 7.04 (6.48-7.6) | 7.0 (6.2-7.8)    |

TF: Thylstrup-Fejerskov index.  
CI: confidence interval.

2.4. Statistical Analysis. Data collected from oral clinical assessment and urine fluoride levels were transferred into a Microsoft EXCEL database, which was then analyzed in SPSS version 21. Variables were assessed using univariate analysis to obtain percentages and distributions. Means, standard deviations, and confidence intervals were analyzed. Frequency distribution by age group and analysis of variance between the TF dental fluorosis index and the age groups were performed. To establish the correlation between urine fluoride concentration and severity of dental fluorosis, the Spearman correlation coefficient was used.

### 3. Results

The minimum level of fluoride in urine was 1.1 mg/L, which was present in only two children in the group with ages of 6 and 7 years. The maximum exposure level was 5.9 mg/L, which was also present in two children but with ages of 9 and 11 years. The mean urine fluoride concentration of the population was 3.14 ± 1.09 mg/L.

Table 1 shows the severity of dental fluorosis in the three age groups with confidence intervals.

The urine fluoride concentration was classified into four levels: 1 to 2 mg/L, 2.01 to 3 mg/L, 3.01 to 4 mg/L, and >4 mg/L.

Figure 1 shows the distribution of the urine fluoride levels of the children, noting that at the ages of 6 to 7 years, fluoride excretion ranged between 2.01 and 3 mg/L (48.6%), with a low prevalence of high fluoride concentrations (5.7%). In the age group of 8-12 years, the prevalence of high fluoride concentrations increased, and the prevalence of low fluoride concentrations (1 and 2 mg/L) decreased.

The information collected through questionnaire reported that 100% of population used tap water for cooking and 83.8% for drinking.

All children examined showed dental fluorosis; only 5% of the children had a moderate score, while the rest (95%) had a severe score based on Dean's index. According to the TF, the

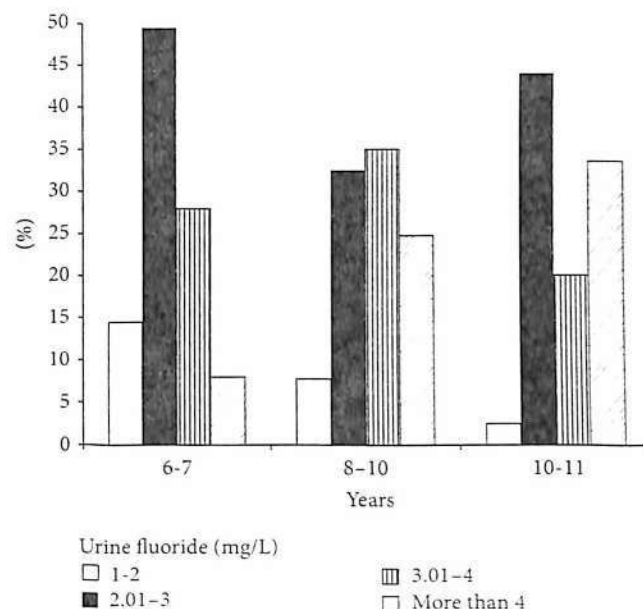


FIGURE 1: Urine fluoride concentration in children in the study area by age group as percentage.

score TF4 occurred in 4.5% of the population, TF5 in 25.2%, TF6 in 16.2%, TF7 in 28.8%, TF8 in 16.2%, and TF9 in 9%.

Children with TF4 and TF5 constituted 30% of the study population, TF6 and TF7 45%, and TF8 and TF9 25%.

At the ages of 6 and 7 years, TF4 and TF5 predominated at 57.14%, with a predominance of TF5 in 48.6%; TF6 and TF7 predominated in 76% of children aged 8 to 12 years, while the levels of greater severity, such as TF8 and TF9, were observed in 50% of the children at the ages of 11 and 12 years. This result is somewhat related to the exposure level, as children with higher urine fluoride levels were 8 and 12 years old. There were significant differences between age groups and the corresponding severity of dental fluorosis  $P < 0.000$  (Figure 2).

In relation to the presence of fluoride in urine and the severity of dental fluorosis, Figure 3 shows urine fluoride levels with mean values of 2.66 ± 0.89 (95% CI 2.35-2.98) in the 33 children with TF4 and TF5, 3.11 ± 1.06 (95% CI 2.81-3.41) in the 50 children with TF6 and TF7, and 3.75 ± 1.10 (95% CI 3.32-4.18) in the 28 children with TF8 and TF9, with a high positive correlation between the severity of fluorosis and the urine fluoride concentration  $r = 0.99$  and  $**P < 0.01$ .

### 4. Discussion

The concentration of fluoride in drinking water in this community was found to be higher than both the Mexican standard (1.5 mg/L) and the level suggested by the WHO (1 mg/L), with a mean level of 4.54 mg/L ± 0.46, which is even higher than the level reported in the same area in 2012 by COEPRIS [13], most likely due to the depletion of the aquifer.

Urine fluoride concentration ranged from 1.1 to 5.9 mg/L, with the lowest levels of exposure in children aged six to seven years, a period in which children are growing and with increased retention of fluoride in hard tissues, such as teeth

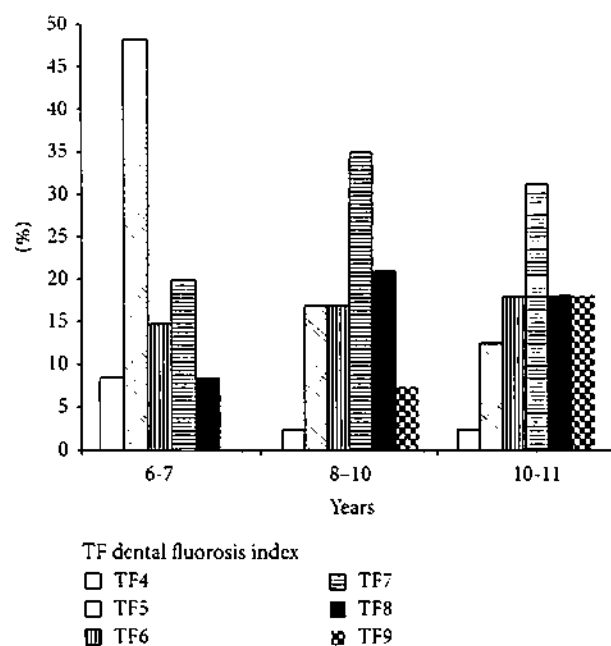


FIGURE 2: Distribution of dental fluorosis according to the TF index by age group as percentage.

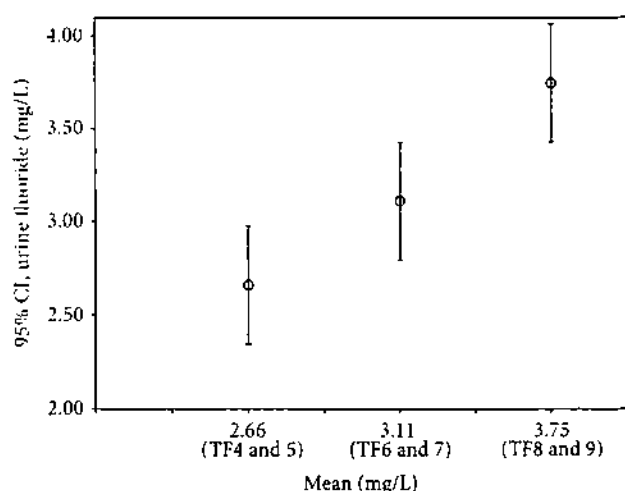


FIGURE 3: Urine fluoride levels and their relation to dental fluorosis scores.

and bones. Most fluoride exposure occurred in the older group.

The study conducted by Grimaldo et al. [8] in the city of San Luis Potosi determined risk factors associated with human fluoride exposure through drinking water; preparing food with tap water was one of them. This risk factor was also present in this study; as the location was a rural area of high marginalization, 83.8% of the study population used tap water for drinking, and 100% used it for cooking.

The children with higher urine fluoride levels (more than 4 mg/L) were aged 8 and 12 years. This result is possibly due to the longer exposure time and the cumulative effect of fluoride stored in bones and teeth, particularly in growing organisms due to the greater fluoride retention in children's bones, which

is caused by high blood flow and a large area of hydroxyapatite crystals unlike mature bone.

Due to the fluoride water concentration in the area, dental fluorosis in this study was severe in 95% of the study population, in agreement with the results of the study conducted by Grimaldo et al. [9] in 1997 in the city of San Luis Potosi. These authors reported a prevalence of dental fluorosis in 96% of children aged 11 to 13 years in an area with a mean fluoride concentration of 3.29 mg/L. In contrast, in the current study, the prevalence was 100% at a higher fluoride concentration in drinking water and in younger children. Our study determined not only the prevalence of dental fluorosis but also the exposure level and the assessment of the degree of severity of dental fluorosis according to the TF index.

The degrees of greater severity of dental fluorosis TF8 and TF9 occurred in a higher percentage in children aged 11 and 12 years, most likely due to longer exposure to fluoride and the presence of a greater number of permanent teeth.

Fluorosis is irreversible, as the teeth remain fragile and susceptible to rupture, and prosthetic dental treatments that stop tooth destruction are expensive; thus, patients and their families often cannot afford them, leading to the loss of teeth and consequent effects on the individual's quality of life.

The present work showed the limitations of a cross-sectional study. For accuracy, the urine collection should be done over a period of 24 hours.

Our results show the close relationship between fluoride exposure caused by high intake of fluoride through drinking water and the severity of dental fluorosis, which affects the quality of life of the population studied. There is a need for further studies in this community to identify other factors that are exacerbating exposure.

## Conflict of Interests

The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.

## References

- [1] CDC, *Review of Fluoride: Benefits and Risks*, Department of Health and Human Services, Washington, DC, USA, 1991.
- [2] OMS, *Guidelines for Drinking Water Quality: Recommendations*, vol. 1, World Health Organization, Geneva, Switzerland, 3rd edition, 2004.
- [3] A. K. Mascarenhas, "Risk factors for dental fluorosis: a review of the recent literature," *Pediatric Dentistry*, vol. 22, no. 4, pp. 269-277, 2000.
- [4] R. Puche and A. Rigalli, "Fluorosis esquelética," *Actualizaciones en Osteología*, vol. 3, pp. 50-52, 2007.
- [5] Y. Lu, Z. R. Sun, L. N. Wu, X. Wang, W. Lu, and S. S. Liu, "Effect of high-fluoride water on intelligence in children," *Fluoride*, vol. 33, no. 2, pp. 74-78, 2000.
- [6] D. Rocha-Amador, M. E. Navarro, L. Carrizales, R. Morales, and J. Calderón, "Decreased intelligence in children and exposure to fluoride and arsenic in drinking water," *Cadernos de Saude Publica*, vol. 23, no. 4, pp. S579-S587, 2007.
- [7] Secretaria de Salud, *Manual Para el Uso de Fluoruros Dentales en la Republica Mexicana*. Secretaria de Salud, 2006.

- [8] M. Grimaldo, V. H. Borja-Aburto, A. L. Ramirez, M. Ponce, M. Rosas, and F. Diaz-Barriga, "Endemic fluorosis in San Luis Potosi, Mexico. I. Identification of risk factors associated with human exposure to fluoride," *Environmental Research*, vol. 68, no. 1, pp. 25–30, 1995.
- [9] M. Grimaldo, F. Turrubiartes, J. Milan, A. Pozos, C. Alfaro, and F. Diaz-Barriga, "Endemic fluorosis in San Luis Potosi, Mexico. III. Screening for fluoride exposure with a geographic information system," *Fluoride*, vol. 30, no. 1, pp. 33–40, 1997.
- [10] J. P. Loyola-Rodriguez, A. J. Pozos-Guillén, and J. C. Hernández-Guerrero, "Bebidas embotelladas como fuentes adicionales de exposición a flúor," *Salud Pública de México*, vol. 40, no. 5, pp. 438–441, 1998.
- [11] G. Gutiérrez-Trujillo, S. Flores-Huerta, I. H. Fernández-Gárate et al., "Estrategia de prestación y evaluación de servicios preventivos," *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, vol. 44, supplement 1, pp. S3–S21, 2006.
- [12] Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, "Salud ambiental, agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización," *Diario Oficial de la Federación*.
- [13] "Comisión Estatal para la protección contra Riesgos Sanitarios (COEPRIS)." San Luis Potosí, S.L.P., México, March 2014. <http://www.coeprisslp.gob.mx/>.
- [14] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), *Promuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos*, Salinas, San Luis Potosí, Mexico, 2009.
- [15] Consejo Nacional de Población (CONAPO), *Índice de Marginación por Localidad*, Consejo Nacional de Población (CONAPO), San Luis Potosí, Mexico, 2010.
- [16] National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), "Fluoride in urine," in *Manual of Analytical Methods*, vol. 11, pp. 8308-1–8308-3, US Department of Health and Human Services, 3rd edition, 1984.
- [17] T. E. Barber and G. Wallis, "Correction of urinary mercury concentration by specific gravity, osmolality, and creatinine," *Journal of Occupational Medicine*, vol. 28, no. 5, pp. 354–359, 1986.
- [18] World Health Organization, *Oral Health Survey-Basic Methods*, WHO, Geneva, Switzerland, 3rd edition, 1987.
- [19] R. G. Rozier, "Epidemiologic indices for measuring the clinical manifestations of dental fluorosis: overview and critique," *Advances in Dental Research*, vol. 8, no. 1, pp. 39–55, 1994.
- [20] A. Thylstrup and O. Fejerskov, "Clinical appearance of dental fluorosis in permanent teeth in relation to histologic changes," *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, vol. 6, no. 6, pp. 315–328, 1978.

Received: 2015.07.15  
Accepted: 2015.08.20  
Published: 2015.11.26

e-ISSN 1643-3750  
© Med Sci Monit, 2015; 21: 3664-3670  
DOI: 10.12659/MSM.895351

## Fluoride Exposure Effects and Dental Fluorosis in Children in Mexico City

Authors' Contribution:  
Study Design A  
Data Collection B  
Statistical Analysis C  
Data Interpretation D  
Manuscript Preparation E  
Literature Search F  
Funds Collection G

**ABCDEF 1** Nelly Molina-Frechero  
**ACDE 1** Enrique Gaona  
**AEF 2** Marina Angulo  
**ABDEF 1** Leonor Sánchez Pérez  
**AEF 3** Rogelio González González  
**ADE 4** Martina Nevárez Rascón  
**ADEF 2** Ronell Bologna-Molina

1 Biological and Health Sciences Division, Autonomous Metropolitan University, Mexico City, Mexico  
2 School of Dentistry, University of the Republic Uruguay, Montevideo, Uruguay  
3 School of Dentistry, Juárez University of Durango State, Durango, Mexico  
4 School of Dentistry, Autonomous University of Chihuahua, Chihuahua, Mexico

**Corresponding Author:** Ronell Bologna Molina, e-mail: ronellbologna@hotmail.com

**Source of support:** This study was supported by the Department of Health Care, DCBS, Autonomous Metropolitan University, Xochimilco, Projects Number 3450496

**Background:** The objective of the present study was to determine the prevalence and severity of dental fluorosis and to evaluate exposure to fluoridated products in students in the southwest part of the Federal District (Mexico City).





**Material/Methods:** Students between 10 and 12 years of age who were born and raised in the study zone were evaluated. The level of dental fluorosis was determined using the modified Dean index (DI) using criteria recommended by the World Health Organization (WHO). A bivariate analysis was performed with the  $\chi^2$  test, and odds ratios (OR) and 95% confidence intervals (CI) are presented. Logistic regression was performed to evaluate the association between dental fluorosis and the independent variables.

**Results:** A total of 239 students were evaluated. Their mean age was  $11 \pm 0.82$  years, and there were 122 (51%) males. Overall, dental fluorosis was found in 59% of participants; 29.3% had very mild fluorosis, 20.9% had mild fluorosis, 6.7% had moderate fluorosis, and 2.1% had severe fluorosis. The mean fluorosis score was  $0.887 \pm 0.956$ . In the final logistic regression model, dental fluorosis was significantly associated with frequency of brushing (OR: 0.444; 95% CI: 0.297–0.666) and with the absence of parental supervision (OR: 0.636; 95% CI: 0.525–0.771).

**Conclusions:** The association found with frequency of brushing and lack of parental supervision may be contributing to the prevalence and severity of dental fluorosis.

**MeSH Keywords:** Fluorosis, Dental • Mexico • Toothbrushing

**Full-text PDF:** <http://www.medscimonit.com/abstract/index/idArt/895351>

 2407  4  1  29





## Background

In recent decades, with the objective of preventing dental cavities, multiple topical and systemic fluorides have been incorporated into different diet products. The administration or ingestion of excessive fluorides leads to toxicity and causes the secondary effect of dental fluorosis [1]. Dental fluorosis is a disorder that begins in the odontogenesis stage when the teeth are forming, and the clinical manifestations of this disease are more evident in permanent dentition [2].

Clinically, dental fluorosis is characterized by stains that are white, opaque, and do not have the shine of enamel; the teeth can be striated or spotted, and extrinsic stains may be between yellow and dark brown. The affected dental organs can present greatly accentuated perikymata. More severe cases show disconnected pits and zones of hypoplasia in the enamel, which can cause the tooth to lose its normal morphology [3].

The frequency and severity of the lesion increase as the ingestion of fluoride in the water increases above 0.7 ppm; in Mexico, this level is recommended to achieve a beneficial effect in the prevention of dental cavities due to the warm climate in Mexico, which leads the population to ingest a greater quantity of liquids [3].

In 1993, the fluoridation of salt was incorporated at the national level; the Federal District and all of its delegations were considered for the consumption of fluoridated salt. Other municipalities in Mexico with natural concentrations of water fluoride above 0.7 ppm were not given fluoridated salt, with the goal of protecting the population from dental fluorosis [3,4].

In addition to fluoridated salt, the majority of toothpastes contain fluorides in various formulations, and it is also found in commercial mouthwashes and other fluoridated products to which the population has free access. The use of fluoridated toothpastes in stages of dental formation increases the risk of dental fluorosis, especially when excessive quantities of toothpaste are used on the brush and the concentration of the toothpaste is above the recommended pediatric dose (500 ppm). Studies have identified toothpaste as an important source of fluoride for children [6,7].

For the past 10 years, there have been reports of dental fluorosis in areas of the Federal District despite the low natural concentrations of fluoride in the water [8,9].

Due to the lack of knowledge of the possible causes of the prevalence and severity of dental fluorosis in an area with low fluoride concentration in the water, this study was performed to identify risk factors in addition to fluoridated salt among students who live in a zone in the southwest part of the Federal District.

## Material and Methods

### Study design

An observational, cross-sectional, descriptive study was performed among students in the municipality of Tláhuac in southeast Mexico City. The investigation was conducted among students between 10 and 12 years of age because they have nearly completed their permanent dentition and are in primary school.

This study was approved by the research commission of the Division of Biological Sciences and Health of the Autonomous Metropolitan University, Xochimilco Campus.

The study zone is characterized by families of low socioeconomic status, regular and irregular settlements, and a population of more than 23 280 inhabitants, of which 8% are illiterate. In the municipality, more than 3.4% of the children do not go to primary school, according to data from the National Institute of Statistics and Geography (INEGI) [10]. Tláhuac is located at 2235 meters above sea level and has a mean annual temperature of 15.7°C, with a minimum of 8.3°C and a maximum of 22.8°C in December and January; in April and May the temperature can be over 30°C.

The school authorities and the parents or guardians of the children were informed of the objectives of the study and the procedures to follow. A note was sent to the children's guardians requesting permission for their children to participate in the study; in addition, each of these families completed a survey regarding the child's place of birth, place of residence, hygiene habits, use of fluoridated toothpaste, frequency of brushing, supervision by parents or guardians during brushing, the use of other fluoridated products in the home or at a professional level, and preventive measures applied at school or at the dentist's office.

Children age 10 to 12 years, who were born in the municipality and had lived there since birth, who agreed to participate, and who completed the questionnaire were included. We excluded children with fixed orthodontics, who presented a condition that would make the oral examination difficult, and/or who were not present on the days of the study.

### Diagnosis of dental fluorosis

International standards for controlling infection were used during the oral examination. The dental examination was performed during the day in natural light using a periodontal probe and mirror after prior removal of dentobacterial plaque via brushing, or failing that, cleaning with gauze.



Table 1. Severity of dental fluorosis using the modified dean index according to age.

| Age |    | Modified Dean Index |      |      |     |     | Mean ±SD   |
|-----|----|---------------------|------|------|-----|-----|------------|
|     |    | 0                   | 1    | 2    | 3   | 4   |            |
| 10  | 81 | 49.4                | 30.9 | 13.6 | 4.9 | 1.2 | 0.78±0.949 |
| 11  | 78 | 39.7                | 41.0 | 12.8 | 3.8 | 2.6 | 0.88±0.953 |
| 12  | 80 | 35.0                | 42.5 | 15.0 | 5.0 | 2.5 | 0.98±0.968 |

0 – without dental fluorosis; dental fluorosis = grades 1 to 4; 1 – very mild; 2 – mild; 3 – moderate; 4 – severe; SD – standard deviation.

An experienced and trained examiner measured the index of dental fluorosis in the permanent dentition by applying the WHO criteria [11]. Ten percent of examinations were duplicated, and the resulting Kappa values were greater than 0.92.

The diagnosis of fluorosis was determined using the modified Dean index criteria [11,12] with a range of 0 (normal), 1 (very mild), 2 (mild), 3 (moderate), and 4 (severe). Cases with a questionable index were incorporated into the normal category.

**Statistical analysis**

Based on data from previous studies, a sample size calculation was performed using a proportional population model with an interval of 95% and an error of 7%. Of 263 initially approached students, 99% agreed to participate and provided informed consent, and 239 children completed the questionnaire to meet all of the inclusion criteria.

Measures of central tendency and dispersion were calculated for each variable. Frequencies and percentages were calculated for each categorical variable. Bivariate analysis was performed to evaluate the associations between the prevalence of dental fluorosis and the independent variables. The  $\chi^2$  test was used to evaluate associations between the prevalence of dental fluorosis and the independent variables. Finally, logistic regression analysis was performed to evaluate the possible association between dental fluorosis and risk factors.

**Results**

The study consisted of 239 students between 10 and 12 years of age. The mean age was 11.09±0.82 years. There were 122 male and 117 female students; 81 (33.9%) students were 10 years old, 78 (32.64%) were 11 years old, and 80 (33.47%) were 12 years old (Table 1).

Using the modified DI, 58.6% (n=140) of students had dental fluorosis and 41.4% (n=99) did not. When these were classified according to the level of severity, 41.4% (n=99) were

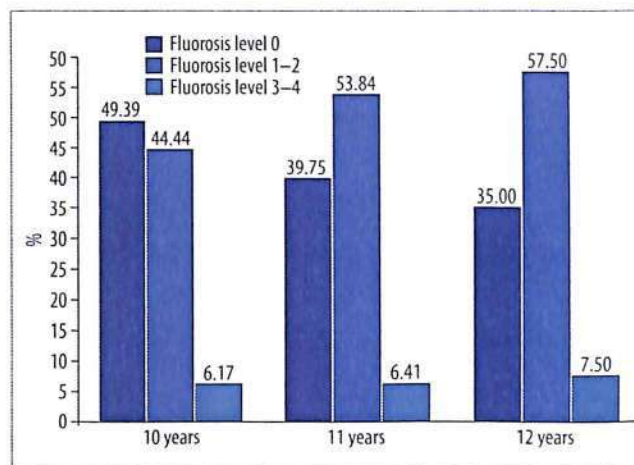


Figure 1. Severity of dental fluorosis using the DI, with level 0 being healthy, level 1–2 being very mild/mild and levels 3–4 being moderate/severe.

healthy, 38.1% (n=91) had very mild disease, 13.8% (n=33) had mild disease, 4.6% (n=11) had moderate disease, and 2.09% (n=5) had severe disease. The distribution of severity by age is shown in Table 1 and shows that the severity of dental fluorosis increases with increasing age. There was no association between age and dental fluorosis ( $p>0.05$ ), which could be because there was little variation in age in this study.

Of the 10-year-olds, the mean dental fluorosis index was 0.78 (CI 95%: 0.57–0.99). Of these children, 50.6% had fluorosis, 44.5% had very mild or mild levels, and only 6.2% had moderate and severe levels. Thus, fluorosis increased with age. Among the 12-year-olds, the mean index was 0.98 (CI 95%: 0.76–1.19), with a 14.4% increase in the prevalence to 65%; 57.5% showed very mild or mild and 7.5% in moderate and severe levels (Figure 1).

There was no difference in fluorosis by gender ( $p>0.05$ ); 59.8% of males and 57.2% of females had fluorosis.

All children used toothpastes with fluoride concentrations above 1000 ppm for oral hygiene, and 216 (90.4%) did not use other forms of fluoride. With regards to brushing frequency,



Table 2. Prevalence of dental fluorosis and relation with independent variables.

|                                     | With fluorosis |        | Without fluorosis |        | $\chi^2$ | P     |
|-------------------------------------|----------------|--------|-------------------|--------|----------|-------|
|                                     | #              | %      | #                 | %      |          |       |
| <b>Age</b>                          |                |        |                   |        |          |       |
| 10                                  | 41             | 45.7   | 40                | 54.3   |          |       |
| 11                                  | 47             | 58.8   | 31                | 41.2   |          |       |
| 12                                  | 53             | 65.0   | 27                | 35.0   | 3.436    | 0.064 |
| <b>Sex</b>                          |                |        |                   |        |          |       |
| Male                                | 73             | 59.8   | 49                | 40.2   |          |       |
| Female                              | 67             | 57.3   | 50                | 42.7   | 0.163    | 0.687 |
| <b>Brushing</b>                     |                |        |                   |        |          |       |
| 1–2 times                           | 70             | 47.6   | 77                | 52.4** |          |       |
| 3 times                             | 70             | 76.1** | 22                | 23.9   | 18.900   | 0.000 |
| <b>Parental supervision</b>         |                |        |                   |        |          |       |
| Yes                                 | 20             | 30.8   | 45                | 69.2** |          |       |
| No                                  | 120            | 68.9** | 54                | 31.1   | 28.454   | 0.000 |
| <b>Other products with fluoride</b> |                |        |                   |        |          |       |
| Yes                                 | 17             | 73.9   | 6                 | 26.1   |          |       |
| No                                  | 123            | 56.9   | 93                | 43.1   | 2.467    | 0.116 |

\*\* Significance at level 0.01 between brushing frequency and fluorosis; \*\* significance at level 0.01 between parental supervision and fluorosis.

147 (61%) participants brushed 1 or 2 times per day and 92 (38.5%) brushed 3 times per day. The age of first tooth-brushing was not considered, as more than 78% of participants reported not remembering. Most parents or guardians (n=174, 72.8%) did not supervise their children's brushing, with few parents (n=65, 27.2%) supervising brushing. Only 9.6% of children had access to other forms of fluoride, such as mouthwashes or fluoride application in the dentist's office.

Of the children who brushed 1–2 times per day, 52.4% were free of fluorosis, while of those who brushed 3 times per day, only 23.9% were free of dental fluorosis (p=0.000). The children who brushed the most had a greater prevalence of dental fluorosis, and of those children whose parents or guardians supervised their brushing, the proportion of teeth with fluorosis was less than 30.8% (p=0.000). There were few students exposed to other fluoride products, and of those, 73.9% had dental fluorosis; there were no differences between these students and those who were not exposed (Table 2).

Tables 3 and 4 show the results of the bivariate analysis and the logistic regression model; relations between dental fluorosis and the independent variables are shown. The Wald test

shows that the frequency of brushing and parental supervision were significant (p<0.05); use of mouthwashes was not significant, as few children used mouthwashes, and the model was mildly significant for the inclusion of this variable.

## Discussion

The present study found dental fluorosis in more than half of children studied, which is greater than the prevalence found in studies of students of the same age who lived in other zones in the south of the Federal District [8,13].

The predominant levels were very mild and mild, consisting of 51.9% of students; 6.69% of children had moderate or severe levels, which indicates that these children were exposed to high doses of fluorides. The severity could be due to a difference in overexposure to fluoride or to the individual characteristics of the children.

In a recent 5-year period, an increase in mean dental fluorosis from 0.26 to 0.43 has been reported in a municipality of Mexico City [13].



Table 3. Bivariate analysis between dental fluorosis and independent variables.

| Variables            | OR    | CI 95%      | p value |
|----------------------|-------|-------------|---------|
| Age                  |       |             |         |
| 10–12 years          | 0.120 | 0.006–0.252 | 0.064   |
| Gender               |       |             |         |
| Male                 | 0.949 | 0.736–1.224 |         |
| Female               | 1.055 | 0.813–1.370 | 0.687   |
| Brushing             |       |             |         |
| 1 and 2 times        | 1.556 | 1.278–1.893 |         |
| 3 times              | 0.444 | 0.297–0.666 | 0.000   |
| Parental supervision |       |             |         |
| Yes                  | 3.182 | 2.010–5.038 |         |
| No                   | 0.636 | 0.525–0.771 | 0.000   |
| Mouthwashes          |       |             |         |
| Yes                  | 0.499 | 0.204–1.239 |         |
| No                   | 1.069 | 0.988–1.158 | 0.116   |

OR – odds ratio; CI – confidence interval.

Table 4. Logistic regression model between fluorosis and independent variables.

| Variables            | B      | Wald   | p value |
|----------------------|--------|--------|---------|
| Brushing             | 2.111  | 26.030 | 0.000   |
| Parental supervision | 2.502  | 31.199 | 0.000   |
| Mouthwashes          | –0.650 | 1.323  | 0.250   |
| Constant             | –4.699 | 3.675  | 0.055   |

Brushing frequency and parental supervision are significant variables. Final equation model  $-2 \log$ -likelihood 256.737,  $r^2$  Nagelkerke 0.331.

Various studies have recorded dental fluorosis in many countries [14–16], and in various states of Mexico, the presence of this illness has been considered endemic in several areas, especially in the center and north of the country [17,18], which have high concentrations of natural fluoride in the water [19,20]. The population of this region is characterized by low socioeconomic status, and is a vulnerable group in which fluoridated salt is an efficient measure to improve the deplorable situation of dental cavities. Because they have very little purchasing power, families use the same toothpaste for all members, such that from the moment they begin brushing their teeth, in addition to salt intake, the children can be exposed to high concentrations of fluoride in the toothpaste.

Most children brushed their teeth fewer than 3 times per day; 38.5% brushed 3 times per day. An association was found

between fluorosis and more frequent brushing, with the group of children who brushed more often having 28.5% more cases of fluorosis than in children who brushed less frequently, and these results agree with other studies [21,22].

Virtually all brands of toothpaste available in Mexico are fluoridated with fluoride concentrations above 1000 ppm. Studies on children below the age of 6 years show that they generally swallow some of the toothpaste when brushing their teeth; in the first years of life, as revealed by systematic research, this is a fundamental risk factor for the development of dental fluorosis in permanent teeth [23].

Few parents supervised their children when they were brushing their teeth, indicating that the amount of toothpaste used could be greater than required and that children might not be



rinsing properly, both of which could increase the prevalence of dental fluorosis. In this study, there was a greater prevalence of fluorosis among children who brushed without parental supervision. At early ages, there is little control of expectoration of the residues of toothpaste during brushing, and studies have reported that small children ingest between 64.3% and 83.9% of toothpaste, and even at 5 years of age, children will ingest up to 30% of the toothpaste they use [24–26].

The exposure to fluorides through tooth-brushing with toothpastes containing a high concentration of fluoride, the lack of supervision by parents during tooth-brushing, and the use of fluoridated salt, which is the only systemic measure implemented at a national level, and which has been used for more than 2 decades through the norm NOM-040-SSAI-1993 [27], which established the limits of exposure to fluoride concentration. The levels of fluorides may be higher than is regulated by the norm, causing overexposure during key periods of susceptibility.

There are studies that show that subjects under the same conditions regarding exposure to fluorides may present different severity in dental fluorosis and may even not be affected by the problem. This may be due to several factors, among which we can mention the difference between absorption and retention of fluorides, duration of the exposure, nutritional state of the individual, diet, and possible genetic susceptibility [28,29].

The results from the present study can be interpreted to show that in addition to fluoridated salt, toothpastes are exacerbating the prevalence of this ailment.

At present, dental fluorosis is not a public health problem in the majority of the studied population. However, it is a public health problem among children with moderate and severe fluorosis, in whom the entire enamel structure is affected and

which may lead to the loss of chewing function, esthetic problems, and even tooth breakage.

It is important to identify all of the risk factors involved and all of the sources of fluorides that can lead to this disorder of the enamel, as well as to detect the problem early, chiefly during primary dentition, to avoid the risks of fluorosis in permanent dentition.

The prevalence of fluorosis in areas without high levels of fluoride in the water may be related to the use of fluoridated salt as the only systematic preventative measure for dental cavities. We believe that in Mexico, a fluoride concentration of 0.5 ppm in the water would be sufficient for applying the National Program of Fluoridation of Domestic Salt, in addition to the authorities maintaining strict monitoring of fluoridated substances, toothpastes, drinks, and foods containing fluoride.

## Conclusions

In conclusion, the association found with frequency of brushing and lack of parental supervision may be contributing to the prevalence and severity of dental fluorosis.

## Acknowledgements

We wish to thank the authorities from Secretary of Education, especially the school principals, teachers, parents, and alumni, for their collaboration in the present study, and who made this study possible.

## Conflicts of interest

The authors declare no conflict of interests.

## References:

1. Burt BA, Keels MA, Heller KE: The effect of a break in water fluoridation on the development on dental fluorosis. *J Dent Res*, 2000; 79: 761–69
2. DesBesten PK: Biological mechanisms of dental fluorosis to the use of fluoride supplements. *Community Dent Oral Epidemiol*, 1999; 27: 41–47
3. Secretaría de Salud. Manual para el Uso de Fluoruros Dentales en la República Mexicana, 2006 [in Spanish]
4. Norma Oficial Mexicana NOM-013-SSA2-1994 Para la Prevención y Control de Enfermedades Bucales. Secretaría de Salud. Normatividad Mexicana para la Fluoruración de la Sal. <http://www.amisac.org.mx> [in Spanish]
5. Comisión Nacional del Agua. Monitoreo de las fuentes de abastecimiento de agua. SRH, México, 2000 [in Spanish]
6. Mascarenhas AK: Risk factors for dental fluorosis: a review of the recent literature *Pediatr Dent*, 2000, 22: 269–77
7. Martínez-Mier EA, Soto-Rojas AE, Ureña-Cirett JL et al: Fluoride intake from foods, beverages and dentifrice by children in Mexico. *Community Dent Oral Epidemiol*, 2003; 31: 221–30
8. Molina-Frechero N, Castañeda-Castaneira RE, Hernández-Guerrero JC, Robles PG: Prevalencia de fluorosis dental en escolares de una delegación política de la Ciudad de México. *Rev Mex Pediatr*, 2005; 72(1): 13–16 [in Spanish]
9. Juárez-López M, Hernández-Guerrero JC, Jiménez-Farfán D, Ledesma-Montes C: Prevalencia de fluorosis dental y caries en escolares de la ciudad de México. *Gac Med Mex*, 2003; 139(3): 221–25 [in Spanish]
10. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática 2011, INEGI. México [in Spanish]
11. World Health Organization. Oral health survey-basic methods, 3<sup>rd</sup> ed. Geneva: WHO, 1997
12. Rozier RG: Epidemiologic Indices for Measuring the Clinical Manifestations of Dental Fluorosis. Overview and Critique. *Adv Dent Res*, 1994; 8: 39–55
13. Molina-Frechero, Castañeda-Castaneira RE, Robles Pinto G: Incremento de la fluorosis en México. *Acta Pediatr Mex*, 2007; 28: 149–53 [in Spanish]
14. Whelton HP, Ketley CE, McSweeney F, O'Mullane DM: A review of fluorosis in the European Union: prevalence, risk factors and aesthetic issues. *Community Dent Oral Epidemiol*, 2004; 32(Suppl.1): 9–18
15. Kumar JV, Swango P: Fluoride exposure and dental fluorosis in Newburgh and Kingston, New York: policy implications. *Community Dent Oral Epidemiol*, 1999; 27: 171–80

16. Angulo M, Bianco P, Cuitiño E, Silveira A: Relevamiento y análisis de caries dental, Fluorosis y gingivitis en adolescentes escolarizados de 12 años de edad en la República Oriental del Uruguay. Facultad de Odontología-Ministerio de Salud Pública, 2015; 46-53 [in Spanish]
17. Irigoyen Camacho ME, Molina Frechero N, Luengas Aguirre MI: Prevalence and severity of dental fluorosis in a Mexican community with above-optimal fluoride concentration in drinking water. *Community Dentistry and Oral Epidemiol*, 1995; 23: 243-45
18. Jarquín Yañez L, Mejía Saavedra JJ, Molina Frechero N et al: Association between urine fluoride and dental fluorosis as a toxicity factor in a rural community in the State of San Luis Potosí. *Scientific World Journal*, 2015; 2015: 647184
19. Franco AM, Martignon S, Saldarriaga A et al: Total fluoride intake in children aged 22-35 months in four Colombian cities. *Community Dent Oral Epidemiol*, 2005; 33: 1-8
20. Twetman S, Axelsson S, Dahlgren H et al: Caries-preventive effect of fluoride toothpaste: a systematic review. *Acta Odontol Scand*, 2003; 6: 347-55
21. Cochran JA, Ketly CE, Duckworth RM et al: Development of a standardize method for comparing fluoride ingested from toothpaste by 1,5-3,5 years-old children in seven European countries. Part 2: Ingestion result. *Community Dent Oral Epidemiol*, 2004; 32(Suppl.1): 47-53
22. Abanto Alvarez J, Rezende KM, Marocho SM et al: Dental fluorosis: Exposure, prevention and management. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 2009; 14(2): E103-7
23. Bårdsen A: "Risk periods" associated with the development of dental fluorosis in maxillary permanent central incisors: a meta-analysis. *Acta Odontol Scand*, 1999; 57(5): 247-56
24. Bottenberg P, Deeclerck D, Ghidry W et al: Prevalence and determinants of enamel fluorosis in Flemish schoolchildren. *Caries Res*, 2004; 38: 20-28
25. Zohoori FV, Duckworth RM, Omid N et al: Fluoridated toothpaste: Usage and ingestion of fluoride by 4-to 6-yr-old children in England. *Eur J Oral Sci*, 2012; 120: 415-21
26. Browne D, Whelton H, O'Mullane D: Fluoride metabolism and fluorosis. *J Dent*, 2005; 33(3): 177-86
27. Secretaría de Salud. Norma Oficial Mexicana NOM-040-SSA1-1993, Bienes y Servicios. Sal yodada y sal yodada fluorurada. Especificaciones sanitarias. SSA, 1995 [in Spanish]
28. Mousny M, Banse X, Wise L et al: The genetic influence on bone susceptibility to fluoride. *Bone*, 2006; 39: 1283-89
29. Vieira AP, Hancock R, Eggertsson H et al: Tooth quality in dental fluorosis genetic and environmental factors. *Calcif Tissue Int*, 2005; 76: 17-25



## Impact of socio-demographic, socioeconomic, and water variables on dental fluorosis in adolescents growing up during the implementation of a fluoridated domestic salt program

América P. Pontigo-Loyola · Carlo E. Medina-Solís · Edith Lara-Carrillo ·  
Nuria Patiño-Marín · Mauricio Escoffré-Ramírez · Martha Mendoza-Rodríguez ·  
Rubén De La Rosa-Santillana · Gerardo Maupomé

Received: 13 March 2012 / Accepted: 7 November 2012 / Published online: 8 December 2012  
© The Society of The Nippon Dental University 2012

**Abstract** The objective of this study is to determine the impact of socio-demographic, socioeconomic, and other risk indicators on dental fluorosis (DF) among Mexican adolescents. A cross-sectional study was carried out in 1,538 adolescents 12 and 15 years of age in semi-rural communities located at high altitude (>2,000 m) and with high concentration of fluoride in water (1.38–3.07 ppm) in Hidalgo, Mexico. DF was determined by means of Dean's Index and all teeth were examined. Remaining variables

were collected using a questionnaire. The adjusted final model was performed using ordered logistic regression. After adjusting for sex, the variables associated with DF were ( $p < 0.05$ ): being 12 years old (OR = 1.10) versus 15 years old; having lived the first 6 years of life in El Llano (3.07 F ppm) (OR = 3.19) or San Marcos (1.38 F ppm) (OR = 1.63) versus Tula (1.42 F ppm); having public (OR = 1.35) or private health insurance (OR = 1.36) versus those without insurance; belonging to the lower quartiles of socioeconomic position (SEP) [1st quartile (OR = 2.48), 2nd quartile (OR = 1.81), 3rd quartile (OR = 1.49)] versus the highest quartile; having drunk tap water (OR = 1.83) or from a well or spring (OR = 2.30) versus those who drank water purchased in large containers or bottles. Demographic and socioeconomic variables were associated with DF. While better SEP appeared to play an important role in DF, a pattern of water intake associated with water purchased in large containers or bottles (which have different connotations to the use of bottled water in industrialized Western countries) did reduce DF risk in these high fluoride content, high altitude communities.

A. P. Pontigo-Loyola · C. E. Medina-Solís ·  
M. Mendoza-Rodríguez · R. De La Rosa-Santillana  
Área Académica de Odontología del Instituto de Ciencias de la  
Salud de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo,  
Pachuca, Hidalgo, Mexico

C. E. Medina-Solís (✉)  
Avenida Álamo # 204, Fraccionamiento Paseo de los Solares,  
Colonia Santiago Tlapacoya, CP. 42110 Pachuca de Soto,  
Hidalgo, Mexico  
e-mail: cemedinas@yahoo.com

E. Lara-Carrillo  
Facultad de Odontología de la Universidad Autónoma del Estado  
de México, Toluca, Estado de México, Mexico

N. Patiño-Marín  
Facultad de Odontología de la Universidad Autónoma de San  
Luis Potosí, San Luis Potosí, SLP, Mexico

M. Escoffré-Ramírez  
Facultad de Odontología de la Universidad Autónoma de  
Yucatán, Mérida, Yucatán, Mexico

G. Maupomé  
Indiana University/Purdue University at Indianapolis School of  
Dentistry, Indianapolis, IN, USA

G. Maupomé  
The Regenstrief Institute, Inc., Indianapolis, IN, USA

**Keywords** Oral health · Dental fluorosis · Adolescents ·  
Socioeconomic status · Mexico

### Introduction

The two main oral diseases (connoting public health problems in Mexico) are dental caries [1–3] and periodontal diseases [4–6]. Dental caries incidence and prevalence have decreased significantly worldwide due to the artificial adjustment of fluoride exposures [7]. However, the impact of long-term high dose intake of fluoride can have adverse effects on human health: usually limited in

nature, including dental effects [8, 9]. When supplied in adequate quantity, fluoride prevents dental caries, assists in the formation of dental enamel, and prevents deficiencies in bone mineralization. At moderately excessive levels, ingestion of fluoride during certain periods of tooth development causes dental fluorosis (DF). An increase in DF prevalence has been reported simultaneously in both fluoridated and non-fluoridated communities [7]. DF severity is dependent upon fluoride dose and the timing and duration of fluoride exposure [8]. At the early maturation stage, the relative quantity of amelogenin protein is increased in fluorosed enamel in a dose-related manner. Fluoride also appears to enhance mineral precipitation in forming teeth, resulting in hypermineralized bands of enamel, which are then followed by hypomineralized bands. During this time, close monitoring of fluoride intake is needed to avoid DF [7, 10].

A few areas of endemic DF exist in Mexico, mainly in central and northern Mexico. However, cases of DF have been reported even in places where there is little or no fluoride in water [11, 12]; prevalence figures for fluoridated communities range from 35 to 60 %, and for non-fluoridated communities from 20 to 45 %, with a relationship between fluoride in water and DF prevalence [11], and a role ascribable to exposure to diverse fluoride sources [13] including the national fluoridated domestic salt program [12]. Few studies in Mexico have examined variables that may be considered as risk factors for DF other than water with high concentrations of fluoride. Vallejos-Sánchez et al. [12], in children 6–12 years old, reported results from a low-fluoride community: tooth brushing frequency and having been born after the beginning of the fluoridated domestic salt program were risk indicators for DF. Beltrán-Valladares et al. [13], in children 6–9 years old, reported the variables associated with DF were frequent tooth brushing, tooth brushing starting before 2 years of age, and having a mother with lower educational attainment.

Studies carried out in countries other than Mexico (such as Brazil, Teixeira et al. [14]) found that not owning the family house, taking fluoride tablets during pregnancy, not having breastfed the child, and having begun to feed the child on milk powder before 2 years of age, were risk factors for DF. Maupomé et al. [15] observed in Canadian children that female sex, having been exposed to diverse fluoride technologies, having started to brush before 2 years of age, and having parents with higher educational attainment were risk indicators for DF; but using bottled water during the first 6 months of life was a protective factor. Although in a study carried out in Iran girls presented more severe DF than boys [16], a similar study in Brazil found no difference by sex [17]. In general, few studies have looked at the effect of demographic and socioeconomic variables on DF. This body of information is even sparser in

communities that may be at particularly high risk of DF because of geographic/environmental factors, such as high altitude above sea level and/or naturally available high levels of fluorides in water supplies. The objective of the present study was to determine the impact of socio-demographic, socioeconomic, and other risk indicators on DF among Mexican adolescents, taking into account geographic/environmental factors and the effect of fluorides derived from the national fluoridated domestic salt program.

## Materials and methods

This study followed the ethical guidelines laid out for studies conducted at the Division of Postgraduate Studies, Dental School, National University of Mexico and the Autonomous University of Hidalgo State, where the protocol was approved.

### Design, population and study sample

This analysis is part of a larger project that measured different indicators of oral health. Methods and results concerning other oral health issues have been previously published [18–22]. This cross-sectional survey design targeted schoolchildren from 12 to 15 years of age ( $n = 1,768$ ) from schools ( $n = 32$ ) in three out of the six locations of the Tula de Allende municipality located in the State of Hidalgo, Mexico. Two locations are 2,040 meters above sea level (masl) (Tula and El Llano) and a third one at 2,050 m (San Marcos). Average fluoride concentrations in water obtained from the Drinkable Water Commission and Tula's Sewer System were 1.42 F ppm for Tula Centro, 1.38 F ppm for San Marcos, and 3.07 F ppm for El Llano. Weather in the Tula de Allende municipality is mild semi-wet with rain in summer, and semi-dry the remainder of the year, with an average temperature of 17 °C (63 °F) [23]. Hidalgo is included in the national fluoridated domestic salt program that constitutes the backbone of the oral health prevention policy in Mexico; some states with documented endemic dental fluorosis are outside of the program.

Seven schools (with 139 subjects) did not participate in the study due to logistic limitations. A total of 1,629 adolescents attending the remaining 25 schools were examined, with 91 excluded. Excluded participants could not be examined because 43 had fixed orthodontic appliances, two had metal crowns, 40 left school before the oral exam took place, and six refused to be examined. Non-response percentage was 5.6 %. Thus, a total of 1,538 participating adolescents in any of the three communities were included in the present report.

Of note is the fact that the nation-wide implementation of fluoridated domestic salt took place in 1991, and data for

the present study were collected in 1999. The birth cohort who was 15 years of age at the time of dental examinations had been born in 1984; therefore, during the first 6 years of their lives, domestic salt was not fluoridated. The birth cohort who was 12 in 1999 was born in 1987, and thus they were 3–4 years of age when the domestic salt started to be fluoridated (Fig. 1). The windows of vulnerability for dental fluorosis (DF) in the two cohorts were thus temporally important.

#### Variables and data collection

The dependent variable was DF, coded according to the modified Dean's index, where 0 = no fluorosis or questionable, 1 = very mild, 2 = mild, 3 = moderate, and 4 = severe; it was differentiated from other types of opacities based on enamel color, distribution of the condition on the affected tooth or within the mouth, and the extent to which the enamel is left intact. [24]. A pilot test ( $n = 30$  children) was conducted in order to standardize the DF detection criteria as well as to verify the duration of exams. Oral exams were conducted by two examiners trained and standardized (inter-examiner Kappa = 0.93, intra-examiner = 0.97). Dental exams were carried out using a flat dental mirror under daylight conditions, and plaque was removed using a toothbrush. Teeth were not dried prior to the administration of the index; every permanent tooth present was included in the exam as long as it had at least 50 % of the clinical crown erupted. All permanent teeth in the mouth were reviewed. The index was calculated based on 28 teeth. The two teeth with the worst DF score were used for the person-level score. Where two teeth were not affected to the same degree, we used the criterion often used in recent years: to assign a category based on the less involved tooth of the two exhibiting the worst scores—in other words, to assign a person-level score based on the less severe of the two worst scores [24].

A questionnaire was developed and tested; it was addressed to the mothers/guardians to establish socio-demographic, socioeconomic, and behavioral variables such as sex, subject's age, current residence, place of birth; maternal age, education and occupation of parents; access to health insurance (public or private); oral health services utilization (at least one dental visit in preceding 12 months); a subjective estimate of the amount of salt used in food preparation; access to clean water for drinking or food preparation (if purchased in large containers or bottles, or obtained from a well/spring, or from a public piped water supply), if the water was boiled before drinking or using it; and the amount of toothpaste used. For this last variable, mothers were shown pictures with a toothbrush and exemplified how much was used: size of a pea serving, two-thirds of a strip, or a strip of toothpaste covering the head of the

toothbrush in full. Teens were assigned to a community category in which they had resided since birth until 6 years of life, without having lived more than a year out of that place, even when they no longer lived in it at the time of data collection. Teenagers were thus also assigned to one of the following categories: (0) subjects being born and residing in Tula, (1) in El Llano, (2) in San Marcos, or (3) in other locations (children from other Tula de Allende municipality locations, or anywhere else in Mexico). Teens were separately assigned to the community in which they currently lived (categories 0, 1, and 2 above). An indicator of socioeconomic position (SEP) was constructed using schooling and occupation in both parents; variables commonly used in oral epidemiology studies. These variables were combined using principal component analysis polychoric correlation [25]; this approach is indicated when the variables are categorical. The first component explained 52.0 % of the variability and was divided in quartiles, with the 4th quartile representing the highest SEP. To use this methodology, it is necessary to have complete information on all the observations of the variables used. Given that some mother and father information was missing (12 and 77 individuals, respectively), data were imputed according to the analysis methodology missing value imputation (regression) [26].

#### Statistical analysis

A univariate analysis was conducted to determine simple and absolute frequencies for categorical variables, while quantitative variables were calculated through measures of central tendency and dispersion.

For the bivariate and multivariate analyses, we conducted ordered logistic regression (OLR) models. We used proportional odds, so called because the odds ratio (OR) of the event is constant for all categories of the dependent variable. The rationale for selecting OLR was that it provides a more tolerant test of hypotheses, as it does not assume that the scale points are equidistant, or that errors are normal. We chose OLR also because the index of fluorosis is not a continuous variable (despite being measured with numbers) and thus linear regression model was ruled out; our dependent variable was categorized as 0 = no fluorosis or questionable, 1 = very mild, 2 = mild, 3 = moderate, and 4 = severe. In addition, OLR has the advantage of modeling DF results in their natural scale rather than the dichotomic results used in binary logistic regression. Under OLR, we evaluated the association of exposure variables with the severity of the event, and not only the presence or absence. Both in the bivariate analysis and the final multivariate model, we performed the test of proportionality of odds assumption, where values greater than 0.05 indicate proportionality of odds and the appropriateness of the model. According to the usual definition,

OR is the ratio between two odds, but in OLR odds are defined in terms of cumulative probabilities. OR quantifies the odds of an individual in the exposed group being classified in a given category, compared to the odds of the unexposed group [27–29]. Variables with a value of  $p < 0.25$  were included in the final model. The variance inflation factor test was used to identify and, if necessary, avoid multicollinearity between independent variables [30]. A Chi-square test was used to ascertain if there were significant differences between the percentages of groups who had DF across independent variable categories.

Data were analyzed using STATA 9.0®.

## Results

We used data from 1,538 adolescents: 12 (44.7 %) and 15 (55.3 %) years old. Table 1 shows the results of descriptive

analysis of socio-demographic and socioeconomic variables. Table 2 displays data for dental and water variables. The only variables in Tables 1 and 2 in which no significant DF differences were found were sex, breastfeeding, and use of infant formula.

### Bivariate models

The results of the bivariate analyses of OLR are shown in Tables 3 and 4. Except for location of residence, all results met the test of proportionality of odds across response categories in the bivariate level. There was no DF difference between boys and girls, or between those who had been breastfed and those who did not, or between those who were fed with formula and those who were not. Adolescents 12 years of age had higher DF risk than adolescents 15 years of age. Compared with the town of Tula, being born in El Llano, or San Marcos increased the

**Table 1** Socio-demographic characteristics in teenagers across dental fluorosis scores (modified Dean's Index)

| Variables                                  | n     | Row percentages for fluorosis |       |           |      |          |        |                                  |
|--|-------|-------------------------------|-------|-----------|------|----------|--------|----------------------------------|
|  |       | Total                         | Sound | Very mild | Mild | Moderate | Severe |                                  |
| <b>Age</b>                                 |       |                               |       |           |      |          |        |                                  |
| 12 years                                   | 688   | 44.7                          | 15.6  | 36.5      | 15.7 | 12.8     | 19.5   | $\chi^2 = 12.88$<br>$p = 0.012$  |
| 15 years                                   | 850   | 55.3                          | 20.6  | 38.1      | 13.9 | 8.6      | 18.8   |                                  |
| <b>Sex</b>                                 |       |                               |       |           |      |          |        |                                  |
| Male                                       | 770   | 50.1                          | 17.8  | 36.9      | 15.6 | 9.7      | 20.0   | $\chi^2 = 2.50$<br>$p = 0.628$   |
| Female                                     | 768   | 49.9                          | 18.9  | 37.9      | 13.8 | 11.2     | 18.2   |                                  |
| <b>Current community of residence</b>      |       |                               |       |           |      |          |        |                                  |
| Tula (1.42 F ppm)                          | 791   | 51.4                          | 26.2  | 42.1      | 13.7 | 9.0      | 9.1    | $\chi^2 = 209.97$<br>$p < 0.001$ |
| El Llano (3.07 F ppm)                      | 175   | 11.4                          | 8.0   | 17.7      | 13.7 | 25.1     | 35.4   |                                  |
| San Marcos (1.38 F ppm)                    | 572   | 37.2                          | 10.7  | 36.9      | 16.4 | 8.0      | 28.0   |                                  |
| <b>Community of birth</b>                  |       |                               |       |           |      |          |        |                                  |
| Tula                                       | 821   | 53.4                          | 18.0  | 38.9      | 15.4 | 11.3     | 16.4   | $\chi^2 = 103.50$<br>$p < 0.001$ |
| El Llano                                   | 75    | 4.9                           | 5.3   | 10.7      | 12.0 | 25.3     | 46.7   |                                  |
| San Marcos                                 | 128   | 8.3                           | 10.2  | 32.0      | 16.4 | 9.4      | 32.0   |                                  |
| Other                                      | 514   | 33.4                          | 22.8  | 40.3      | 13.6 | 7.2      | 16.1   |                                  |
| <b>Has always lived in same community?</b> |       |                               |       |           |      |          |        |                                  |
| No   | 443   | 28.8                          | 23.9  | 36.6      | 14.0 | 9.7      | 15.8   | $\chi^2 = 14.85$<br>$p = 0.005$  |
| Yes  | 1,095 | 71.2                          | 16.1  | 37.7      | 15.0 | 10.8     | 20.4   |                                  |
| <b>Has health insurance?</b>               |       |                               |       |           |      |          |        |                                  |
| No   | 526   | 34.2                          | 16.3  | 35.6      | 13.9 | 12.9     | 21.3   | $\chi^2 = 27.50$<br>$p < 0.001$  |
| Public insurance                           | 796   | 51.8                          | 17.0  | 38.2      | 15.9 | 9.4      | 19.5   |                                  |
| Private insurance                          | 216   | 14.0                          | 28.2  | 38.9      | 12.1 | 8.3      | 12.5   |                                  |
| <b>Socioeconomic position (SEP)</b>        |       |                               |       |           |      |          |        |                                  |
| 1st quartile (lowest)                      | 424   | 27.6                          | 7.8   | 32.8      | 17.2 | 14.1     | 28.1   | $\chi^2 = 119.70$<br>$p < 0.001$ |
| 2nd quartile                               | 383   | 24.9                          | 16.5  | 35.8      | 15.1 | 11.2     | 21.4   |                                  |
| 3rd quartile                               | 358   | 23.3                          | 23.5  | 35.2      | 14.0 | 9.2      | 18.1   |                                  |
| 4th quartile (highest)                     | 373   | 24.2                          | 27.3  | 46.4      | 12.1 | 6.7      | 7.5    |                                  |
| Total                                      | 1,538 | 100                           | 18.4  | 37.4      | 14.8 | 10.4     | 19.0   |                                  |

likelihood of DF, whereas being born in any 'other' community decreased such risk. (Please note that 'other' community category connoted any of the remaining communities in the municipality, or anywhere else in Mexico.) Having lived since birth in the same community increased the likelihood of DF. When having health insurance (public or private) was compared against having none, health insurance was associated with a decline in DF risk. In general, with decreasing SEP, the DF risk increased in the bivariate analyses.

Table 4 shows further results of the bivariate analyses. In those homes in which water was boiled before drinking/using it, teenagers had higher DF probability than those who lived in households without that custom. When comparing the source of water, those who used tap water or water from wells or springs had higher DF risk compared to those who resorted to water purchased in large containers or bottles. Adolescents from homes where a bag of 1 kg of salt was reported to last fewer months had higher DF risk than adolescents from households that subjectively reported salt lasting more months. Adolescents who had not had a dental visit in the preceding 12 months had increased odds of presenting DF. While results for the bivariate analyses generally followed intuitive directions, we found one seemingly contradictory trend related to the amount of toothpaste used: adolescents who reportedly used in their childhood the larger amounts of tooth paste servings had lower DF likelihood.

#### Multivariate model

We generated a multivariate OLR model, which met the proportional odds assumption (Table 5). Results indicated that 12-year olds had 10 % greater probability of having DF than 15-year olds ( $p < 0.01$ ). Regarding place of birth, adolescents from El Llano and San Marcos were 3.19 (95 % CI 2.03–5.01) and 1.63 (95 % CI 1.15–2.31) times more likely to have DF than those who were born in Tula. Adolescents who had public or private insurance coverage had higher DF risk than adolescents who had no health insurance ( $p < 0.05$ ). Teens whose homes used tap water (OR 1.83, 95 % CI 1.44–2.31) or water from a well or spring (OR 2.30, 95 % CI 1.66–3.18) for food preparation and drinking had higher DF odds than teens from households using water purchased in large containers or bottles. As SEP declined the DF likelihood increased ( $p < 0.001$ ).

Figure 1 illustrates the relationship between the starting dates of the national salt fluoridation program and the windows of DF risk for aesthetically important teeth in the two cohorts (15 and 12 years of age): central incisors, lateral incisors, and canines, considering the first evidence of mineral accretion in the central incisors (2–3 months of birth) to crown formation in canines (6 years) [31].

#### Discussion

The present research aimed to determine the strength of association of certain variables known to be related to dental fluorosis (DF) (together with socio-demographic and socioeconomic variables) with the actual DF experience among adolescents. We also took into account the facts of being born, and being long-standing residents, in communities with both naturally high levels of fluoride and located at high altitude above sea level. Perhaps most importantly, we also gauged the effect of the phasing in of the fluoridated domestic salt program during the window of vulnerability to DF. DF prevalence in this region of Mexico has been previously reported [19, 20] and therefore we will craft our discussion around the poorly characterized aspects of DF variation within locations with naturally high and very high fluoride levels, and located at high altitude above sea level. Subjects living in communities with high fluoride levels are at increased DF risk—both in Mexico [11, 32, 33] and elsewhere [17, 34, 35]. An increased DF experience has been found among persons living at high altitudes, even when sub-optimal concentrations of fluoride are present in the drinking water [36–38]. Luengas-Aguirre et al. [39] found 97.3 % fluorosis prevalence in children living at high altitudes in Mexico. Further descriptions [40, 41] included communities located at similar altitudes but with low fluoride concentration in their water.

Knowledge about the ages at which fluorides pose greater DF risk is important so that unsightly severity of DF may be minimized, in particular through judicious use of fluorides [42]. In our study population, there was a small yet significant difference between the 12- and 15-year olds: because age could not be considered as having a strong biological effect, DF was likely derived from increased fluoride exposure during the first years of life [7, 10] for the two birth cohorts (Fig. 1). Such difference may not be as large as a complete separation of exposure across cohorts may suggest; but we have to keep in mind that the 12-year-old cohort had partial exposure to the fluoridated domestic salt program during the window of vulnerability, and the fact that underdosage of fluorides appeared to affect the national program while it was ramping up its coverage and quality controls [43].

Federal agencies have oversight over the distribution of fluoridated salt and surveillance of its availability in Mexico. A few states have been kept outside of the national fluoridated salt program since 1991 because of pre-program endemic fluorosis: more recently, some within-state smaller areas have been designated as sites in which fluoridated domestic salt should not be sold. Tula de Allende is one of those communities; however, compliance with the fluoride content and commercial distribution is not well established. (Because our data collection took place in 1999, the recent



**Table 2** Behavioral and dental characteristics in teenagers across dental fluorosis scores (modified Dean's Index)

| Variables   | n     | Row percentages for fluorosis |       |           |      |          |        |                   |
|---|-------|-------------------------------|-------|-----------|------|----------|--------|-------------------|
|   |       | Total                         | Sound | Very mild | Mild | Moderate | Severe |                   |
| Boils water before using it?                      |       |                               |       |           |      |          |        |                   |
| No  | 1,009 | 65.6                          | 20.5  | 38.4      | 14.1 | 10.3     | 16.7   | $\chi^2 = 17.77$  |
| Yes   | 529   | 34.4                          | 14.2  | 35.5      | 15.9 | 10.8     | 23.6   | $p = 0.001$       |
| Water source used                                 |       |                               |       |           |      |          |        |                   |
| Tap   | 375   | 24.4                          | 13.1  | 31.5      | 14.9 | 10.7     | 29.8   |                   |
| Well or spring                                    | 158   | 10.3                          | 5.7   | 27.2      | 13.9 | 15.8     | 37.4   | $\chi^2 = 120.01$ |
| Purchased in large containers/bottles             | 1,005 | 65.3                          | 22.3  | 41.2      | 14.7 | 9.5      | 12.2   | $p < 0.001$       |
| Amount of toothpaste dispensing                   |       |                               |       |           |      |          |        |                   |
| Pea size  | 125   | 8.1                           | 13.6  | 34.4      | 12.8 | 7.2      | 32.0   |                   |
| Strip two-thirds brush                            | 791   | 51.4                          | 17.6  | 36.4      | 14.8 | 12.4     | 18.8   | $\chi^2 = 22.90$  |
| Strip whole brush                                 | 622   | 40.5                          | 20.3  | 39.2      | 14.9 | 8.7      | 16.9   | $p = 0.003$       |
| How long does it last a 1 kg bag of salt?         |       |                               |       |           |      |          |        |                   |
| 2+ months   | 931   | 60.5                          | 19.8  | 39.5      | 13.4 | 10.5     | 16.8   | $\chi^2 = 14.97$  |
| <2 months   | 607   | 39.5                          | 16.1  | 34.1      | 16.7 | 10.4     | 22.7   | $p = 0.005$       |
| Exclusively breastfed until 6 months of age?      |       |                               |       |           |      |          |        |                   |
| No  | 294   | 19.1                          | 16.7  | 37.1      | 15.3 | 10.5     | 20.4   | $\chi^2 = 0.97$   |
| Yes   | 1,244 | 80.9                          | 18.7  | 37.5      | 14.5 | 10.5     | 18.8   | $p = 0.914$       |
| Fed with formula after 6 months of age?           |       |                               |       |           |      |          |        |                   |
| No  | 517   | 33.6                          | 17.8  | 37.3      | 14.1 | 10.1     | 20.7   | $\chi^2 = 1.44$   |
| Yes   | 1,021 | 66.4                          | 18.6  | 37.4      | 15.0 | 10.7     | 18.3   | $p = 0.837$       |
| Had a visit to the dentist in the past 12 months? |       |                               |       |           |      |          |        |                   |
| Yes   | 231   | 15.0                          | 19.9  | 45.1      | 12.1 | 9.5      | 13.4   | $\chi^2 = 10.70$  |
| No  | 1,306 | 85.0                          | 18.0  | 36.1      | 15.2 | 10.6     | 20.1   | $p = 0.030$       |

re-classification of the Tula de Allende location had no effect on the variables included in the present analyses.) The primary federal ombudsman, COFEPRIS, has admitted some lassitude in fluoride content; in 2009, only 51 % of the salt met fluoride content guidelines. It was pointed out that coverage of retail outlets had a recent low of 27 % in 2005, although it improved to 90 % by 2009 [44]. Technical problems in the program have been reported over the years, and there have been improvements over time [43, 45].

We observed that adolescents who were born and stayed for the first 6 years of their lives in the same community with a concentration of 3.07 ppm fluoride were presenting three times the risk of DF compared to adolescents in a community with only 1.42 ppm. Even adolescents in San Marcos, where fluoride concentration in water was 1.38 ppm, were also at comparatively increased DF risk (Table 5). (Being born in 'Other' communities was a protective factor against DF.) Besides the fact that even in those two lower-level communities, the natural availability of fluoride was still considerable (1.42 and 1.38 F ppm), explanations for the high experience of DF fall in two large classes: hidden sources of fluoride and the effect of SEP

moderated by intermediate variables. In terms of the former, adolescents may have been exposed to sources of fluoride not measured such as foods and beverages [13, 46–48]. While boiling water significantly increases its fluoride concentration [49], the effect observed in the bivariate analysis for increased DF risk disappeared at the multivariate analysis level. The salience of such effect could have been offset by the water source preferentially utilized for drinking and for food preparation (Table 5). Although Hidalgo officially has 87.8 % of households served by piped water supplies, we suggest that these government figures are suspect: the official source also claims that 89.9 % of households at the national level have such coverage [50]. This is simply difficult to believe: perhaps more revealing is the fact that people commonly purchase water in large containers for household consumption in Mexico, due to the poor quality of community water or absence of the piped water system altogether. According to the Beverage Marketing Corporation [51], purchasing water in large containers for household consumption has continued over the years and increased by 8 % between 2004 and 2009. Remarkably, Mexico displaced Italy in the first place as the leading society purchasing water in

**Table 3** ORL bivariate analysis for dental fluorosis (modified Dean's Index), and socio-demographic and socioeconomic variables

| Variables                           | OR (95 % CI)      | <i>p</i> value | Proportional odds assumption test |
|-------------------------------------|-------------------|----------------|-----------------------------------|
| Age                                 |                   |                |                                   |
| 12 years                            | 1.08 (1.02–1.015) |                | $\chi^2 = 5.71$                   |
| 15 years                            | 1 <sup>a</sup>    | 0.007          | $p = 0.1267$                      |
| Sex                                 |                   |                |                                   |
| Male                                | 1 <sup>a</sup>    |                | $\chi^2 = 1.94$                   |
| Female                              | 0.92 (0.77–1.11)  | 0.418          | $p = 0.5843$                      |
| Current community of residence      |                   |                |                                   |
| Tula (1.42 F ppm)                   | 1 <sup>a</sup>    |                |                                   |
| El Llano (3.07 F ppm)               | 5.50 (4.07–7.42)  | <0.001         | $\chi^2 = 36.86$                  |
| San Marcos (1.38 F ppm)             | 2.70 (2.21–3.30)  | <0.001         | $p < 0.0010$                      |
| Community of birth                  |                   |                |                                   |
| Tula                                | 1 <sup>a</sup>    |                |                                   |
| El Llano                            | 4.98 (3.24–7.66)  | <0.001         |                                   |
| San Marcos                          | 1.95 (1.39–2.74)  | <0.001         | $\chi^2 = 14.78$                  |
| Other                               | 0.78 (0.64–0.96)  | 0.019          | $p = 0.0971$                      |
| Has always lived in same community? |                   |                |                                   |
| No                                  | 1 <sup>a</sup>    |                | $\chi^2 = 2.70$                   |
| Yes                                 | 1.41 (1.16–1.73)  | 0.001          | $p = 0.4400$                      |
| Has health insurance?               |                   |                |                                   |
| No                                  | 1 <sup>a</sup>    |                |                                   |
| Public insurance                    | 0.88 (0.72–1.07)  | 0.205          | $\chi^2 = 4.60$                   |
| Private insurance                   | 0.50 (0.37–0.67)  | <0.001         | $p = 0.5954$                      |
| Socioeconomic position (SEP)        |                   |                |                                   |
| 1st quartile (lowest)               | 3.82 (2.96–4.94)  |                |                                   |
| 2nd quartile                        | 2.35 (1.81–3.05)  | <0.001         |                                   |
| 3rd quartile                        | 1.69 (1.30–2.21)  | <0.001         | $\chi^2 = 15.51$                  |
| 4th quartile (highest)              | 1 <sup>a</sup>    | <0.001         | $p = 0.0779$                      |

OR odds ratios for higher versus lower severity of dental fluorosis from unadjusted proportional odds models

<sup>a</sup> Reference category

containers or bottles: 234 L/person/year versus Italy (191 L/person/year), Spain (119), or the USA (110). In the State of Guanajuato in Mexico [52], 80 % of respondents reported that this was the type of water they used. Some reports have theoretically suggested [53] or empirically shown [54] that water processing into individual water containers could lead to increased dental caries experience because of the lowered fluoride content. While the one Mexican study available in the scientific literature found no differences in fluoride content of tap water and water purchased in large containers in Mexico City [55], no objective large-scale assessments have measured fluoride content in the water entering the purifying factories, and the content when it leaves as the final product. Our results in Table 5 show that self-reported use of water purchased in large containers was associated with a much lower risk of DF, compared to those households reporting use of tap water (83 % higher DF risk) or well/spring water (hardly surprisingly, a 130 % higher DF risk in this area known to have high naturally available fluorides in water, and at high altitude). The industrial processing of water seems to be

indeed removing fluoride content in the locally available water.

The second group of explanations for the high experience of DF pertains to the ambivalent effect of SEP moderated by intermediate variables. Access to oral health services is important components of clinical programs to manage the onset and progression of dental caries. In theory, strict adherence to regular check-ups brings about optimized dental services' utilization and good oral health status; we have corroborated this pattern in the State of Hidalgo [22]. In the present study, we found that adolescents with any health insurance had increased risk of fluorosis (Table 5). No unequivocal explanation can be teased out of the present data but we assume that adolescents who had health insurance may have also had better access to fluoride through professional care. What seems counterintuitive is the opposite association detected between DF and SEP: a clearly ordered effect in which more positive SEP was inversely related to DF experience. We postulate that greater ability to purchase dental care was related to 'better' health behaviors. A classic example

**Table 4** ORL bivariate analysis for dental fluorosis (modified Dean's Index), and behavioral and dental variables

| Variables   | OR (95 % CI)     | <i>p</i> value | Proportional odds assumption test |
|---|------------------|----------------|-----------------------------------|
| Boils water before using it?                      |                  |                |                                   |
| No  | 1 <sup>a</sup>   |                | $\chi^2 = 1.21$                   |
| Yes   | 1.48 (1.22–1.79) | <0.001         | <i>p</i> = 0.7514                 |
| Water source used                                 |                  |                |                                   |
| Tap   | 2.31 (1.85–2.88) | <0.001         |                                   |
| Well or spring                                    | 3.82 (2.81–5.19) | <0.001         | $\chi^2 = 9.70$                   |
| Purchased in large containers/bottles             | 1 <sup>a</sup>   |                | <i>p</i> = 0.1380                 |
| Amount of toothpaste dispensing                   |                  |                |                                   |
| Pea size  | 1 <sup>a</sup>   |                |                                   |
| Strip two-thirds brush                            | 0.67 (0.47–0.96) | 0.029          | $\chi^2 = 9.14$                   |
| Strip whole brush                                 | 0.55 (0.38–0.78) | 0.001          | <i>p</i> = 0.1657                 |
| How long does it last a 1 kg bag of salt?         |                  |                |                                   |
| 2+ months   | 1 <sup>a</sup>   |                | $\chi^2 = 3.09$                   |
| <2 months   | 1.38 (1.14–1.66) | 0.001          | <i>p</i> = 0.3780                 |
| Exclusively breastfed until 6 months of age?      |                  |                |                                   |
| No  | 1 <sup>a</sup>   |                | $\chi^2 = 0.14$                   |
| Yes   | 0.89 (0.71–1.12) | 0.358          | <i>p</i> = 0.9868                 |
| Fed with formula after 6 months of age?           |                  |                |                                   |
| No  | 1 <sup>a</sup>   |                | $\chi^2 = 0.97$                   |
| Yes   | 0.93 (0.77–1.13) | 0.490          | <i>p</i> = 0.8093                 |
| Had a visit to the dentist in the past 12 months? |                  |                |                                   |
| Yes   | 1 <sup>a</sup>   |                | $\chi^2 = 3.96$                   |
| No  | 1.40 (1.09–1.80) | 0.008          | <i>p</i> = 0.2656                 |

OR odds ratios for higher versus lower severity of dental fluorosis from unadjusted proportional odds models

<sup>a</sup> Reference category

would be the emphasis on preventive maneuvers such as using fluoride drops, or tablets of fluoride combined with vitamins, even in the presence of public health fluoridation programs [56]. The link between better socioeconomic status and better health outcomes has been demonstrated in great many places including Mexico [57–60]. Under the ambivalent effect scenario found in the present study, lower SEP adolescents may be at increased DF risk because (1) they lacked health knowledge about the potential damage of fluorides when ingested in excessive amounts; (2) they were more likely to use water from springs or wells; and/or (3) they were more likely to live in El Llano, the community with the highest fluoride level in water (SEP data not shown). Other studies have looked into socioeconomic inequalities and dental fluorosis, observing that the poorest socioeconomic level was associated with higher DF levels in China [61], finding no association in Brazil [62], or finding that higher socioeconomic status was linked to higher DF risk in Britain [63]. Clearly, the metrics used and the influence of local factors preclude a definitive, universal interpretation of the association between socioeconomic measures and DF.

The present study has certain methodological limitations that must be taken into account to place the results in their

appropriate contexts. The multiple cross-sectional design limits the potential to ascribe causality to the relationships identified; however, adding age and cohorts as variables partially offsets this feature. Measuring cause and effect for most variables suggests caution. As in all epidemiologic studies, misdiagnosis of non-fluoride-induced opacities remains a possibility. Finally, currency of data is an issue. We feel that this analysis is a valuable addition to the literature for several reasons. First, because there is little published data about the DF changes at the time of domestic fluoridated salt programs being introduced, i.e., what is it that domestic fluoridated salt adds to the DF experience during such transition times. If this literature is sparse for the international scene, it is even more so for Mexico. Furthermore, with the new National Health Survey data being accrued during 2011–2012 in Mexico, it becomes crucial to establish a DF baseline of what factors were at play for DF experience at the outset of the fluoridated salt program. Finally, while we lack hard data reflecting changes in water sources and water drinking patterns in the country, it is generally accepted that changes in water sources are slowly but steadily taking place. On the one hand, climatic changes are leading to aquifers being depleted and new supplies being introduced; on the other

**Table 5** Multivariate ORL model for dental fluorosis (modified Dean’s Index)

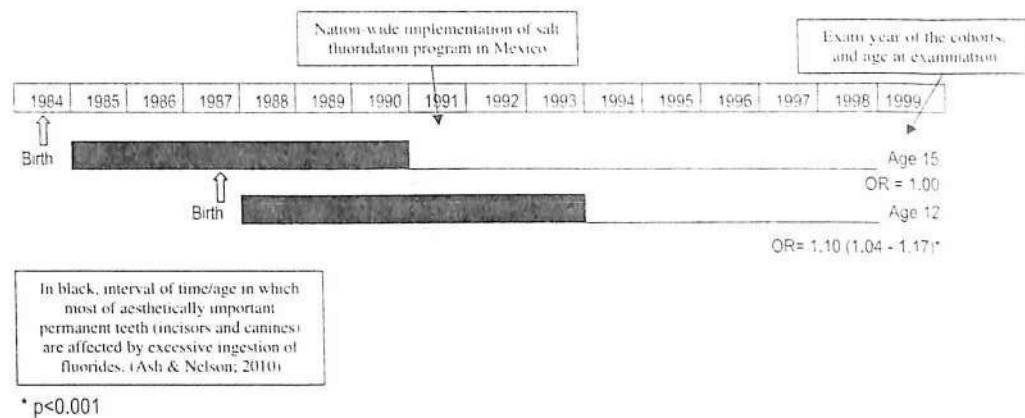
| Variables                             | OR (95 % CI)     | p value |
|---------------------------------------|------------------|---------|
| <b>Age</b>                            |                  |         |
| 12 years                              | 1.10 (1.04–1.17) | 0.001   |
| 15 years                              | 1 <sup>a</sup>   |         |
| <b>Community of birth</b>             |                  |         |
| Tula                                  | 1 <sup>a</sup>   |         |
| El Llano                              | 3.19 (2.03–5.01) | <0.001  |
| San Marcos                            | 1.63 (1.15–2.31) | 0.005   |
| Other                                 | 0.85 (0.70–1.05) | 0.143   |
| <b>Has health insurance?</b>          |                  |         |
| No                                    | 1 <sup>a</sup>   |         |
| Public insurance                      | 1.35 (1.02–1.80) | 0.035   |
| Private insurance                     | 1.36 (1.01–1.84) | 0.041   |
| <b>Water source used</b>              |                  |         |
| Tap                                   | 1.83 (1.44–2.31) | <0.001  |
| Well or spring                        | 2.30 (1.66–3.18) | <0.001  |
| Purchased in large containers/bottles | 1 <sup>a</sup>   |         |
| <b>Socioeconomic position (SEP)</b>   |                  |         |
| 1st quartile (lowest)                 | 2.48 (1.90–3.25) | <0.001  |
| 2nd quartile                          | 1.81 (1.38–2.37) | <0.001  |
| 3rd quartile                          | 1.49 (1.14–1.95) | 0.004   |
| 4th quartile (highest)                | 1 <sup>a</sup>   |         |

OR odds ratios for higher versus lower severity of dental fluorosis from adjusted proportional odds models. Model adjusted for variables included in Table 5, as well as sex

Proportional odds assumption test:  $\chi^2(39) = 47.63$ ;  $p = 0.1616$ . Specification error: linktest estimator  $p \leq 0.001$ , estimator<sup>2</sup>  $p = 0.137$

<sup>a</sup> Reference category

**Fig. 1** Odds ratios by cohort (born between 1984 and 1987) are observed and adjusted by variables in Table 5, in the context of the years/age in which children started to be exposed to the fluorides derived from the fluoridated domestic salt program



hand, there is an increased sale of bottled water in smaller containers (more attuned to the trends becoming prevalent in the Western world in the past 10–15 years).

The present study was undertaken in a high DF experience environment, incorporating adolescents in semirural communities in Mexico. In conclusion:

1. Socio-demographic and socioeconomic variables were associated with the experience of dental fluorosis, with SEP (parents’ maximum level of schooling and occupations) playing an ambivalent role.
2. There is a substantial caveat surrounding the peculiar market for water purchased in large containers in

Mexico; such market is different from the industrialized nations’ middle-class, health-conscious, bottled-water user. In our study population, reliance on water for food preparation or drinking other than community water supplies or water obtained from spring/wells, was associated with lower risk of fluorosis.

3. Further studies are needed to evaluate fluoride concentrations in various foods and beverages available in this community; to characterize the exact fluoride concentrations in diverse sources of water; and to better define the cumulative fluoride exposure over time during DF windows of vulnerability.

**Conflict of interest** The authors declare that they have no conflict of interest.

## References

- Sánchez-Pérez L, Irigoyen ME, Zepeda M. Dental caries, tooth eruption timing and obesity: a longitudinal study in a group of Mexican schoolchildren. *Acta Odontol Scand*. 2010;68:57–64.
- Juárez-López ML, Villa-Ramos A. Caries prevalence in pre-school children with overweight and obesity. *Rev Invest Clin*. 2010;62:115–20.
- Martínez-Pérez KM, Monjarás-Avila AJ, Patiño-Marín N, Loyola-Rodríguez JP, Mandeville PB, Medina-Solís CE, et al. Epidemiologic study on dental caries and treatment needs in schoolchildren aged six to twelve years from San Luis Potosí. *Rev Invest Clin*. 2010;62:206–13.
- Zermeño-Ibarra JA, Delgado-Pastrana S, Patiño-Marín N, Loyola-Rodríguez JP. Relationship between overweight-obesity and periodontal disease in Mexico. *Acta Odontol Latinoam*. 2010;23:204–9.
- Minaya-Sánchez M, Medina-Solís CE, Casanova-Rosado JF, Casanova-Rosado AJ, Márquez-Corona ML, Islas-Granillo H, et al. Tooth loss and periodontal status variables among policemen from Campeche, Mexico. *Gac Med Mex*. 2010;146:264–8.
- Minaya-Sánchez M, Vallejos-Sánchez AA, Casanova-Rosado AJ, Casanova-Rosado JF, Medina-Solís CE, Maupomé G, et al. Confirmation of symmetrical distributions of clinical attachment loss and tooth loss in a homogeneous Mexican adult male population. *J Dent Sci*. 2010;5:126–30.
- Buzalaf MA, Levy SM. Fluoride intake of children: considerations for dental caries and dental fluorosis. *Monogr Oral Sci*. 2011;22:1–19.
- Everett ET. Fluoride's effects on the formation of teeth and bones, and the influence of genetics. *J Dent Res*. 2011;90:552–60.
- Jha SK, Mishra VK, Sharma DK, Damodaran T. Fluoride in the environment and its metabolism in humans. *Rev Environ Contam Toxicol*. 2011;211:121–42.
- Den Besten P, Li W. Chronic fluoride toxicity: dental fluorosis. *Monogr Oral Sci*. 2011;22:81–96.
- Soto-Rojas AE, Ureña-Cirett JL, Martínez-Mier EA. A review of the prevalence of dental fluorosis in Mexico. *Rev Panam Salud Publica*. 2004;15:9–18.
- Vallejos-Sánchez AA, Medina-Solís CE, Casanova-Rosado JF, Maupomé G, Minaya-Sánchez M, Pérez-Olivares S. Dental fluorosis in cohorts born before, during and after the national salt fluoridation program in a community in Mexico. *Acta Odontol Scand*. 2006;64:209–13.
- Beltrán-Valladares PR, Cocom-Tum H, Casanova-Rosado JF, Vallejos-Sánchez AA, Medina-Solís CE, Maupomé G. Prevalencia de fluorosis dental y fuentes adicionales de exposición a fluoruro como factores de riesgo a fluorosis dental en escolares de Campeche, México. *Rev Invest Clin*. 2005;57:532–9.
- Teixeira AK, Bezerra de Menezes LM, Dias AA, Morais de Alencar CH, Leitão de Almeida ME [Analysis of protection or risk factors for dental fluorosis in 6 to 8 year-old children in Fortaleza, Brazil]. *Rev Panam Salud Publica*. 2010;28:421–8.
- Maupomé G, Shulman JD, Clark DC, Levy SM. Socio-demographic features and fluoride technologies contributing to higher fluorosis scores in permanent teeth of Canadian children. *Caries Res*. 2003;37:327–34.
- Ramezani GH, Valaei N, Eikani H. Prevalence of DMFT and fluorosis in the students of Dayer city (Iran). *J Indian Soc Pedod Prev Dent*. 2004;22:49–53.
- Ferreira EF, Vargas AM, Castilho LS, Velásquez LN, Fantinel LM, Abreu MH. Factors associated to endemic dental fluorosis in Brazilian rural communities. *Int J Environ Res Public Health*. 2010;7:3115–28.
- Pontigo-Loyola AP, Medina-Solís CE, Borges-Yáñez SA, Patiño-Marín N, Islas-Márquez AJ, Maupomé G. Prevalence and severity of dental caries in adolescents ages 12 and 15 living in communities with various fluoride concentrations. *J Public Health Dent*. 2007;67:8–13.
- Pontigo-Loyola AP, Islas-Márquez AJ, Loyola-Rodríguez JP, Maupomé G, Márquez-Corona ML, Medina-Solís CE. Dental fluorosis in 12- and 15-year-olds at high altitude in above optimal fluoridated communities in Mexico. *J Public Health Dent*. 2008;68:163–6.
- Medina-Solís CE, Pontigo-Loyola AP, Maupomé G, Lamadrid-Figueroa H, Loyola-Rodríguez JP, Hernández-Romano J, et al. Dental fluorosis prevalence and diagnostic test using Dean's index based on 6 teeth, and on 28 teeth. *Clin Oral Investig*. 2008;12:197–202.
- Pontigo-Loyola AP, Medina-Solís CE, Veras-Hernández M, Vallejos-Sánchez AA, Minaya-Sánchez M, Mendoza-Rodríguez M, et al. Prevalencia de dientes perdidos y factores asociados en una muestra de adolescentes hidalgüenses. *Boletín Informativo de la Coordinación de Investigación*. 2011;43:6–9.
- Pontigo-Loyola AP, Medina-Solís CE, Márquez-Corona ML, Vallejos-Sánchez AA, Minaya-Sánchez M, Escoffié-Ramírez M, et al. Influencia de variables predisponentes, facilitadoras y de necesidades sobre la utilización de servicios de salud bucal en adolescentes mexicanos de 12 y 15 años de edad. *Gac Med Mex* 2012; in press.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía Informática. Anuario Estadístico Hidalgo. Superficie de la República Mexicana por Estados. INEGI: Mexico DF; 2001. p. 3–59.
- Rozier RG. Epidemiologic indices for measuring the clinical manifestations of dental fluorosis: overview and critique. *Adv Dent Res*. 1994;8:39–55.
- Kolenikov S, Angeles G. The use of discrete data in Principal Component Analysis with applications to socio-economic indices. Working Paper No. WP-04-85. CPC/MEASURE: North Carolina; 2004.
- McKnight PE, McKnight KM, Sidani S, Figueredo AJ. Missing data: a gentle introduction. New York: Guilford; 2007.
- Armstrong BG, Sloan M. Ordinal regression models for epidemiological data. *Am J Epidemiol*. 1989;129:191–204.
- Ananth CV, Kleinbaum DG. Regression models for ordinal responses: a review of methods and applications. *Int J Epidemiol*. 1997;26:1323–33.
- Abreu MN, Siqueira AL, Cardoso CS, Caiáffa WT. Ordinal logistic regression models: application in quality of life studies. *Cad Saude Publica*. 2008;24(Suppl 4):s581–91.
- Hosmer D, Lemeshow S. Applied logistic regression. 2nd ed. USA: Wiley-Interscience Publication; 2000.
- Ash MM, Nelson SJ. Wheeler's dental anatomy, physiology, and occlusion. 9th ed. Barcelona: España; Elsevier; 2010. p. 36.
- Díaz-Barriga F, Navarro-Quezada A, Grijalva MI, Grimaldo M, Loyola-Rodríguez JP, Ortiz MD. Endemic fluorosis in México. *Fluoride*. 1997;30:233–9.
- Alarcón-Herrera MT, Martín-Domínguez IR, Trejo-Vázquez R, Rodríguez-Dozal S. Well water fluoride, dental fluorosis, and bone fractures in the Guadiana Valley of Mexico. *Fluoride*. 2001;34:139–49.
- Aldosari AM, Akpata ES, Khan N. Associations among dental caries experience, fluorosis, and fluoride exposure from drinking water sources in Saudi Arabia. *J Public Health Dent*. 2010;70:220–6.

35. Berndt Ch, Meller Ch, Poppe D, Splieth CH. Fluorosis, caries and oral hygiene in schoolchildren on the Ombili Foundation in Namibia. *Oral Health Prev Dent.* 2010;8:269–75.
36. Manji F, Baelum V, Fejerskov O. Fluoride, altitude and dental fluorosis. *Caries Res.* 1986;20:473–80.
37. Akosu TJ, Zoakah AI, Chirdan OA. The prevalence and severity of dental fluorosis in the high and low altitude parts of Central Plateau, Nigeria. *Community Dent Health.* 2009;26(3):138–42.
38. Martínez-Mier EA, Soto-Rojas AE, Ureña-Cirett JL, Katz BP, Stookey GK, Dunipace AJ. Dental fluorosis and altitude: a preliminary study. *Oral Health Prev Dent.* 2004;2:39–48.
39. Luengas-Aguirre I, Irigoyen ME, Molina-Frechero N. Fluorosis Dental. (Dental Fluorosis) Cuadernos 25 CBS. Primera Edición. Mexico: Universidad Autónoma Metropolitana; 1991. p. 1–48.
40. Irigoyen DE, 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;23:243–5.
41. Irigoyen CME, Sanchez HG, Molina FN. Fluorosis dental en comunidades rurales localizadas en zonas con elevada altitud (Dental fluorosis in rural communities located at high altitude). *Rev Asoc Dent Mex.* 1997;54:46–50.
42. Aoba T, Fejerskov O. Dental fluorosis: chemistry and biology. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2002;13:155–70.
43. Maupomé-Carvantes G, Jaramillo-Lanchero RD, Andrade-Delgado LC, Juárez-Reyes PL, López-Pérez R, Sánchez-Navarro W, et al. Flúor contenido en la sal para consumo humano distribuida en la ciudad de México. *Bol Oficina Sanit Panam.* 1995;119:195–201.
44. COFEPRIS. Ámbito de riesgo: exposición a riesgos sanitarios por alimentos. Tema: sal yodada y fluorurada. [http://www.cofepris.gob.mx/wb/cfp/110\\_sal\\_yodada\\_y\\_fluorurada/\\_rid/1906?page=3](http://www.cofepris.gob.mx/wb/cfp/110_sal_yodada_y_fluorurada/_rid/1906?page=3) consulted: 5/08/2011.
45. Martínez-Mier EA, Soto-Rojas AE, Buckley CM, Stookey GK, Zero DT, Margineda J. Evaluación del contenido de flúor en sal de mesa fluorada. *Salud Pública Mex.* 2004;46:197–8.
46. Loyola-Rodríguez JP, Pozos-Guillén A, Hernández-Guerrero JC. Bebidas embotelladas como fuentes adicionales de exposición a flúor. *Salud Pública Mex.* 1998;40:438–41.
47. Loyola-Rodríguez JP, Pozos-Guillén A, López-Moctezuma S, San Martín-López A. Fluoruros ocultos como factor de riesgo a fluorosis dental en San Luis Potosí, México. *Rev ADM.* 1998;6:272–6.
48. Martínez-Mier EA, Soto-Rojas AE, Ureña-Cirett JL, Stookey GK, Dunipace AJ. Fluoride intake from foods, beverages and dentifrice by children in Mexico. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2003;31:221–30.
49. Grimaldo M, Borja-Aburto V, Ramírez A, Ponce M, Rosas M, Díaz-Barriga F. Endemic fluorosis in San Luis Potosí, Mexico. I. Identification of risk factors associated with human exposure to fluoride. *Environ Res.* 1995;68:25–30.
50. Consejo Nacional de Población. Cuadro A.1. Población total, indicadores socioeconómicos, índice y grado de marginación y lugar que ocupa en el contexto nacional por entidad federativa. 2005. Estimaciones del CONAPO con base en el II Censo de Población y Vivienda 2005 y Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo 2005 (IV Trimestre); 2005.
51. Enciso LA. México, primer lugar en consumo de agua embotellada: la demanda crece 40 %. *La Jornada* 18 de Mayo de 2010. Sociedad y justicia. <http://www.jornada.unam.mx/2010/05/18/sociedad/041u1soc>. Consulted: 9/08/2011.
52. Azpeitia-Valadez ML, Sánchez-Hernández MA, Rodríguez-Frausto M. Risk factors for dental fluorosis in children between 6 and 15 years old. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc.* 2009;47:265–70.
53. Newbrum E. What we know and do not know about fluoride. *J Public Health Dent.* 2010;70:227–33.
54. Mills K, Falconer S, Cook C. Fluoride in still bottled water in Australia. *Aust Dent J.* 2010;55:411–6.
55. Jiménez-Farfán MD, Hernández-Guerrero JC, Juárez-López LA, Jacinto-Alemán LF, de la Fuente-Hernández J. Fluoride consumption and its impact on oral health. *Int J Environ Res Public Health.* 2011;8:148–60.
56. Sampaio FC, Levy SM. Systemic fluoride. *Monogr Oral Sci.* 2011;22:133–45.
57. Chandra Shekar BR, Reddy C. Oral health status in relation to socioeconomic factors among the municipal employees of Mysore city. *Indian J Dent Res* 2011;22:410–8.
58. Acuña-González G, Medina-Solís CE, Maupomé G, Escoffié-Ramírez M, Hernández-Romano J, Márquez-Corona ML, et al. Heredity and socioeconomic risk factors for non-syndromic cleft lip and/or palate: hospital-based, matched case-control study in Mexico. *Biomédica.* 2011;31:381–91.
59. Islas-Granillo H, Borges-Yañez SA, Lucas-Rincón SE, Medina-Solís CE, Casanova-Rosado AJ, Márquez-Corona ML, et al. Edentulism risk indicators among Mexican elders 60 year-old and older. *Arch Gerontol Geriatr.* 2011;53:258–62.
60. González-Osorio CA, Medina-Solís CE, Pontigo-Loyola AP, Casanova-Rosado JF, Escoffié-Ramírez M, Corona-Tabares MG, et al. Estudio ecológico en México (2003–2009) sobre labio y/o paladar hendido y factores sociodemográficos, socioeconómicos y de contaminación asociados. *An Pediatr (Barc).* 2011;74:377–87.
61. Li FC, Yan SL, Qin AN, Liou GY, Xie WF, Gou JF. The relations between dental fluorosis and economic status in Shuicheng, a fluorosis-endemic County in Guizhou province. *Zhonghua Yu Fang Yi Xue Za Zhi.* 2007;41(Suppl):119–22.
62. Meneghim MC, Kozłowski FC, Pereira AC, Ambrosano GM, Meneghim ZM. A socioeconomic classification and the discussion related to prevalence of dental caries and dental fluorosis. *Cien Saude Colet.* 2007;12:523–9.
63. Tabari ED, Ellwood R, Rugg-Gunn AJ, Evans DJ, Davies RM. Dental fluorosis in permanent incisor teeth in relation to water fluoridation, social deprivation and toothpaste use in infancy. *Br Dent J.* 2000;189:216–20.

## Research Article

# Drinking Water Fluoride Levels for a City in Northern Mexico (Durango) Determined Using a Direct Electrochemical Method and Their Potential Effects on Oral Health

Nelly Molina Frechero,<sup>1</sup> Leonor Sánchez Pérez,<sup>1</sup>  
Enrique Castañeda Castaneira,<sup>1</sup> Anastasio Oropeza Oropeza,<sup>1</sup>  
Enrique Gaona,<sup>1</sup> José Salas Pacheco,<sup>2</sup> and Ronell Bologna Molina<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Health Care Department, Autonomous Metropolitan University (UAM), Xochimilco, 04960 Mexico City, DF, Mexico

<sup>2</sup> Scientific Research Institute, Juárez University of the Durango State (UJED), 34000 Durango, DGO, Mexico

<sup>3</sup> Oral Pathology, School of Dentistry, Juárez University of the Durango State (UJED), 34000 Durango, DGO, Mexico

Correspondence should be addressed to Ronell Bologna Molina; ronellbologna@hotmail.com

Received 2 August 2013; Accepted 26 September 2013

Academic Editors: B.-H. Liu, C. Montoliu, and A. Takagi

Copyright © 2013 Nelly Molina Frechero et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Fluoride is ingested primarily through consuming drinking water. When drinking water contains fluoride concentrations  $>0.7$  parts per million (ppm), consuming such water can be toxic to the human body; this toxicity is called "fluorosis." Therefore, it is critical to determine the fluoride concentrations in drinking water. The objective of this study was to determine the fluoride concentration in the drinking water of the city of Durango. The wells that supply the drinking water distribution system for the city of Durango were studied. One hundred eighty-nine (189) water samples were analyzed, and the fluoride concentration in each sample was quantified as established by the law NMX-AA-077-SCFI-2001. The fluoride concentrations in such samples varied between 2.22 and 7.23 ppm with a  $4.313 \pm 1.318$  ppm mean concentration. The highest values were observed in the northern area of the city, with a  $5.001 \pm 2.669$  ppm mean value. The samples produced values that exceeded the national standard for fluoride in drinking water. Chronic exposure to fluoride at such concentrations produces harmful health effects, the first sign of which is dental fluorosis. Therefore, it is essential that the government authorities implement water defluoridation programs and take preventative measures to reduce the ingestion of this toxic halogen.

## 1. Introduction

Water is a scarce resource in Mexico; thus, a plan was developed to exploit the country's underground aquifers. Because fluoride is abundant in the earth's crust, it is a common drinking water contaminant, and high fluoride concentrations in contaminated drinking water are rapidly becoming an endemic public health problem. The drinking water fluoride concentration limit set by the World Health Organization (WHO) is 1 part per million (ppm), but this limit depends on an area's geological characteristics. For Mexico, the drinking water fluoride limit is 0.7 ppm, as described by the national regulatory standard NOM-013-SSA2-2006 [1, 2]. Fluoride is an abundant ion in the earth's

crust that is highly electronegative; thus, it combines with various soil substances to form fluoride salts. When water passes through the soil, these fluoride compounds dissolve and increase the fluoride groundwater concentration in the presence of lithium, cesium, chloride, and bromide [3]. The groundwater composition is primarily determined by its time in the aquifer and the materials and ions dissolved therein. To establish suitable groundwater for human consumption, one must consider the water's hardness and the concentrations of salts, iron, carbon dioxide, sulfur compounds, fluoride, arsenic, lead, chromium, manganese, and other ions [4].

The most common fluoride minerals in the earth's crust are fluorspars (fluorite, cryolite, and apatite), which are typically composed of calcium, fluoride, carbonates, and



sulfates [5]. Fluoride is an extremely reactive element that combines with other elements through ionic or covalent bonds and is primarily found in igneous and alkaline rocks. Fluorite is the most abundant compound formed and is found in granite, gneiss, and pegmatite. The fluoride concentration in aquifers depends on various factors, including the fluoride concentrations of the surrounding minerals; the mineral decomposition, dissociation, and dissolution rates; the groundwater time in the aquifer; and the reaction kinetics. These factors determine the fluoride solubility in water for a given type of aquifer [6].

Fluoride contamination in drinking water can reach concentrations higher than 1 ppm, and fluoride can be ingested via bottled beverages, table salt, toothpaste, and various foods. Chronic ingestion and consumption of fluoridated products can cause diseases, such as dental and skeletal fluorosis, and increase the risk of developing kidney problems and cancer [2, 7]. Furthermore, consuming high fluoride concentrations reportedly impairs human mental development and lowers IQ in school-aged children [7, 8].

Dental fluorosis occurs during odontogenesis and tooth development and produces hypomineralization as well as surface and subsurface enamel porosity. Dental fluorosis can exhibit varying degrees of severity, which cause tooth color changes and generate serious aesthetic, functional, and physiological problems. Thus, fluorosis is a public health problem with high treatment costs [9].

In 1996, a list was developed of municipalities in five states in which iodized and fluoridated salt should not be distributed due to high fluoride concentrations in the drinking water, including the state of Durango [10, 11].

In 1997, Mexico reported that more than five million people were chronically exposed to high fluoride levels through drinking water [12]. Because exposure to high fluoride levels is a major public health problem, it is essential to assess the fluoride levels in the drinking water supply for the city of Durango, particularly because the city fluoride concentrations have not been studied, and children exhibit clinical dental fluorosis symptoms. Therefore, it is important to analyze the drinking water fluoride concentrations in this area to determine the contribution of this mineral to potential negative health outcomes caused by exposure to excessive fluoride levels.

The purpose of this study was to determine the drinking water fluoride concentrations for Durango, establish whether diseases related to different levels of fluoride exposure are present, and disseminate the results to prevent dental fluorosis, which is an early sign of high fluoride levels.

## 2. Materials and Methods

**2.1. Study Area.** The city of Durango (officially, the "Victoria de Durango") is in Mexico and is the capital of the state of Durango (Figure 1). It is in the northern part of the country and is known by its inhabitants as "The Pearl of Guadiana" due to its location in the Valley of Guadiana, which is in the center of the state of Durango. The metropolitan region is 123,181 km<sup>2</sup> with a population of 582,267, which represents

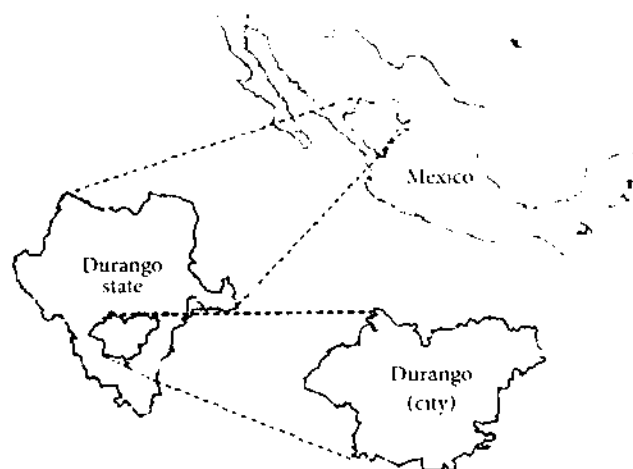


FIGURE 1: Map depicting the Durango city and state locations in the Mexican Republic.

more than one-third of the state's population [13]. The city is located in the far western end of the valley of Guadiana in northern Mexico and the central-western part of the Mexican high plains (*altiplano*). The average city elevation is 1880 meters above sea level (MASL). The city has only two notable geographic features: Mercado hill (2040 MASL) to the north of the city and Los Remedios hill (1980 MASL) to the west. According to the Köppen climate system, the city of Durango has a semitemperate climate, rain in the summer, and slightly colder weather in the winter with a few frosts and showers [14].

Durango's drinking water comes from the region's deep wells and aquifers; the population consumes groundwater extracted from the city's functioning wells. The first stage of this study included visits to the National Water Commission (CONAGUA, in Spanish) and Durango Municipal Water System to document the 66 wells distributed throughout the city, only 63 of which were functioning during the study period due to logistical defects. Durango's Municipal Water System operates the city's System of Wells, all of which are less than 250 meters deep.

The 63 functioning wells were located throughout the northern, southern, and central sections of the city. Thus, the city was divided into three sections for this study, and the wells were enumerated and grouped by section (Figure 2).

In the second stage of the study, a method was developed to detect fluoride in the municipality drinking water. The water samples were collected over nine months (in a period of drought).

This was a descriptive and experimental study on drinking water fluoride concentrations.

**2.2. Collection of Water Samples.** Water samples were collected using 200 mL polyethylene bottles that were washed three times with deionized water; prior to collecting each sample, the bottles were labeled with the sample number, well, and location for identification.

The recommended method for fluoride analysis is the potentiometric method using an ion-selective electrode [15].

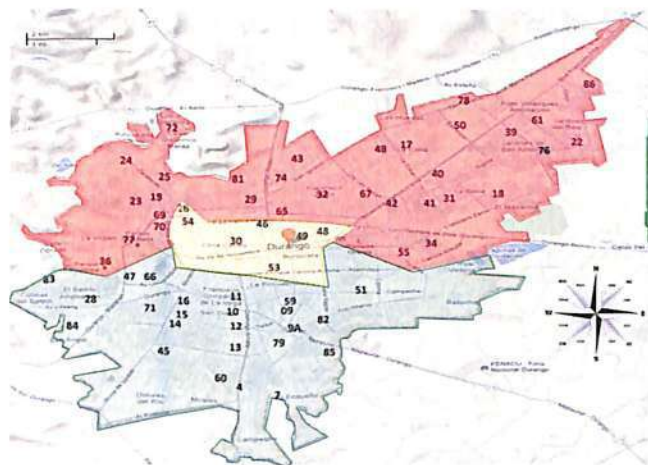


FIGURE 2: Location of wells in the city, which are distributed by geographic region (north, south, and central).

Herein, an Orion 4-star fluoride ion-selective electrode from the Thermo Electron Corporation was used. The potentiometric method facilitates fluoride detection in the concentration range 0.1 to 10 ppm; this method also requires a total ionic strength adjustment buffer solution (TISAB) to control pH, adjust the total ionic strength, and maintain the fluoride ion in a freely dissolved form in solution (Standard Methods 1998) [16]. The water samples were analyzed in the Fluorosis Laboratory at the Autonomous Metropolitan University in Xochimilco (UAM-X, in Spanish) on the day that they were collected.

A calibration curve was prepared using standard solutions with concentrations between 0.01 and 10 ppm. TISAB III was added to the standards to stabilize the ionic strength [16]. Fluoride readings for each sample were recorded using the Star Navigator and LabSpeed Navigator software packages. Data from triplicate measurements were analyzed using univariate statistical methods, and the means, standard deviations, and 95% confidence intervals were calculated for each sample; the mean concentration in each study area was calculated using the SPSS 21 software package.

### 3. Results

One hundred eighty-nine (189) water samples from 63 municipal wells were analyzed (the well water is the drinking water for Durango citizens), and the fluoride concentrations were between 2.22 and 7.23 ppm with a mean concentration of  $4.313 \pm 1.318$  ppm (Figure 3). Ninety-three (93) samples from 31 wells in the northern region of the city were analyzed, and the fluoride concentrations ranged from 3.92 to 7.23 ppm with a mean of  $5.30 \pm 0.945$ . In the southern region, 75 samples from 25 wells were analyzed with a mean concentration of  $3.5818 \pm 0.786$  ppm; in the center of the city, 21 samples from 7 wells were analyzed, and the fluoride concentrations ranged from 2.22 to 3.31 ppm with a mean of  $2.5514 \pm 0.363$ . These results are presented in Table 1 and Figure 3.

Figure 4 shows the fluoride concentration frequency distribution for the 63 wells studied. The frequency of fluoride

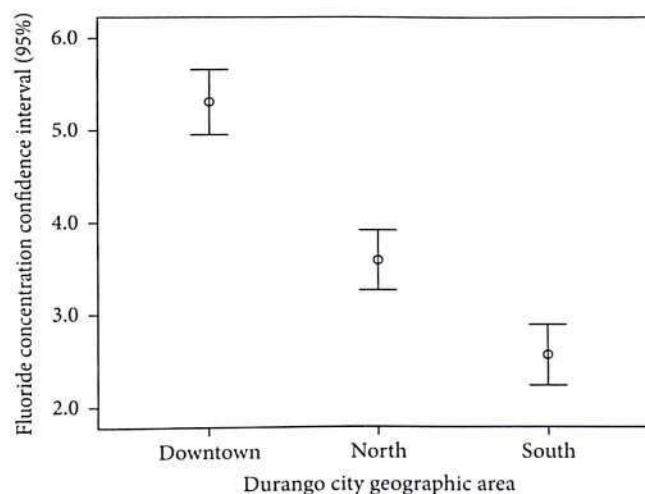


FIGURE 3: Fluoride concentration distribution in the city of Durango by region.

was greater in 11 wells, 27 wells had concentrations between 2 and 4 ppm, and 36 wells had concentrations >4 ppm and Figure 5 shows the fluoride concentration distribution in the three regions studied; the highest fluoride levels were in the northern region, and the lowest levels were in the central region.

### 4. Discussion

The state of Durango is in a rocky volcanic region, and its water is supplied from underground sources. The drinking water fluoride content depends on such rocks' fluoride content and the temperature, pH, and time that the groundwater is in underground aquifers. Minerals, such as clay, that can exchange ions favor fluoride ion diffusion and transport into groundwater [17].

The predominant rocks in the city of Durango are acidic, and experiments showed that the fluoride quantity dissolved from acidic rocks was nearly twice that of basic rocks. Acidic rocks have higher silica concentrations, and when such rocks crystallize, they yield quartz, which indicates a relationship between the groundwater fluoride concentration and surrounding geological formations. Herein, drinking water in the city of Durango had fluoride concentrations greater than 2 ppm, which indicates toxicity and is a risk factor for dental and skeletal fluorosis [18].

The highest concentrations were in the northern region, with fluoride levels up to 7.2 ppm; this region is a densely populated area with a high percentage of the city's preschool-aged children, whose dental enamel and bones are most susceptible to fluoride toxicity [19].

Since 1991, iodized and fluoridated salt has been used in Mexico to prevent dental caries; this policy was implemented taking into consideration that many states have high fluoride concentrations, and it specifies that fluoridated salt should not be distributed in such states. However, despite this recommendation, the work herein identified Durango retailers that sell fluoridated salt [2, 11].



TABLE 1: Mean fluoride concentrations by region in the city of Durango. The three geographic regions yielded significantly different values using ANOVA ( $P < 0.00$ ).

| Geographic region | Mean fluoride concentration (ppm) | Number of wells | Standard error | Confidence interval (95%) |
|-------------------|-----------------------------------|-----------------|----------------|---------------------------|
| Central region    | 2.551                             | 7               | 0.137          | [2.820, 2.283]            |
| Northern region   | 5.300                             | 31              | 0.170          | [5.633, 4.968]            |
| Southern region   | 3.582                             | 25              | 0.157          | [3.890, 3.274]            |

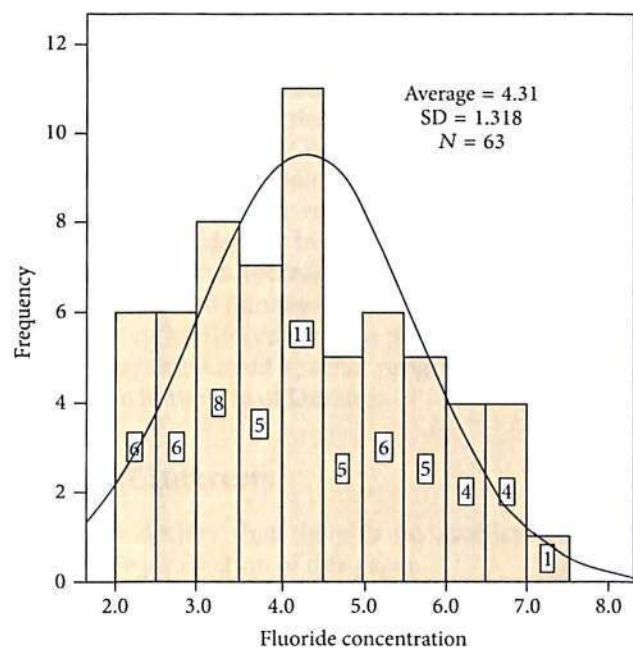


FIGURE 4: Fluoride concentration distribution in the city of Durango.

In a study from over a decade ago, fluoride concentrations below 1.5 ppm were observed in the water supply of the city of Durango, while the lowest concentration found in the present study was 2.22 ppm. This discrepancy may be due to the scarcity of water in the state, which led to groundwater extraction from wells as deep as 250 meters, which is an aquifer depth with higher fluoride levels [20]. In the center of the city of Durango, where middle-class families primarily reside, the fluoride concentrations in drinking water samples did not exceed 3.31 ppm. However, in the outlying regions, where lower-income families primarily reside, the fluoride concentrations were as high as 7 ppm, which suggests that the populations exposed to the highest levels of fluoride toxicity are the city's most disadvantaged residents [21].

Excessive fluoride exposure should be considered a serious public health problem in the state of Durango. Fluoride toxicity affects children more severely than adults because the compound accumulates more rapidly in growing and developing children's bones and manifests as genu varum or bowleggedness [22].

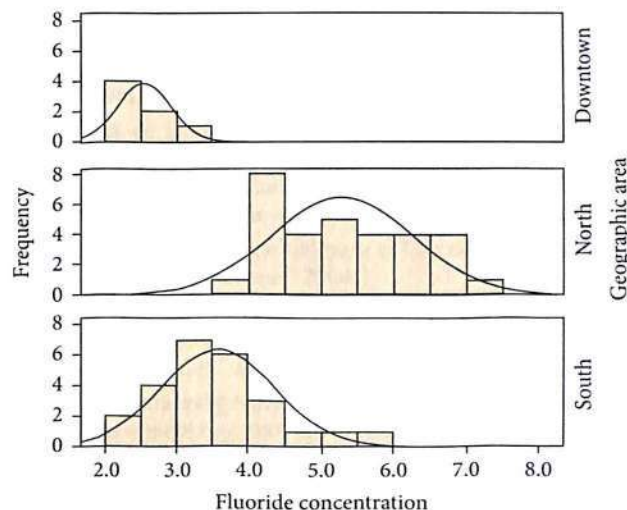


FIGURE 5: Fluoride concentration frequency distribution in the three regions of the city of Durango.

Dental fluorosis is caused by fluoride ingestion during odontogenesis. The severity of this condition is related to the fluoride concentration ingested, exposure period duration, and individual susceptibility, which may depend on risk factors such as calcium deficiency, malnutrition, and kidney disorders that affect the body's acid-base equilibrium [23].

In acidosis, the urine production rate decreases, while in alkalosis, this rate increases. Animal studies have demonstrated that acidosis adversely affects tooth enamel formation. Other studies report that populations at altitudes greater than 1500 meters above sea level retain fluoride in their tissues and, thus, develop fluorosis at greater rates [24]. Studies have also demonstrated liver damage from overexposure to fluoride sources, with effects that include protein synthesis inhibition, primarily due to peptide chain disruption, and this interference with peptide chain formation in ribosomes has caused reduced serum levels of total proteins and albumen to be reported [24].

The study herein was conducted under time constraints. Because the water samples were collected over nine months (in a period of drought), it is recommended that, in future studies, samples are collected over longer time periods to identify seasonal variations. Determining the fluoride concentrations in Durango is important because disseminating

such results may sensitize the public health sector, particularly stakeholders with an interest in water quality, such as pediatricians, who play a fundamental role because the primary fluoride susceptibility period is the first years of life. During this period, children have more contact with pediatricians than with dentists.

Based on the work herein, it is important to establish purification systems to eliminate toxic substances from drinking water or seek alternative drinking water sources. From the first stages of infancy, children's exposure to fluoride should be controlled by avoiding fluoridated salt and limiting other fluoridated products, such as toothpaste, which are an additional source of fluoride exposure; such measures are particularly important for children under six years of age [25].

Furthermore, systematically monitoring of chemical water quality is critical for the different wells and household water sources during rainy periods and droughts. It is also important to perform radiological or densitometric studies on adult inhabitants of the regions to determine significant alterations in bone density because prolonged and excessive fluoride ingestion can increase the risk of bone fractures in adults due to skeletal fluorosis. Furthermore, we recommend that sanitary authorities educate the population on preventive measures and implement specific programs to improve the quality of life in the city of Durango.

### Conflict of Interests

The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.

### Acknowledgments

The authors gratefully acknowledge assistance and support from the Juárez University of the State of Durango (UJED, in Spanish), the master's program in dentistry; the Department of Water Management of the State Durango; and the state Secretary of Health, particularly support from Doctors Omar Tremillo Maldonado and Rogelio González González of the School of Dentistry at UJED.

### References

- [1] World Health Organization, "Fluoride in drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for drinking-water quality," World Health Organization, 2004.
- [2] Secretaría de Salud, "Norma Oficial Mexicana NOM-013-SSA2-2006. Para la prevención y control de enfermedades bucales. Secretaría de Salud. Diario Oficial de la Federación," 2 de Enero, 2006.
- [3] M. A. Ortega-Guerrero, "Presencia, distribución, hidrogeoquímica y origen de arsénico, fluoruro y otros elementos traza disueltos en agua subterránea, a escala de cuenca hidrológica tributaria de Lerma-Chapala, México," *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, vol. 26, no. 1, pp. 143–161, 2009.
- [4] J. E. Moore, A. Zaporozec, and J. W. Mercer, "Una introducción al agua subterránea. Instituto de Geología," Folleto Técnico No. 128. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, 2005.
- [5] M. Miller, "Fluorspar," in *United States Geological Survey. Compiler, Mineral Commodity Summaries*, 2005.
- [6] V. K. Saxena and S. Ahmed, "Dissolution of fluoride in ground-water: a water-rock interaction study," *Environmental Geology*, vol. 40, no. 9, pp. 1084–1087, 2001.
- [7] P. K. DenBesten, "Biological mechanisms of dental fluorosis relevant to the use of fluoride supplements," *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, vol. 27, no. 1, pp. 41–47, 1999.
- [8] L. Valdez-Jiménez, C. Soria-Fregozo, M. L. Miranda-Beltrán, O. Gutiérrez-Coronado, and M. I. Pérez-Vega, "Efectos del flúor sobre el sistema nervioso central," *Neurología*, vol. 26, no. 5, pp. 297–300, 2011.
- [9] N. Molina Frechero, A. I. Pierdant, A. Oropeza-Oropeza, and R. Bologna-Molina, "Fluorosis and dental caries: an assessment of risk factors in Mexican children," *Revista de Investigacion Clinica*, vol. 64, no. 1, pp. 67–73, 2012.
- [10] Secretaría de Salud, "Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-040-SSA1-1993. Bienes y servicios. Sal yodada y sal yodada y fluorurada. Especificaciones sanitarias," Diario Oficial de la Federación, México, Mayo del, 2000.
- [11] Secretaria de Salud, "Manual para el Uso de fluoruros dentales en la República Mexicana," 2004.
- [12] F. Díaz-Barriga, A. Navarro-Quezada, M. I. Grijalva, M. Grimaldo, J. P. Loyola-Rodríguez, and M. D. Ortiz, "Endemic fluorosis in Mexico," *Fluoride*, vol. 30, no. 4, pp. 233–239, 1997.
- [13] "INEGI Datos geográficos del municipio de Durango," 2011, <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/perspectivas/perspectiva-dgo.pdf>.
- [14] Normales climatológicas para Durango, "Colegio de Postgraduados," 2013, [http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=42&Itemid=75com](http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75com).
- [15] SECOFI, "Norma Mexicana NMX-AA-077-SCFI-2001. Análisis de Aguas. Determinación de fluoruros en aguas naturales, residuales y residuales tratadas," Secretaria de Comercio y Fomento Industrial. Diario Oficial de la Federación, 2001.
- [16] Standard Methods, *Standard Methods For the Examination of Water and waste Water*, American Public Health Association, 20th edition, 1998.
- [17] J. Sole, J. C. Salinas, E. González Torres, and J. E. Cendejas Cruz, "Edades K/Ar de 54 rocas ígneas y metafórmicas del occidente, centro y sur de México," *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, vol. 24, pp. 104–119, 2007.
- [18] K. K. Majumdar, "Health impact of supplying safe drinking water containing fluoride below permissible level on fluorosis patients in a fluoride-endemic rural area of West Bengal," *Indian Journal of Public Health*, vol. 55, no. 4, pp. 303–308, 2011.
- [19] P. Bottenberg, D. Declerck, W. Ghidry, K. Bogaerts, J. Vanobbergen, and L. Martens, "Prevalence and determinants of enamel fluorosis in Flemish schoolchildren," *Caries Research*, vol. 38, no. 1, pp. 20–28, 2004.
- [20] R. T. Vazquez, M. T. Alarcon Herrera, Y. Marinez Lopez, P. Romero Navar, and J. S. Moysen, "Fluoride levels in well water in the city of Durango," *Ingeniería Hidráulica en México*, vol. 12, no. 3, pp. 51–57, 1997.
- [21] CONAPO Índice de marginación por localidad. Durango, 2010.
- [22] A. L. Khandare, R. Harikumar, and B. Sivakumar, "Severe bone deformities in young children from vitamin D deficiency and fluorosis in Bihar-India," *Calcified Tissue International*, vol. 76, no. 6, pp. 412–418, 2005.
- [23] C. M. Rwenyonyi, K. Bjorvatn, J. M. Birkeland, and O. Haugejorden, "Altitude as a risk indicator of dental fluorosis in children

residing in areas with 0.5 and 2.5 mg fluoride per litre in drinking water." *Caries Research*, vol. 33, no. 4, pp. 267-274, 1999.

- [24] T. J. Akosu, A. I. Zoakah, and O. A. Chirdan, "The prevalence and severity of dental fluorosis in the high and low altitude parts of Central Plateau, Nigeria," *Community Dental Health*, vol. 26, no. 3, pp. 138-142, 2009.
- [25] F. V. Zohoori, R. M. Duckworth, N. Omid, W. T. O'Hare, and A. Maquire, "Fluoridated toothpaste: usage and ingestion of fluoride by 4-to 6-yr-old children in England," *European Journal of Oral Sciences*, vol. 120, pp. 415-421, 2012.



**ARTICLE TITLE AND  
BIBLIOGRAPHIC  
INFORMATION**

Fluorosis and dental caries in Mexican schoolchildren residing in areas with different water fluoride concentrations and receiving fluoridated salt.

Garcia-Perez A, Irigoyen-Carnacho ME, Borges-Yanez A.

*Caries Res* 2013;47(4):299-308.

**REVIEWER**

Rodrigo Mariño

**PURPOSE/QUESTION**

Is there an association between the presence of dental fluorosis and fluoride concentration in drinking water? and Is there an association between the severity of fluorosis and dental caries experience in schoolchildren residing in two rural towns in Mexico (with water fluoride concentrations of 0.70 and 1.50 ppm) that also receive fluoridated salt?

**SOURCE OF FUNDING**

Government: National Council of Science and Technology (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT)

Other: Autonomous University, Xochimilco (Universidad Autónoma Metropolitana, UAM-X)

**TYPE OF STUDY/DESIGN**

Cross-sectional

**LEVEL OF EVIDENCE**

Level 3: Other evidence

**STRENGTH OF  
RECOMMENDATION GRADE**

Not applicable

*J Evid Base Dent Pract* 2013;13:100-101  
1532-3382/\$36.00

© 2013 Elsevier Inc. All rights reserved.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.jebdp.2013.07.006>

**The Prevalence of Fluorosis in Children Is Associated With Naturally Occurring Water Fluoride Concentration in Mexico****SUMMARY****Subjects**

Participants were 457 schoolchildren age 8–12 years (228 girls, 229 boys) attending public schools in two rural communities of the State of Morelos, Mexico.

Children were included if they had been born in the community, lived in the community a year after they were born, or had not moved in or out of the community for more than 6 months.

Children were excluded if they had systemic diseases requiring premedication, if they had orthodontic brackets, or if they were absent on the days of the oral examination.

**Key Exposure/Study Factor**

The primary exposure factor was the natural concentration of fluoride in the communities' drinking water, measuring parts per million (ppm). One community's water had a mean fluoride concentration of 0.70 ppm and the other had a concentration of 1.50 ppm. Mexico has had a national salt fluoridation program since 1991. Other exposure factors included the participants' source of drinking water (tap or bottled), Dentifrice use and dentifrice brand; frequency of tooth brushing; and oral hygiene status as measured by the Simplified Oral Hygiene Index (OHI-S).

**Main Outcome Measure**

The primary outcome measures were dental fluorosis, as measured by the Thylstrup and Fejerskov Index (TFI), and dental caries, as measured by D<sub>3</sub>MFT.

**Main Results**

The prevalence of fluorosis (TFI  $\geq$  1) in communities with 0.70 and 1.50 ppm water fluoride was 39.4% and 60.5% ( $p = 0.014$ ), respectively, while the prevalence of more severe forms of fluorosis (TFI  $\geq$  4) was 7.9% and 25.5% ( $p < 0.001$ ), respectively.

The mean ( $\pm$ standard deviation) D<sub>3</sub>MFT was 0.49 ( $\pm$ 1.01) in the 0.70 ppm fluoride community and 0.61 ( $\pm$ 1.47) in the 1.50 ppm fluoride community ( $p = 0.349$ ). A logistic regression model for caries (D<sub>3</sub> > 1) showed that higher fluorosis categories (TFI 5–6) were associated with higher caries experience, adjusted by age, number of teeth present, tooth brushing frequency, bottled water use, and natural water fluoride concentration (OR = 6.81; 95% CI: 2.74-16.94).

**Conclusions**

The prevalence of fluorosis was associated with the natural water fluoride concentration. Compared with children with no or mild forms of fluorosis, those with fluorosis at moderate and severe levels had a higher prevalence of dental caries. The authors concluded that the impact of dental fluorosis



should be considered in delivering fluoride as part of dental public health programs.

### COMMENTARY AND ANALYSIS

From the point of view of public health, the use of community water supplies to provide fluoride is regarded as the most practical and effective vehicle for fluoridation.<sup>1,2</sup> However, the lack of a public water supply is not an insurmountable obstacle to receiving the benefits of fluorides. When people do not have access to a public water supply, some countries have tested and applied other community-based fluoridation programs at local, regional, or national levels. One example is salt fluoridation.

While the historical evidence of the effect of fluorides on the prevention of dental caries is substantial, a parallel increase in the occurrence of enamel fluorosis associated with exposure to systemic fluoride is also well documented.<sup>3,4</sup>

In their introduction section, the authors cite 0.6 to 1.2 ppm as the optimal fluoride concentration in water. However, the current WHO recommendation of "the optimal range" of fluoride concentration in drinking water is 0.5 to 1.0 ppm.<sup>5</sup>

Studies have demonstrated that the use of multiple forms of fluoride does not necessarily result in an accumulative effect.<sup>1</sup> At some point, additional reduction in decay may offer insignificant health benefits on a population basis.<sup>6</sup> In any case, the goal is to maximize the efficiency of fluoride and minimize the risk of any adverse effects (ie, enamel fluorosis).

The study aims to investigate the association between the presence of dental fluorosis and fluoride concentrations in drinking water in communities with salt fluoridation. However, it is not clear in the article how long children have been exposed to salt fluoridation. Therefore there is no clear indication of which exposure is most likely to have caused enamel fluorosis. Is it the natural content in water, is it the additional exposure to salt fluoridation in communities, or is it because of inappropriate use of fluoridated toothpaste? A more definitive conclusion about this would require a different type of study design, more accurate measurement of exposures, and controlling for a number of confounders.

Furthermore, what is not well explained and described is how much of the water from the communities' water supplies is actually consumed by the population, as it seems that bottled water is the main source of drinking water. In fact, the authors indicate that children in the 1.50 ppm community were more likely to drink bottled water, but its consumption was not associated with enamel fluorosis. If children, or the total population for that matter, do not normally drink reticulated water because it is not potable, for example, they are not exposed to that source of fluoride, as the authors claim. The reported

range of fluoride content in bottled water was broad (0.3-0.6 ppm). Without more detailed information on individuals' total exposure to fluoride, it is difficult to assess the validity of the conclusion about any effect. Excretion would be more relevant to determining current exposure, but it would be impossible to determine that at the moment of tooth formation.

Toothpaste exposure is also not well described. Swallowing of fluoridated toothpaste has been reported as a potential risk factor for fluorosis.<sup>7</sup> No differences in overall caries experience, as measured by the DMFT, were found. The discussion centers on the decayed component of the DMFT index. Nonetheless, the use of the decayed component to compare communities is less than appropriate, as it only compares access to care.

The conclusion that children with dental fluorosis show higher dental caries (D component), might be true, but total caries experience, using both the decayed and filled components, would have been a more appropriate comparison. In any case, it is already well-known that those who are exposed to an above-optimal concentration of fluoride in their water supplies are at risk of fluorosis. Therefore these findings were somewhat expected.

### REFERENCES

1. Horowitz HS. Decision-making for national programs of community fluoride use. *Community Dent Oral Epidemiol* 2000;28:321-329.
2. Centers for Disease Control and Prevention. Recommendations for using fluoride to prevent and control dental caries in the United States. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2001;50(RR14):1-42.
3. Burt B. The changing patterns of systemic fluoride intake. *J Den Res* 1992;71:1228-1237.
4. Clarke DC, Berkowitz J. The influence of various fluoride exposures on the prevalence of esthetic problems resulting from dental fluorosis. *J Public Health Dent* 1994;57:144-149.
5. World Health Organization. Fluorides and Oral Health. Report of a WHO Expert Committee on Oral Health Status and Fluoride Use. WHO Technical Report Series 846. Geneva: World Health Organization; 1994.
6. Marinho VC, Higgins JP, Sheiham A, Logan S. Combinations of topical fluoride (toothpastes, mouthrinses, gels, varnishes) versus single topical fluoride for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev* 2003;(4):CD002781.
7. Mascarenhas AK, Burt BA. Fluorosis risk from early exposure to fluoride toothpaste. *Community Dent Oral Epidemiol* 1998;26:241-248.

### REVIEWER

Rodrigo Mariño

*Associate Professor, Principal Research Fellow*

*Oral Health Cooperative Research Centre*

*Melbourne Dental School*

*The University of Melbourne, Melbourne, VIC 3010, Australia*

*Tel.: +61 (0)3 9341 1558; fax: +61 (0)3 9341 1597*

*rmarino@unimelb.edu.au*

# Prevalencia de fluorosis dental en ocho cohortes de mexicanos nacidos durante la instauración del Programa Nacional de Fluoruración de la Sal Doméstica

Alejandro José Casanova-Rosado<sup>1</sup>, Carlo Eduardo Medina-Solís<sup>2\*</sup>,  
Juan Fernando Casanova-Rosado<sup>1</sup>, Ana Alicia Vallejos-Sánchez<sup>1</sup>, Rubén de la Rosa-Santillana<sup>2</sup>,  
Martha Mendoza-Rodríguez<sup>2</sup>, Juan José Villalobos-Rodelo<sup>3,4</sup> y Gerardo Maupomé<sup>5,6</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Odontología de la Universidad Autónoma de Campeche, Campeche, Camp., México; <sup>2</sup>Área Académica de Odontología del Instituto de Ciencias de la Salud de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca, Hgo., México; <sup>3</sup>Área de Medicina Preventiva, Unidad de Medicina Familiar del ISSSTE, Navolato, Sin., México; <sup>4</sup>Facultad de Odontología de la Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, Sin., México; <sup>5</sup>Indiana University/Purdue University at Indianapolis School of Dentistry, Indianapolis, IN, USA; <sup>6</sup>The Regenstrief Institute, Inc. Indianapolis, IN, USA

## Resumen

**Objetivo:** determinar el efecto de cohorte de nacimiento sobre la fluorosis dental en escolares nacidos alrededor del periodo de instauración del Programa Nacional de Fluoruración de la Sal Doméstica. **Material y métodos:** en un estudio transversal se examinaron 1,644 escolares de 6-13 años de edad de Campeche, México, nacidos entre 1985-1992. La fluorosis dental se evaluó con el índice de Dean en la dentición permanente. Se utilizaron cuestionarios para determinar una serie de variables sociodemográficas y socioeconómicas. En el análisis estadístico se empleó regresión logística. **Resultados:** la prevalencia de fluorosis dental fue 15.5%. En el modelo multivariado observamos asociadas a la fluorosis dental el mayor tamaño de la familia (razón de momios [RM]: 0.91; intervalo de confianza [IC] 95%: 0.84-0.99) y el sexo femenino (RM: 0.74; IC 95%: 0.57-0.98). Además, utilizando a la cohorte de 1985 como grupo de comparación, en las cohortes nacidas entre 1989-1992 el riesgo de presentar fluorosis dental ( $p < 0.05$ ) se incrementó hasta en casi cuatro veces. **Conclusión:** la prevalencia de fluorosis fue baja en comparación con otros estudios en México. En esta comunidad sin niveles apreciables de fluoruro en el agua se observó que la posibilidad de presentar fluorosis dental se incrementó cuando las ventanas de susceptibilidad de las cohortes de nacimiento se encontraban más cerca del inicio cronológico del programa nacional de fluoruración de la sal -primordialmente después de 1991.

**PALABRAS CLAVE:** Salud bucal. Fluorosis dental. Escolares. México.

## Abstract

**Objective:** to determine the effect of birth cohort on dental fluorosis in Mexican schoolchildren during the implementation of the national program to fluoridate domestic salt. **Material and methods:** in a cross-sectional study we examined 1,644 schoolchildren 6-13 years old born between 1985-1992 in Campeche, México; a community where there is negligible naturally available fluoride in water supplies. Dental fluorosis was assessed with the Dean's index in the permanent dentition. Questionnaires were used to identify diverse socio-demographic and socio-economic variables. In the statistical analysis logistic regression was used. **Results:** the prevalence of fluorosis was 15.5%. In the multivariate model, we observed fluorosis was associated with larger family sizes (OR: 0.91; 95% CI: 0.84-0.99) and female sex (OR: 0.74; 95% CI: 0.57-0.98). Furthermore, using the cohort of 1985 as a comparison group, no significant dental fluorosis differences were found with those born between 1986-1987; in contrast, in the cohorts born between 1989-1992 the risk of dental fluorosis increased by almost four times ( $p < 0.05$ ). **Conclusion:** the prevalence of fluorosis was low compared

### Correspondencia:

\*Carlo Eduardo Medina-Solís  
Avda. del Álamo, 204  
Fraccionamiento P.º de los Solares, Col. Santiago Tlapacoya  
C.P. 42110, Pachuca de Soto, Hgo., México  
E-mail: cemedinas@yahoo.com

Fecha de recepción en versión modificada: 12-11-2012

Fecha de aceptación: 07-12-2012



*to other studies in Mexico. In this community with negligible fluoride in water supplies the likelihood of dental fluorosis increased as the windows of susceptibility in birth cohorts were closer to the chronologic beginning of the national domestic salt fluoridation program in 1991. This trend was more apparent after 1991.*

**KEY WORDS:** Oral health. Dental fluorosis. Schoolchildren. Mexico.

## Introducción

La caries dental es el principal problema de salud pública bucal en México entre diversos grupos poblacionales<sup>1</sup>. En las últimas décadas alrededor del mundo se ha observado que, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo, la prevalencia e incidencia manifiesta una tendencia a la reducción<sup>1-5</sup>. Diversos autores han propuesto que este evento puede ser atribuido en parte al uso generalizado del fluoruro, el cual fue introducido en la odontología desde hace ya 70 años<sup>6</sup>. A través de la adición de fluoruro en el suministro público de agua, la sal de mesa, los geles y colutorios para uso tópico, los barnices de flúor, los dentífricos y/o los materiales de restauración, se ha demostrado científicamente su efectividad en la prevención de la caries dental<sup>7</sup>. El flúor (en cantidades modestas, 0.7-1.2 ppm), incorporado al organismo a través de suplementos o de forma natural, ha mostrado tener un efecto positivo en la salud humana; previene, o disminuye, el incremento de la caries dental<sup>8-10</sup>. Sin embargo, en áreas donde la concentración natural de fluoruros es superior al nivel óptimo como para el control de caries dental, así como en otras circunstancias en las que hay sobreexposición por el uso indiscriminado de fluoruros, se presentan alteraciones en el organismo<sup>9,11</sup>. Entre ellas, la fluorosis dental.

La fluorosis dental es un defecto irreversible en la formación del esmalte que resulta de la ingestión excesiva a largo plazo de fluoruros durante la etapa de la amelogénesis. Aunque la ingestión de fluoruros entre los 15-30 meses de edad se puede considerar un periodo «crítico» para el desarrollo de fluorosis en los dientes permanentes estéticamente importantes (incisivos maxilares), el consumo a edades más tempranas también puede ser causa de preocupación<sup>12</sup>: durante todo el periodo de amelogénesis los dientes pueden ser vulnerables a los efectos del fluoruro, por lo que el riesgo de fluorosis está más cercanamente relacionado con la exposición al fluoruro total acumulado durante el desarrollo de la dentición, que con aquella exposición limitada a periodos específicos «más críticos». La

aparición clínica de la fluorosis puede ir desde manchas de color blanquecino hasta un café oscuro, o incluso llegar a la pérdida de continuidad del esmalte, de acuerdo con la severidad. La fluorosis de los dientes primarios es menos común y más leve que la de los dientes permanentes<sup>13</sup>.

Los aspectos epidemiológicos de la fluorosis dental, en cuanto a prevalencia, tienen una variabilidad considerable alrededor del mundo. Esto es dependiente de diversas variables, incluida la diferencia en los índices de fluorosis empleados y las concentraciones de fluoruro en las comunidades, observándose variaciones aun dentro de países<sup>14,15</sup>. Con relación a México se ha encontrado que las cifras varían de acuerdo con la región donde se haya realizado el estudio. Los estudios se han llevado a cabo principalmente en la región norte y centro del país. La prevalencia de fluorosis reportada se encuentra entre 30-100% en las áreas donde el agua es naturalmente fluorurada, y de 52-82% en las áreas donde no existe fluoruro en agua y se utiliza sal fluorurada<sup>16</sup>.

La mayoría de los estudios realizados en México han sido de naturaleza descriptiva, donde se reporta la prevalencia del evento. Pocas investigaciones han incluido, además de las variables de exposición a fluoruros, otras variables sociodemográficas y socioeconómicas asociadas a la fluorosis dental. Por ejemplo, Beltrán, et al.<sup>17</sup> observaron que, además de las diversas variables de exposición a fluoruros estudiadas, la escolaridad de la madre estuvo asociada a la prevalencia de fluorosis dental en su modelo multivariado. Por su parte, Pontigo, et al.<sup>18</sup> encontró en su análisis de regresión que la mejor posición socioeconómica es un factor de riesgo para fluorosis, lo mismo para los que tienen seguro de salud. Otros estudios, en cambio, no han encontrado relación con este tipo de variables<sup>19</sup>. Por otro lado, la edad muestra resultados consistentes; vista como edad de exposición, se pueden observar cambios significativos entre los grupos. En cambio, con relación al sexo, no se observan diferencias entre los hombres y las mujeres en cuanto a la prevalencia de fluorosis<sup>17-19</sup>. En otras partes del mundo la tendencia es similar; pocos estudios incluyen otras variables diferentes a fluoruros<sup>20-23</sup>.

El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de la cohorte de nacimiento durante el periodo de instauración del Programa Nacional de Fluoruración de la Sal Doméstica, sobre la fluorosis dental en escolares de Campeche.

## Material y métodos

La realización de este estudio cumplió con las especificaciones de protección a los participantes en investigación y se apejó a las reglamentaciones éticas en vigor en la Universidad Autónoma de Campeche, México. Este trabajo es parte de un proyecto más amplio donde se midieron diversos indicadores relacionados con la salud bucal de los escolares de Campeche. Algunos aspectos y detalles metodológicos han sido publicados previamente sobre utilización de servicios de salud bucal<sup>24</sup>, caries dental y factores asociados en ambas denticiones<sup>25</sup>, pérdida de primeros molares permanentes<sup>26</sup>, comparación de indicadores de desigualdad socioeconómica y caries dental<sup>27</sup>, combinación de indicadores de higiene bucal y factores asociados<sup>28</sup> y defectos de desarrollo del esmalte en denticiones permanente<sup>29</sup> y primaria<sup>30</sup>. En el artículo presente se reporta la prevalencia de fluorosis dental.

## Población, muestra y diseño del estudio

El Estado de Campeche participa en el Programa Nacional de Fluoruración de la Sal que oficialmente inició en 1991, y de acuerdo con la Asociación Mexicana de la Industria Salinera y la Secretaría de Salud se distribuye sal yodada-fluorurada en todos los municipios. Esta es una comunidad en México donde no existen cantidades significativas de fluoruros en el agua potable<sup>31</sup>. Se realizó un estudio epidemiológico con diseño transversal en niños que asistían a siete escuelas primarias públicas. Las madres de los niños fueron contactadas e informadas en una carta sobre el diseño del examen bucal que se planeaba realizar a sus hijos, a la vez que, en caso de aceptar formar parte en el estudio, se requería la firma de una carta de consentimiento informado. Los niños fueron excluidos del estudio por alguna de las siguientes razones: a) tenían menos de 6 años y más de 13 años de edad; b) tenían alguna enfermedad que comprometiera la cavidad bucal; c) rehusaron practicarse el examen bucal, y d) tuvieron aparatología ortodóncica fija. Después de aplicados los criterios de inclusión y exclusión, la muestra final fue 1,644 niños.

## Recolección de los datos y variables del estudio

Los exámenes bucales de los niños fueron conducidos siguiendo los criterios estandarizados y mundialmente aceptados por la Organización Mundial de la Salud, por tres examinadores previamente capacitados y estandarizados ( $\kappa > 0.85$ ) en los criterios empleados. Un cuestionario que contenía diversas preguntas sociodemográficas y socioeconómicas fue dirigido a las madres de los niños. Las variables independientes incluidas en este estudio fueron: sexo, edad, tamaño de la familia, patrones de atención dental del niño, así como ocupación y escolaridad de la madre y del padre. Igualmente, se incluyó la frecuencia de cepillado como variable de exposición a fluoruros debido al uso de pasta dental, la cual fue categorizada como 0 = menos de 1/día y 1 = al menos 1/día.

La variable dependiente fue la fluorosis dental, codificada de acuerdo con el índice de Dean modificado y diferenciada de otros tipos de opacidades<sup>32</sup>. La inspección bucodental se llevó a cabo utilizando luz de día, explorador y espejo del número cinco, previa remoción de la placa dentobacteriana con cepillado dental. En el examen se incluyeron todos los dientes permanentes que presentaban al menos 50% de la corona clínica erupcionada. Los escolares fueron examinados dentro de las instalaciones de cada institución educativa, evitando en lo posible interferir con las actividades educativas propias de los escolares incluidos en este estudio.

La posición socioeconómica (PSE) se asignó de acuerdo con la escolaridad (en años) y ocupación de ambos padres, que son variables socioeconómicas clásicas que determinan la PSE. Para asignar PSE a un grupo se empleó la metodología de análisis de componentes principales, conocida como correlación policórica<sup>33</sup>, la cual permite incorporar variables categóricas donde se generaron dos indicadores: una para la escolaridad de los padres y otra para su ocupación. Con las variables generadas se explicaron el 70.9 y 56.8% de la variabilidad, respectivamente. Se calcularon terciles para las variables generadas, en que el primero se refería al grupo con peor posición socioeconómica y el último al grupo con mejor posición socioeconómica.

## Análisis estadístico

La variable dependiente fue la presencia de fluorosis dental en cualquiera de sus grados de severidad, la

Tabla 1. Distribución de las variables independientes a través de los sujetos con y sin fluorosis

| Variable                        | Todos<br>Media $\pm$ DE | Sin fluorosis<br>Media $\pm$ DE | Con fluorosis<br>Media $\pm$ DE | p       |
|---------------------------------|-------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------|
| Edad                            | 9.06 $\pm$ 2.02         | 9.16 $\pm$ 2.03                 | 8.51 $\pm$ 1.89                 | 0.0000* |
| Escolaridad del padre           | 7.00 $\pm$ 4.10         | 6.92 $\pm$ 4.07                 | 7.42 $\pm$ 4.22                 | 0.1234* |
| Escolaridad de la madre         | 6.46 $\pm$ 3.67         | 6.43 $\pm$ 3.64                 | 6.64 $\pm$ 3.86                 | 0.3887* |
| Número de hijos en la familia   | 3.65 $\pm$ 1.83         | 3.71 $\pm$ 1.86                 | 3.30 $\pm$ 1.62                 | 0.0005* |
|                                 | N (%)                   | N (%)                           | N (%)                           |         |
| Sexo                            |                         |                                 |                                 |         |
| Hombres                         | 836 (50.9)              | 694 (83.0)                      | 142 (17.0)                      |         |
| Mujeres                         | 808 (49.1)              | 696 (86.1)                      | 112 (13.9)                      | 0.080†  |
| Cepillado dental                |                         |                                 |                                 |         |
| Menos de 1/día                  | 826 (50.2)              | 709 (85.8)                      | 117 (14.2)                      |         |
| Al menos 1/día                  | 818 (49.8)              | 681 (83.3)                      | 137 (16.7)                      | 0.147†  |
| Uso de servicios de salud bucal |                         |                                 |                                 |         |
| No en el último año             | 884 (53.8)              | 745 (84.3)                      | 139 (15.7)                      |         |
| Sí, al menos una vez            | 760 (46.2)              | 645 (84.9)                      | 115 (15.1)                      | 0.740†  |
| PSE (escolaridad)               |                         |                                 |                                 |         |
| 1.º tercil                      | 549 (33.4)              | 465 (84.7)                      | 84 (15.3)                       |         |
| 2.º tercil                      | 560 (34.1)              | 483 (86.3)                      | 77 (13.7)                       |         |
| 3.º tercil                      | 535 (32.5)              | 442 (82.6)                      | 93 (17.4)                       | 0.249†  |
| PSE (ocupación)                 |                         |                                 |                                 |         |
| 1.º tercil                      | 679 (41.3)              | 578 (85.1)                      | 101 (14.9)                      |         |
| 2.º tercil                      | 428 (26.0)              | 360 (84.1)                      | 68 (15.9)                       |         |
| 3.º tercil                      | 537 (32.7)              | 452 (84.2)                      | 85 (15.8)                       | 0.863†  |

DE: desviación estándar.

\*Mann-Whitney.

† $\chi^2$ .

cual fue categorizada en 0 = sujeto que no presentó evidencia de fluorosis dental, y 1 = sujeto que presentó fluorosis dental. Se realizó un análisis univariado donde se reportaron las medidas de tendencia central y de dispersión para las variables cuantitativas, y porcentajes y frecuencias para las variables cualitativas.

En el análisis bivariado se emplearon pruebas de Mann-Whitney y  $\chi^2$  de acuerdo con las variables a contrastar. Finalmente, conformamos un modelo multivariado de regresión logística binaria con el propósito de calcular la fuerza de asociación entre las variables independientes y la fluorosis dental; esta fue expresada como RM con sus IC al 95%, reportándose igualmente los valores de p. Con la finalidad de controlar la confusión en el modelo final, se incluyeron las variables que en el análisis bivariado tuvieron un valor de p inferior a 0.25<sup>34</sup>. Se realizó el análisis del factor de inflación de la varianza (VIF) con el propósito

de detectar y evitar la multicolinealidad entre las variables independientes. El ajuste del modelo se realizó con la prueba de bondad de ajuste de Pearson, usando un punto de corte de p superior a 0.10 para considerar un ajuste adecuado. El análisis se realizó utilizando el programa estadístico STATA 9.0.

## Resultados

### Resultados descriptivos y bivariados

La tasa de respuesta fue superior al 90%. Un total de 1,644 escolares fueron incluidos en el estudio. En la tabla 1 se pueden observar los resultados descriptivos. El promedio de edad fue 9.06  $\pm$  2.02 años; 50.9% fueron hombres. La escolaridad del padre fue mayor que en las madres. De acuerdo con el reporte de la madre, casi el 50% de los niños acudió al dentista al menos una vez durante el año previo al estudio.

Tabla 2. Modelo multivariado de regresión logística para fluorosis dental

|                 | RM cruda (IC 95%) | RM ajustada (IC 95%) | p     |
|-----------------|-------------------|----------------------|-------|
| Número de hijos | 0.87 (0.80-0.94)  | 0.91 (0.84-0.99)     | 0.044 |
| Sexo            |                   |                      |       |
| Hombres         | 1*                | 1*                   |       |
| Mujeres         | 0.79 (0.60-1.03)  | 0.74 (0.57-0.98)     | 0.035 |
| Cohorte         |                   |                      |       |
| Cohorte 1985    | 1*                | 1*                   |       |
| Cohorte 1986    | 1.51 (0.51-4.46)  | 1.48 (0.50-4.39)     | 0.479 |
| Cohorte 1987    | 1.89 (0.70-5.10)  | 1.91 (0.70-5.17)     | 0.204 |
| Cohorte 1988    | 1.91 (0.72-5.09)  | 1.94 (0.72-5.22)     | 0.189 |
| Cohorte 1989    | 3.50 (1.35-9.09)  | 3.43 (1.30-8.99)     | 0.012 |
| Cohorte 1990    | 3.07 (1.16-8.12)  | 2.92 (1.09-7.80)     | 0.033 |
| Cohorte 1991    | 3.14 (1.20-8.26)  | 3.09 (1.16-8.21)     | 0.024 |
| Cohorte 1992    | 4.17 (1.59-10.91) | 3.99 (1.50-10.59)    | 0.005 |

Nota: la razón de momios está ajustada por las variables contenidas en la tabla además de la frecuencia de cepillado dental y la PSE (escolaridad).

Prueba de bondad de ajuste, Pearson  $\chi^2(8) = 7.61$ ;  $p = 0.4723$ .

\*Categoría de referencia.

La prevalencia total de fluorosis dental fue 15.5% (IC 95%: 13.7-17.2).

En la misma tabla 1 se muestra la distribución de las variables independientes en los sujetos con y sin fluorosis dental. La edad fue mayor entre los que no tuvieron fluorosis que entre los que presentaron fluorosis ( $p < 0.0001$ ). La escolaridad, tanto del padre como de la madre, fue similar entre los grupos sin fluorosis y con fluorosis ( $p > 0.05$ ). El promedio del tamaño de la familia fue mayor entre los que no presentaron fluorosis ( $p < 0.001$ ). No se observó diferencia estadísticamente significativa ( $p > 0.05$ ) en la prevalencia de fluorosis por sexo, frecuencia de cepillado dental, uso de servicios de salud bucal, así como en las dos variables de PSE (calculadas mediante escolaridad u ocupación de los padres).

La figura 1 presenta los resultados crudos del análisis de la prevalencia de fluorosis dental a través de las diferentes cohortes examinadas. Utilizando como referencia la cohorte que nació en 1985, no hubo diferencia en la posibilidad de presentar fluorosis dental con las cohortes de 1986, 1987 y 1988. Sin embargo, para las cohortes nacidas en 1989, 1990, 1991 y 1992 observamos razones de momios superiores a 3, indicando que la posibilidad de presentar fluorosis fue mayor en estas últimas cohortes que en la de 1985.

### Modelo multivariado

En la tabla 2 se muestran los resultados del modelo multivariado de regresión logística. Cuanto mayor fue

el tamaño de la familia (medido a través del número de hijos), los momios de presentar fluorosis disminuyeron (RM: 0.91; IC 95%: 0.84-0.99). Entre las mujeres la posibilidad de presentar fluorosis fue menor que entre los hombres (RM: 0.74; IC 95%: 0.57-0.98). Por otro lado, utilizando a la cohorte de 1985 como grupo de comparación, no se observaron diferencias significativas con las nacidas entre 1986-1987. En contraposición, con las cohortes nacidas entre 1989-1992, el riesgo de presentar fluorosis dental se incrementó hasta en casi cuatro veces ( $p < 0.05$ ).

### Discusión

Este estudio se propuso identificar si existía alguna relación entre el año de nacimiento (cohorte de nacimiento o edad de inicio de la exposición) y el inicio del Programa Nacional de Fluoruración de la Sal Doméstica en una comunidad de México donde no existe agua naturalmente fluorurada. Observamos que, cuanto más expuestos al programa estuvieron los escolares, la prevalencia de fluorosis aumentaba. La comparación de la prevalencia de fluorosis entre este estudio y otros trabajos se torna un poco complicada dadas las características donde fueron realizadas así como las diferencias metodológicas. Por ejemplo: a) el índice de fluorosis empleado y la definición de caso; b) los niveles de fluoruros presentes en el agua de beber; c) los programas masivos de fluoruración de salud pública; d) características geográficas como la altitud de las comunidades, o incluso



e) la evaluación parcial o completa de los dientes presentes en boca<sup>35</sup>.

La fluorosis dental es un problema de salud pública bucal en algunos estados de México donde existen altas concentraciones de fluoruro en el agua y se presenta de forma endémica, aunque también se está presentando en localidades donde no se tiene agua fluorurada naturalmente<sup>16</sup>. Por otra parte, la importancia de este problema radica también en el impacto que tiene a nivel individual con varios aspectos de la vida, como ha sido comprobado en población mexicana<sup>36</sup>. En otros estudios se ha observado que los adolescentes tienen objeciones estéticas sobre los grados más severos de fluorosis dental, lo que podría repercutir en situaciones sociales o psicológicas<sup>37-39</sup>. La prevalencia observada en este estudio (15.5%) fue inferior a la reportada en otras partes de Latinoamérica y México. En Brasil, se han reportado prevalencias entre 8-80%<sup>40</sup>. En Colombia, donde existe un programa similar, la prevalencia de fluorosis reportada es de alrededor de 60 y 80%<sup>41,42</sup>. Sin embargo, para Venezuela, donde también existe un programa de fluoruración de la sal desde 1995 (además de fluoruro presente en agua de 0.13-1.58 ppm), la prevalencia de fluorosis fue de 16.6%, lo cual es similar a la encontrada en este reporte<sup>43</sup>. Con relación a México, en el Estado de México, en un estudio que incluyó 455 niños de 6-13 años de edad, se observó una prevalencia de 73.4%<sup>44</sup>. En comunidades donde existe presencia de fluoruros en el agua, algunos autores han reportado prevalencias de 59.2% en niños de 6-15 años de edad en Guanajuato<sup>45</sup>. En Hidalgo, la prevalencia de fluorosis fue cercana al 100%; el contenido de fluoruro en agua está muy por arriba del necesario para prevenir la caries dental<sup>19,46</sup>. Pero, de forma general, la prevalencia de fluorosis en México varía entre 30-100% en las áreas donde el agua es naturalmente fluorurada, y de 52-82% en las áreas donde no existe fluoruro en agua y se utiliza sal fluorurada<sup>16</sup>. De igual forma, en la misma comunidad (Campeche) donde se realizó el presente estudio, una investigación mostró una prevalencia de fluorosis de 56.3% en niños de 6-9 años de edad<sup>17</sup>. Por su parte, Vallejos, et al.<sup>19</sup> encontraron un porcentaje de fluorosis dental de 51.9% en su estudio realizado en niños de 6-12 años de edad. Dentro de una misma comunidad los resultados pueden ser variables, lo que puede estar influenciado por aspectos socioeconómicos, tal como se ha demostrado al comparar otros indicadores de salud en esta misma ciudad<sup>27</sup>.

En otros estudios reportados previamente en México por Pontigo, et al.<sup>18</sup> y Vallejos, et al.<sup>19</sup>, se observaron

resultados acordes en cuanto al año en que nacieron los sujetos, lo que fue similar a lo encontrado en el estudio presente. Ellos reportaron que el riesgo de presentar fluorosis se incrementó (mucho más que en el estudio presente) conforme los escolares estuvieron más expuestos al inicio del programa de fluoruración de la sal doméstica (alrededor del año 1991). Un patrón similar fue confirmado en nuestro estudio (Fig. 1). Vallejos, et al.<sup>19</sup> observaron mayor riesgo de fluorosis en los que nacieron entre 1990-1992 que entre los que nacieron entre 1986-1989, mientras que en el estudio presente el riesgo fue mayor en los que nacieron entre 1989-1992 que los nacidos de 1985-1988. Hay que tener en cuenta que el programa de fluoruración de la sal doméstica fue desarrollado y piloteado durante la década de 1980 en el Estado de México; durante esa década y habiéndose probado las ventajas de salud pública del programa, tuvieron lugar las negociaciones con la industria salinera y adaptaciones a sus sistemas de producción. Es razonable suponer que diferentes fábricas y sistemas de distribución hayan entrado operativamente al programa desde antes de la fecha oficial de inicio –posiblemente tanto como se ha demostrado que tomó varios años después de esta fecha para que los niveles prescritos se alcanzaran en algunas zonas del país–. En este sentido, la vigilancia epidemiológica de los contenidos de fluoruro en las diversas fuentes se vuelve necesario, al igual que diversos aspectos en cuanto a los riesgos sanitarios<sup>47</sup>. Aunque en la prevalencia de fluorosis en la cohorte de 1989 fue mayor que en 1990 y 1991, nosotros creemos que lo importante del estudio es que, en general, alrededor de 1991 el riesgo de fluorosis fue mayor que en los niños menos expuestos (nacidos con anterioridad).

El estudio presente encontró que en las mujeres fue menos probable presentar fluorosis que en los hombres. Diversos estudios no han encontrado diferencias estadísticamente significativas en la prevalencia de fluorosis dental entre hombres y mujeres<sup>20,48</sup>. Sin embargo, otros trabajos al igual que el presente sí observaron diferencias entre los sexos<sup>49</sup>; los hombres son quienes presentan mayor porcentaje de fluorosis. Estas diferencias pueden deberse a mecanismos biológicos, fisiológicos o culturales que establecen diferencias entre ambos géneros, tal como ocurre con otros eventos en salud bucal; sin embargo estos deberán ser caracterizados con mayor exactitud en otros estudios<sup>50-52</sup>.

En cuanto a los indicadores de posición socioeconómica, ni la escolaridad ni la ocupación de los padres

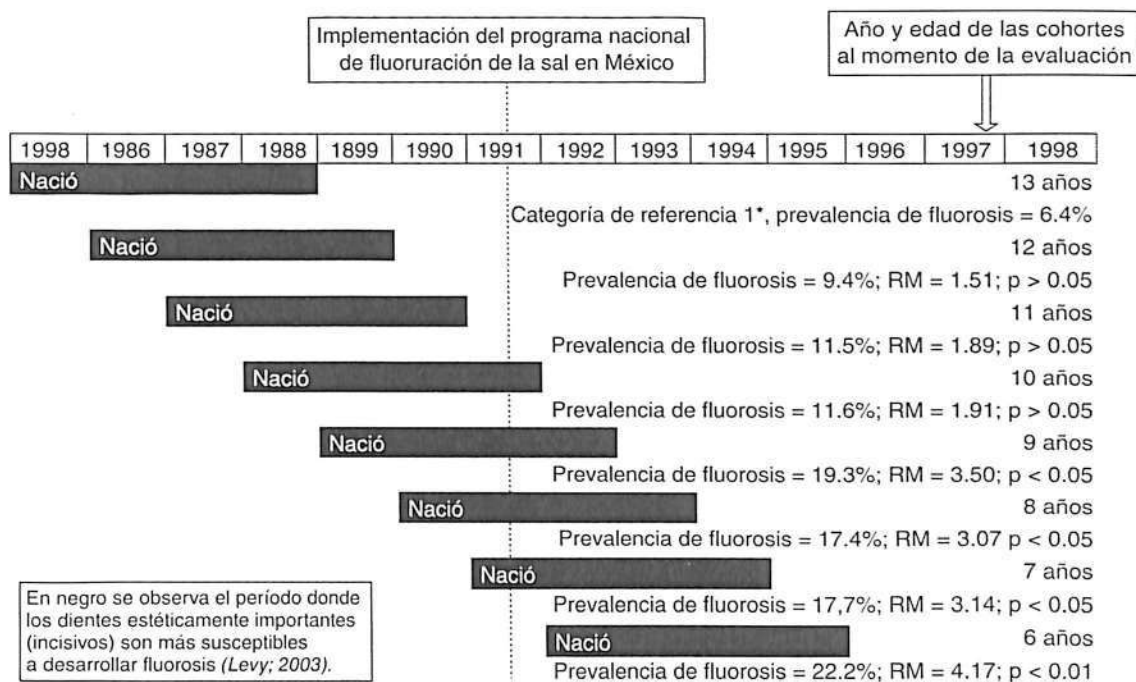


Figura 1. Estimación de la razón de momios (cruda) de las cohortes (nacidas entre 1985-1992) en el contexto de la exposición al programa nacional de fluoruración de la sal de mesa.

resultaron significativas, que son las variables recomendadas para identificar la PSE en escolares<sup>53</sup>. En cambio, el tamaño de la familia sí fue significativo; esta es otra variable indicadora de PSE donde mayor número de niños en la familia implica peor PSE<sup>54</sup>. Sin embargo, la dirección de la asociación fue que los escolares de familias grandes tuvieron menor riesgo de fluorosis. Tabari, et al.<sup>21</sup>, en Inglaterra; Maupomé, et al.<sup>22</sup>, en Canadá, y Freire, et al.<sup>23</sup>, en Brasil, observaron resultados similares. Esto puede representar una variable *proxy* del número de años necesarios para dar a luz mayor número de niños, a diferencia de las familias pequeñas; puesto de otra manera, para que una mujer concibiera 4-6 niños entre 1985-1992, necesariamente tuvo que haber comenzado en años más distantes –en los que no había un programa nacional de fluoruración–. La otra explicación que se le puede dar a esta asociación tiene que ver con el acceso (económico) a las diferentes fuentes (tecnologías) de fluoruro que se ha visto en México y otras partes del mundo como factores de riesgo para presentar fluorosis<sup>17,22</sup>. A mayor número de hijos, la disponibilidad

de recursos se diluye en otros elementos (p. ej. alimento, calzado, ropa, etc.) diferentes a los gastos asociados a tratamientos preventivos de salud bucal o compra de suplementos con fluoruro (correcta o incorrectamente administrados).

El presente estudio tiene limitaciones que es necesario tomar en cuenta en cuanto a la metodología empleada y que pudieran sesgar los resultados que se presentan en el presente documento. La más importante es su diseño transversal; este permite suponer cambios a través de los años, pero, no siendo longitudinal (para que lo fuera, varias cohortes de niños habrían de ser examinados repetidamente a lo largo de varios años), no permite establecer con certeza relaciones causales debido a la ausencia de temporalidad en las comparaciones. Sin embargo, no cabe duda de que, en relación con las cohortes de nacimiento, se puede inferir una relación causal aun a pesar de ser un estudio de tipo transversal. Por otro lado, al igual que la mayoría de los estudios epidemiológicos, se puede llegar a tener mala clasificación del evento (sesgos de clasificación diferencial),

ya que existen otros defectos de desarrollo del esmalte, como las hipoplasias o las opacidades demarcadas y difusas, que pueden ser confundidos con la fluorosis dental, dando lugar a la sobrestimación. Sin embargo, para minimizar este sesgo se realizaron ejercicios de estandarización y capacitación previo al inicio de estudio. Otra limitación que presentan los resultados de este trabajo es que no se registraron los grados de fluorosis, por lo que la información sobre severidad no se puede discriminar a ese nivel.

A modo de conclusiones generales podemos señalar que la prevalencia de fluorosis en estas cohortes fue relativamente baja en comparación de otros estudios realizados en México. Tanto las mujeres como los niños de familias numerosas tuvieron menor riesgo de tener fluorosis. En esta comunidad sin cantidades significativas de fluoruros en el agua potable se observó que la probabilidad de presentar fluorosis dental se incrementó cuando las ventanas de susceptibilidad de las cohortes de nacimiento se encontraban más cerca del inicio del programa nacional de fluoruración de la sal –incluso antes de la fecha del comienzo oficial–. Esto nos permite inferir que probablemente existió un efecto «halo» en la diseminación de fluoruros conforme el programa nacional fue ganando *momentum* en la segunda mitad de la década de 1980, y manifestándose más completamente hacia 1990 y 1991 (Fig. 1).

## Bibliografía

- Medina-Solis CE, Maupomé G, Pérez-Núñez R, Ávila-Burgos L, Pelcastre-Villafuerte B, Pontigo-Loyola AP. Política de salud bucal en México: disminuir las principales enfermedades de salud bucal. *Rev Biomédica*. 2006;17:269-86.
- Bönecker M, Cleaton-Jones P. Trends in dental caries in Latin American and Caribbean 5-6- and 11-13-year-old children: a systematic review. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2003;31:152-7.
- Cleaton-Jones P, Fatti P, Bönecker M. Dental caries trends in 5- to 6-year-old and 11- to 13-year-old children in three UNICEF designated regions – Sub Saharan Africa, Middle East and North Africa, Latin America and Caribbean: 1970-2004. *Int Dent J*. 2006;56:294-300.
- Bernabé E, Sheiham A, Sabbah W. Income, income inequality, dental caries and dental care levels: an ecological study in rich countries. *Caries Res*. 2009;43:294-301.
- Bernabé E, Hobdell MH. Is income inequality related to childhood dental caries in rich countries? *J Am Dent Assoc*. 2010;141:143-9.
- Buzalaf MA, Levy SM. Fluoride intake of children: considerations for dental caries and dental fluorosis. *Monogr Oral Sci*. 2011;22:1-19.
- De Carvalho RB, Medeiros UV, Dos Santos KT, Pacheco Filho AC. Influence of different concentrations of fluoride in the water on epidemiologic indicators of oral health/disease. *Cien Saude Colet*. 2011;16:3509-18.
- Marrinho VC, Higgins JP, Sheiham A, Logan S. One topical fluoride (toothpastes, or mouthrinses, or gels, or varnishes) versus another for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev*. 2004;CD002780.
- Dhar V, Bhatnagar M. Physiology and toxicity of fluoride. *Indian J Dent Res*. 2009;20:350-5.
- Tubert-Jeanmin S, Auclair C, Amsellem E, et al. Fluoride supplements (tablets, drops, lozenges or chewing gums) for preventing dental caries in children. *Cochrane Database Syst Rev*. 2011;12:CD007592.
- Whitford GM. Acute toxicity of ingested fluoride. *Monogr Oral Sci*. 2011;22:66-80.
- Levy SM. An update on fluorides and fluorosis. *J Can Dent Assoc*. 2003;69:286-91.
- Aoba T, Fejerskov O. Dental fluorosis: chemistry and biology. *Crit Rev Oral Biol Med*. 2002;13:155-70.
- Beltrán-Aguilar ED, Griffin SO, Lockwood SA. Prevalence and trends in enamel fluorosis in the United States from the 1930s to the 1980s. *J Am Dent Assoc*. 2002;133:157-65.
- Da Cunha LF, Tomita NE. Dental fluorosis in Brazil: a systematic review from 1993 to 2004. *Cad Saude Pública*. 2006;22:1809-16.
- Soio-Rojas AE, Ureña-Cirell JL, Martínez-Mier EA. A review of the prevalence of dental fluorosis in Mexico. *Rev Panam Salud Pública*. 2004;15:9-18.
- Beltrán-Valladares PR, Cocom-Tum H, Casanova-Rosado JF, Vallejos-Sánchez AA, Medina-Solis CE, Maupomé G. Prevalencia de fluorosis dental y fuentes adicionales de exposición a fluoruro como factores de riesgo a fluorosis dental en escolares de Campeche, México. *Rev Invest Clin*. 2005;57:532-9.
- Pontigo-Loyola AP, Medina-Solis CE, Lara-Carrillo E, et al. Impact of socio-demographic, socio-economic, and water variables on dental fluorosis in adolescents growing up during the implementation of a fluoridated domestic salt program. *Odontology*. 2013. In press.
- Vallejos-Sánchez AA, Medina-Solis CE, Casanova-Rosado JF, Maupomé G, Minaya-Sánchez M, Pérez-Olivares S. Dental fluorosis in cohorts born before, during and after the national salt fluoridation program in a community in Mexico. *Acta Odontol Scand*. 2006;64:209-13.
- Tiwari P, Kaur S, Sodhi A. Dental fluorosis and its association with the use of fluoridated toothpaste among middle school students of Delhi. *Indian J Med Sci*. 2010;64:1-6.
- Tabari ED, Ellwood R, Rugg-Gunn AJ, Evans DJ, Davies RM. Dental fluorosis in permanent incisor teeth in relation to water fluoridation, social deprivation and toothpaste use in infancy. *Br Dent J*. 2000;189:216-20.
- Maupomé G, Shulman JD, Clark DC, Levy SM. Socio-demographic features and fluoride technologies contributing to higher fluorosis scores in permanent teeth of Canadian children. *Caries Res*. 2003;37:327-34.
- Freire MC, Reis SC, Gonçalves MM, Balbo PL, Leles CR. Oral health in 12 year-old students from public and private schools in the city of Goiânia, Brazil. *Rev Panam Salud Pública*. 2010;28:86-91.
- Medina-Solis CE, Casanova-Rosado AJ, Casanova-Rosado JF, Vallejos-Sánchez AA, Maupomé G, Ávila-Burgos L. Factores socioeconómicos y dentales asociados a la utilización de servicios dentales en escolares de Campeche, México. *Bol Med Hosp Infant Mex*. 2004;61:324-33.
- Casanova-Rosado AJ, Medina-Solis CE, Casanova-Rosado JF, Vallejos-Sánchez AA, Maupomé G, Ávila-Burgos L. Dental caries and associated factors in Mexican schoolchildren aged 6-13 years. *Acta Odontol Scand*. 2005;63:245-51.
- Casanova-Rosado AJ, Medina-Solis CE, Casanova-Rosado JF, Vallejos-Sánchez AA, Maupomé G, Kageyama-Escobar M. Factores asociados a la pérdida del primer molar permanente en escolares de Campeche. *Acta Odontol Venez*. 2005;43:268-75.
- Medina-Solis CE, Maupomé G, Pelcastre-Villafuerte B, Ávila-Burgos L, Vallejos-Sánchez AA, Casanova-Rosado AJ. Desigualdades socioeconómicas en salud bucal: caries dental en niños de 6 a 12 años de edad. *Rev Invest Clin*. 2006;58:296-304.
- Casanova-Rosado AJ, Medina-Solis CE, Casanova-Rosado JF, et al. Higiene bucal en escolares de 6-13 años de edad de Campeche, México. *Rev Od Los Andes*. 2009;4:22-31.
- Casanova-Rosado AJ, Medina-Solis CE, Casanova-Rosado JF, et al. Developmental enamel defects (DED) in permanent teeth associated to DED in the primary dentition. *Eur J Paediatr Dent*. 2011;12:155-8.
- Casanova-Rosado AJ, Minaya-Sánchez M, Casanova-Rosado JF, et al. Impacto de la posición socioeconómica sobre los defectos de desarrollo del esmalte en dentición primaria. *CES Odontología*. 2012;25:22-32.
- Secretaría de Salud. Centro Nacional de Vigilancia Epidemiológica. Municipios donde no se debe distribuir sal yodada-fluorurada. Secretaría de Salud 2009. Disponible en: [http://www.cenave.gob.mx/saludbucal/mapa\\_sal\\_fluor\\_2009.pdf](http://www.cenave.gob.mx/saludbucal/mapa_sal_fluor_2009.pdf) consultado 4/marzo/2012.
- Kingman A. Current techniques for measuring dental fluorosis: issues in data analysis. *Adv Dent Res*. 1994;8:56-65.
- Kolenikov S, Angeles G. The use of discrete data in principal component analysis with applications to socio-economic indices. Working paper No WP-04-85. North Carolina: CPC/MEASURE, 2004.
- Hosmer D, Lemeshow S. Applied logistic regression. 2<sup>nd</sup> ed. USA: Wiley-Interscience Publication, 2000.
- Medina-Solis CE, Pontigo-Loyola AP, Maupomé G, et al. Dental fluorosis prevalence and severity using Dean's index based on six teeth and on 28 teeth. *Clin Oral Investig*. 2008;12:197-202.
- Aguilar-Díaz FC, Ingoyen-Camacho ME, Borges-Yáñez SA. Oral-health-related quality of life in schoolchildren in an endemic fluorosis area of Mexico. *Qual Life Res*. 2011;20:1699-706.
- Bhagyajothi CS, Pushpanjali K. Perceptions and concerns about dental fluorosis as assessed by tooth surface index of fluorosis among high

- school children in an area of endemic fluorosis – Kaiwara. *Oral Health Prev Dent*. 2009;7:33-8.
38. Chankanka O, Levy SM, Warren JJ, Chalmers JM. A literature review of aesthetic perceptions of dental fluorosis and relationships with psychosocial aspects/oral health-related quality of life. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2010;38:97-109.
  39. Browne D, Whelton H, O'Mullane D, Tavener J, Flannery E. The aesthetic impact of enamel fluorosis on Irish adolescents. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2011;39:127-36.
  40. Barros BS, Tomita NE. Epidemiologic aspects of dental fluorosis in Brazil: research in the period 1993-2006. *Cien Saude Colet*. 2010;15:289-300.
  41. Sánchez H, Parra JH, Cardona D. Dental fluorosis in primary school students of the department of Caldas, Colombia. *Biomédica*. 2005;25:46-54.
  42. Ramírez-Puerta BS, Franco-Cortés AM, Ochoa-Acosta EM. Dental fluorosis in 6-13-year-old children attending public schools in Medellín, Colombia. *Rev Salud Pública (Bogotá)*. 2009;11:631-40.
  43. Montero M, Rojas-Sánchez F, Socorro M, Torres J, Acevedo AM. Experiencia de caries y fluorosis dental en escolares que consumen agua con diferentes concentraciones de fluoruro en Maiquetía, Estado Vargas, Venezuela. *Invest Clin*. 2007;48:5-19.
  44. Chacón LF, López ML, Frechero NM. Prevalencia de fluorosis dental y consumo de fluoruros ocultos en escolares del municipio de Nezahualcoyotl. *Gac Med Mex*. 2009;145:263-7.
  45. Azpeitia-Valadez ML, Rodríguez-Frausto M, Sánchez-Hernández MA. Prevalencia de fluorosis dental en escolares de 6 a 15 años de edad. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*. 2008;46:67-72.
  46. Pontigo-Loyola AP, Islas-Márquez A, Loyola-Rodríguez JP, Maupomé G, Márquez-Corona ML, Medina-Solis CE. Dental fluorosis in 12- and 15-year-olds at high altitudes in above-optimal fluoridated communities in Mexico. *J Public Health Dent*. 2008;68:163-6.
  47. Bardal PA, Olympio KP, Buzalaf MA, Dallari SG. Current issues regarding health surveillance of fluoride concentrations in foods. *Cad Saude Pública*. 2012;28:573-82.
  48. Rigo L, Caldas Junior AF, Souza EA, Abegg C, Lodi L. Study on the dental fluorosis in a Southern city of Brazil. *Cien Saude Colet*. 2010;15 Suppl 1:1439-48.
  49. Choubisa SL, Choubisa L, Choubisa D. Osteo-dental fluorosis in relation to age and sex in tribal districts of Rajasthan, India. *J Environ Sci Eng*. 2010;52:199-204.
  50. Lukacs JR, Largaespada LL. Explaining sex differences in dental caries prevalence: saliva, hormones, and "life-history" etiologies. *Am J Hum Biol*. 2006;18:540-55.
  51. Lukacs JR. Gender differences in oral health in South Asia: metadata imply multifactorial biological and cultural causes. *Am J Hum Biol*. 2011;23:398-411.
  52. Lukacs JR. Sex differences in dental caries experience: clinical evidence, complex etiology. *Clin Oral Investig*. 2011;15:649-56.
  53. Galobardes B, Shaw M, Lawlor DA, Lynch JW, Davey-Smith G. Indicators of socioeconomic position (part 1). *J Epidemiol Community Health*. 2006;60:7-12.
  54. Galobardes B, Shaw M, Lawlor DA, Lynch JW, Davey-Smith G. Indicators of socioeconomic position (part 2). *J Epidemiol Community Health*. 2006;60:95-101.



## PREVALENCIA DE FLUOROSIS DENTAL EN LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

### PREVALENCE OF DENTAL FLUOROSIS IN THE METROPOLITAN AREA OF GUADALAJARA CITY

Espinosa R.<sup>1</sup>, Alonso C.<sup>2</sup>, Martínez C.<sup>2</sup>, Bayardo R.<sup>3</sup>

1. Profesor de la Especialidad en Odontopediatría, Centro Universitario de Ciencias de la Salud, Universidad de Guadalajara.
2. Residentes de la Especialidad en Odontopediatría, Centro Universitario de Ciencias de la Salud, Universidad de Guadalajara.
3. Coordinador de la Especialidad en Odontopediatría, Centro Universitario de Ciencias de la Salud, Universidad de Guadalajara.

#### RESUMEN

**OBJETIVOS:** Este estudio tuvo por objetivo evaluar la prevalencia de fluorosis dental en la Zona Metropolitana de Guadalajara utilizando el índice Thylstrup y Fejerskov (TF). **MÉTODO:** El presente trabajo epidemiológico fue llevado a cabo en el área metropolitana de la ciudad de Guadalajara. Se realizó un estudio transversal analítico en 1008 niños de 8 a 11 años los cuales acudían a 4 escuelas públicas en diferentes zonas geográficas de la ciudad. Dos odontopediatras fueron calibrados en el diagnóstico de fluorosis dental de acuerdo al índice TF. Los dientes de los pacientes se analizaron una vez secados con gasa y bajo luz natural.

**RESULTADOS:** De los 1008 niños evaluados se detectó una presencia de fluorosis en el 39.19%. De los cuales: TF1: 8.03%, TF2: 18.75%, TF3: 4.96%, TF4: 4.10%, TF5: 1.30%, TF6: 0.79%, TF7: 0.79%, TF8: 0.09%, TF9: 0.19%.

**CONCLUSIÓN:** La prevalencia de fluorosis dental en la Zona Metropolitana de Guadalajara, México es todavía es un problema que se presenta en forma generalizada en la población escolar; sin embargo la severidad de la enfermedad se considera baja pues la mayor incidencia de fluorosis se presentó en los grados más leves TF1 y TF2.

**Palabras clave:** Prevalencia, Fluorosis dental, Guadalajara.

#### ABSTRACT

**OBJECTIVES:** This study was conducted to evaluate the prevalence of dental fluorosis in the metropolitan area of Guadalajara city, under the Thylstrup & Fejerskov index, and at the same time it provided a longitudinal reference data of long-term epidemiology survey of dental fluorosis in Guadalajara, Mexico.

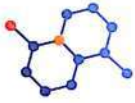
**METHOD:** This epidemiology study was conducted in the metropolitan area of Guadalajara city. An ethical clearance was obtained from the concerned authorities. A cross-sectional analytical study was carried out on 1008 subjects aged 8 to 11 years, attending 4 public schools in different geographical zones. Two pediatric dentists were trained in dental fluorosis diagnosis. Teeth were dried with gauze, and visually examined in natural light. Dental fluorosis was recorded using TF index

**RESULTS:** Dental fluorosis prevalence between the first and second studies went up from 33% to 68%, and went down to 39.18% in 2011, of which 35.84% was diagnosed between TF1 to TF4 while the remaining received grades in the lowest scores of the TF index.

**CONCLUSION:** The prevalence of dental fluorosis in Guadalajara, Mexico is still a public health problem. Although fluoride is an important resource for caries control, it is necessary to use it properly to avoid pathological effects

**Key words:** Prevalence, Dental Fluorosis, Guadalajara.





## INTRODUCCIÓN

La fluorosis dental es el efecto endémico patológico del exceso en la ingesta del ion flúor. El término de "esmalte moteado" es un calificativo que ha sido utilizado desde la antigüedad para describir uno de sus efectos <sup>1</sup>.

La ingestión de flúor en exceso causa daños en el esmalte dentario de forma irreversible debido a que durante la amelogénesis el flúor afecta los procesos de mineralización y maduración de los ameloblastos, lo cual se manifiesta en un esmalte mal formado e hipocalcificado en sus diferentes grados I. El grado de fluorosis depende de la dosis umbral específica, y de la ingesta total de fluoruro de todas las fuentes, así como de la edad del individuo en la que se ingiere y la duración de la exposición del mismo.

Ésta condición fue descrita probablemente a finales de 1800 o a principios de 1900 en México. Según Sognaes, (1979), la primera observación de un diente moteado fue quizás la reportada por Kuhns en 1888, quien realizó una descripción de la coloración oscura del esmalte presente en una familia de la ciudad de Durango en México, que migró a los Estados Unidos de Norte América <sup>1</sup>.

Debido al crecimiento demográfico durante la segunda mitad del siglo XX, fue necesario buscar nuevas fuentes de abastecimiento de agua potable para su consumo. Existen poblaciones en todos los países cuya localización geográfica no les permite tener un abastecimiento de agua de consumo accesible y es necesario buscar una afluyente a través de la perforación de pozos a diferentes profundidades. La profundidad de la que es extraída el agua de mantos freáticos es el factor que influye la aparición de elementos químicos y sales que producen la fluorosis dental<sup>1</sup>.

La Secretaría de Salud de México realizó un estudio en el año 2002 donde determinó que la fluorosis dental es un problema de salud pública en este país. Entre los estados más afectados se encuentran: San Luis Potosí donde las concentraciones de flúor son de 1.6 a 4.6 ppm, Aguascalientes de 1.5 a 9.0 ppm y Durango de 1.4 a 42.0 ppm. (Primer diagnóstico nacional de salud ambiental y ocupacional) <sup>2</sup>. Además existen estudios de prevalencia de fluorosis dental, que

entre los más destacados se encuentran los estados de Tabasco 65% <sup>3</sup>, y Campeche 56.3% <sup>4</sup>.

Debido a su situación geográfica, la principal afluyente de agua potable de la ciudad de Guadalajara es el lago de Chapala. La sobreexplotación del mismo dió como resultado que sus niveles bajaran considerablemente, por lo que pone en riesgo su existencia. El intenso crecimiento poblacional de los últimos 40 años y la necesidad de abastecer el líquido vital a más personas ha hecho que se busque otros afluentes en el subsuelo, por lo que actualmente parte del abasto de agua de consumo es de pozos profundos. Debido a la naturaleza del subsuelo de ésta zona, el agua extraída de pozos contiene grandes cantidades de flúor lo que ha causado que desde el inicio de estas perforaciones, el incremento en las patologías dentales sea más severo <sup>1</sup>.

En 1996 Espinosa et al. efectuaron un estudio para determinar si existían brotes de fluorosis en la ciudad de Guadalajara que pudieran ser considerados como un problema de salud pública, ellos observaron 960 niños entre ocho y once años de edad en diferentes puntos de la ciudad, encontrando que el 33% de los niños presentaba fluorosis desde el grado TFI hasta el TF 9. Después de 5 años, en 1999 con los mismos parámetros encontraron una prevalencia del 68% <sup>1</sup>.

El objetivo de éste estudio es determinar la prevalencia de fluorosis dental en la población escolar de la Zona Metropolitana de Guadalajara.

## METODOLOGÍA

Se seleccionaron niños de 8-11 años de edad, ambos géneros, que tuvieran los incisivos centrales superiores permanentes derecho e izquierdo erupcionados por lo menos  $\frac{3}{4}$  partes, que hayan vivido desde el nacimiento en la Zona Metropolitana de Guadalajara y que no presentaran patologías asociadas.

Se incluyeron en el estudio 1118 niños de cuatro escuelas primarias ubicadas en la Zona Metropolitana de Guadalajara





(aproximadamente 300 por escuela) 110 niños fueron eliminados ya que no cumplían con los criterios de inclusión. El número de la muestra se calculó de acuerdo a una fórmula estadística en la que se buscaba el 95% de confiabilidad.

Se examinaron los órganos dentarios 11 21 posterior a ser secados bajo luz natural y se recabaron los datos en una ficha clínica, los niños que presentaron fluorosis dental fueron clasificados de acuerdo al índice propuesto por Thylstrup y Fejerskov (TF) en 1978, el cual se basa en diferentes cambios y grados histopatológicos - clínicos y su correlación, a diferencia del índice de Dean en 1938 que su principal limitante es que solo se basa en las características macroscópicas. A los mismos se les tomó una fotografía para posteriormente confirmar el diagnóstico, involucrando a tres investigadores.

El presente estudio fue aprobado por el comité de ética de la Especialidad en odontopediatría de la Universidad de Guadalajara con el protocolo 02/2009.

## RESULTADOS

En este estudio participaron 4 escuelas situadas en la Zona Metropolitana de Guadalajara: Adalberto Navarro (este), Ignacio Ramos (oeste), Lauro Badillo (sur), Francisco Villa (norte), teniendo un total de 1008 niños de los cuales; el 51% fueron mujeres (n=514) mientras que 49% fueron hombres (n=494). Del total de la muestra el 31.19% presentó fluorosis dental (FIG 1.), lo que determina que en la Zona Metropolitana de Guadalajara de cada 1000 escolares 392 padecen de fluorosis dental.

De acuerdo a los criterios de Thylstrup y Fejerskov se obtuvieron los siguientes resultados: TF0: 60.81% (n=613), TF1: 8.03% (n=81), TF2: 18.75% (n=189), TF3: 4.96% (n=50), TF4: 4.10% (n=42), TF5: 1.30% (n=14), TF6: 0.79% (n=8), TF7: 0.79% (n=8), TF8: 0.09% (n=1), TF9: 0.19% (n=2), (FIG 2.).

Al análisis de correlación Pearson se encontró que existe una asociación estadística entre la prevalencia de fluorosis dental entre las escuelas situadas a diferentes puntos cardinales de la Zona Metropolitana de Guadalajara. Las correlaciones determinaron que la prevalencia de fluorosis dental en cualquier lugar la Zona Metropolitana es similar (TABLA 1)

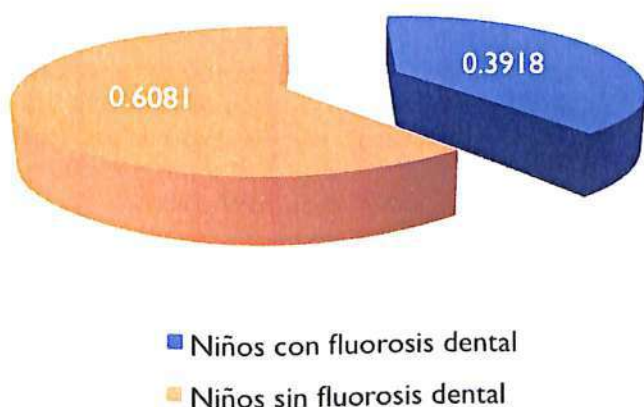


Figura N1.- Prevalencia de fluorosis dental en la zona metropolitana de Guadalajara

## DISCUSION

En este estudio se examinó una población de 8 a 11 años de edad con la finalidad de obtener la prevalencia de fluorosis dental (PFD) en la Zona Metropolitana de Guadalajara. La fluorosis dental se ha establecido como una patología asociada a la ingesta excesiva de flúor en sus diferentes presentaciones, en varios países ya se ha determinado como un problema de salud pública

En el 2012 en la ciudad de Rajasthan, India, se determinó una PFD del 69.84%, así mismo en el 2010 en Brasil en la Ciudad Passo Fundo y Rio Grande se obtuvo un resultado del 32.8%, mientras que en el año 2004 en Sudafrica se declaró una PFD del 20.2%. En las Islas Canarias, España se realizó un estudio epidemiológico en donde se determinó la PFD en diferentes años, en 1991 se encontraba la ciudad con una PFD del 73%, en 1998 con 61.3% y en el 2006 con 78.5% determinando un incremento de fluorosis dental en 15 años 8.

En el 2005 se determinó en Estados Unidos un incremento de fluorosis dental en los últimos 30 años debido a diferentes factores de riesgo como son el agua, bebidas, leche y alimentos con alto contenido de flúor: En 1987 se determinó una PFD del 22% a nivel nacional, en el 2000 en una comunidad de Boston se determinó el 69%, mientras que en el 2009 en Washington se observó el 18.8%.

En 1999 la UNICEF determinó que México es uno de los 25 países afectados por fluorosis dental endémica 11. De acuerdo al Centro Nacional de Vigilancia Epidemiología y Control de Enfermedades de México se diagnosticó en el año 2006 una PFD en los diferentes estados determinando: Durango 88.84%, Aguascalientes 84.21%, Zacatecas 76.38%, San Luis Potosí 54.37%, Baja California 52.21%, Chihuahua 48.94%, Jalisco 47.03%, Guanajuato 44.74%, Querétaro 44.40% e Hidalgo 40.36% 12.

En el 2008 se realizó un estudio en León, Guanajuato con una muestra de 456 niños en donde se observó que el 59.2% tenía fluorosis dental 13, en este mismo año en la ciudad de Pachuca con una muestra de 1024 adolescentes se encontró una PFD de 83.8% 14. En el 2004 en Campeche se encontró una PFD de 56.3% con una muestra de 336 niños 15. En el estado de Jalisco en el 2007 en la ciudad de Mexicacán se evaluaron 355 niños en los cuales se encontró una PFD del 94% 16.

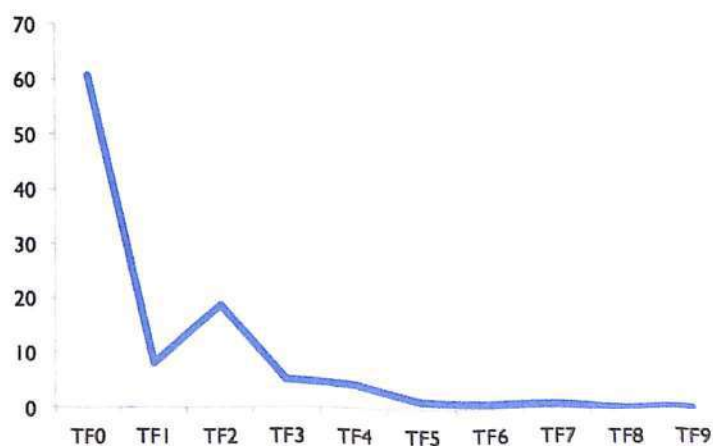
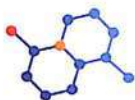


Figura N2.- Distribución de los niños con fluorosis dental de acuerdo al índice Thylstrup y Fejerskov.





|                           |                        | ESCUELA FRANCISCO VILLA | ESCUELA LAURO BADILLO | ESCUELA IGNACIO RAMOS | ESCUELA ADALBERTO NAVARRO |
|---------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|
| ESCUELA FRANCISCO VILLA   | Correlación de Pearson | 1                       | .949**                | .977**                | .935**                    |
|                           | Sig. (2-colas)         |                         | .000                  | .000                  | .000                      |
|                           | N                      | 9                       | 9                     | 9                     | 9                         |
| ESCUELA LAURO BADILLO     | Correlación de Pearson | .949**                  | 1                     | .980**                | .894**                    |
|                           | Sig. (2-colas)         | .000                    |                       | .000                  | .001                      |
|                           | N                      | 9                       | 9                     | 9                     | 9                         |
| ESCUELA IGNACIO RAMOS     | Correlación de Pearson | .977**                  | .980**                | 1                     | .945**                    |
|                           | Sig. (2-colas)         | .000                    | .000                  |                       | .000                      |
|                           | N                      | 9                       | 9                     | 9                     | 9                         |
| ESCUELA ADALBERTO NAVARRO | Correlación de Pearson | .935**                  | .894**                | .945**                | 1                         |
|                           | Sig. (2-colas)         | .000                    | .001                  | .000                  |                           |
|                           | N                      | 9                       | 9                     | 9                     | 9                         |

Tabla N1.- Prueba estadística de Pearson realizado a las cuatro escuelas, donde presentan. \*\* Correlación significativa de 0.01 (2-colas).

En el año de 1996 en la Zona Metropolitana de Guadalajara el autor Roberto Espinosa realizó una investigación con una muestra de 960 en niños de 8-10 años de edad con resultado de PFD del 33%17, con los mismos parámetros se realizó la misma en el 2001 con una prevalencia del 68%18. En el año 2011 se realizó el presente estudio siguiendo los mismo parámetros de los dos anteriores con la finalidad de obtener resultados longitudinales de la incidencia de fluorosis a lo largo de 16 años.

El presente estudio tuvo una muestra de 1008 niños, (IC 99%) en donde se observó una PFD del 31.19%. Comparando con los estudios anteriores se observó que la fluorosis dental en la zona metropolitana de Guadalajara ha disminuido.

En comparación con la investigación realizada en 1996 vemos una disminución de dos puntos porcentuales por lo que es probable que aunque la población ha aumentado, estadísticamente la fluorosis dental sigue manteniéndose en parámetros similares.

El concepto de salud oral relacionada a calidad de vida (OHRQoL), se asocia con el impacto que tienen las enfermedades bucales sobre las condiciones en el funcionamiento diario del individuo, el bienestar o la calidad de vida 19. En relación a la fluorosis dental diferentes autores han encontrado que el impacto en la calidad de vida de los niños tiene relación con el grado de afección

de la enfermedad: Forte et al (2001), Pérez et al (2003), Crosanto et al (2005), Hays et al (2008), concluyen que individuos con bajo grado de fluorosis TF 1 y TF 2 no vieron modificada su calidad de vida según los resultados de sus investigaciones; sin embargo altos grados de enfermedad TF 8 y TF 9 si se impactó el nivel de calidad de vida. En el presente trabajo se encontró una severidad baja por lo que se puede concluir que la presencia de fluorosis TF 1 o TF 2 encontrada en la zona metropolitana de Guadalajara no afectará la calidad de vida 20,21,22,23.

## CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos podemos concluir que:

- La incidencia de fluorosis dental en niños de la ciudad de Guadalajara es alta.
- No existió diferencia de esta patología entre las escuelas por lo que puede inferirse que es un problema que se presenta de forma homogénea en esta población.
- La severidad de la fluorosis dental puede considerarse baja.
- La incidencia de fluorosis ha disminuido muy poco al paso de los años.





## Referencias

- 1 Espinosa F. Roberto, Valencia H. Roberto, Ceja A. Israel. Fluorosis dental, etiología, diagnóstico y tratamiento, Madrid: Ripano; 2012.
- 2 Centro Nacional de Vigilancia Epidemiológica y Control de Enfermedades. Encuesta Nacional de Caries Dental 2001. México. DF: Programa de salud bucal, 2001.
- 3 Secretaria de educación Jalisco, en transparencia la SEJ en la dependencia más activa, enlace educativo, vol.6 núm. 47, 2009, pág. 13-16.
- 4 NOM 013-SSA 2 1994-1995-2006 "Prevención y control de enfermedades bucales" Diario Oficial de la Federación, 2 de enero del 2006, pág. 11.
- 5 Sarvaiya BU, Bhayya D, Arora R, Mehta DN. Prevalence of dental fluorosis in relation with different fluoride levels in drinking water among school going children in Sarada tehsil of Udaipur district, Rajasthan. *J Indian Soc Pedod Prev Dent, India*, 2012; 30 (4): 317-22.
- 6 Rigo L, Caldas Junior Ade, Souza EA, Abegg C, Lodi L. Study of the dental fluorosis in a Southern city of Brazil. *Cin Saude Colet. Brasil*. 2010; 15(1): 1439-48
- 7 Van Wwk PJ, Van Wyk C. Oral health in South Africa. *Int Dent J. Sur Africa*, 2004; 54(6): 373-7
- 8 Gómez- Santos G, González- Sierra MA, Vázquez García MJ. Evolution of caries and fluorosis in schoolchildren on the Canary Islands (Spain): 1991, 1998, 2006. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal. España*. 2008; 13(90): 599-608
- 9 Erdal S, Buchanan SN. A quantitative look at fluorosis exposure, and intake in children using a health risk assessment approach. *Environ Health Perspect. Estados Unidos*. 2005; 113(7): 111-7
- 10 Graves JM, Daniell W, James F, Milgrom P. Estimating Fluoride Exposure in Rural Communities: A case study in Western Washington. *Wash State J Public Health Pract. Estados Unidos*, 2009; 2(2): 22-31
- 11 Jingjug q, Susheela AK, Mudgal A, Keast G. Fluoride in water: An overview. *UNICEF*. 1999; 13; 11-3
- 12 Centro Nacional de Vigilancia Epidemiológica y Control de Enfermedades. Encuesta Nacional de Caries Dental 2001. México. DF: Programa de salud bucal, 2001.
- 13 Azpeitia V, Rodríguez F, Sánchez MA. Prevalence of dental fluorosis in children between 6 to 15 years old. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc. Mexico*. 2008; 46(1): 67-72
- 14 Pontigo AP et al. Dental fluorosis in 12 and 15 years olds at high altitudes in above optimal fluoridated communities in Mexico. *J Public Health Dent. Mexico*. 2008; 68(3): 163-6
- 15 Beltrán PR et al. Prevalencia de fluorosis dental y Fuentes adicionales de exposición a fluoruro como factores de riesgo a fluorosis dental en escolares de Campeche, México. *Rev. Invest. Clin. Mexico*. 2005; 57(4): 532-9
- 16 Pérez Patiño T, et al. Fluorosis dental en niños y flúor en el agua de consumo humano. Mexicacán, Jalisco, Mexico. *Medigraphic. Mexico*. 2007; 9(3): 214-9
- 17 Espinosa R, Barragán VN, Santoyo JE. Guadalajara debe ser declarada zona endémica de fluorosis. *Odontología Actual. Nov-Dic 1995*; (9): 7-11.
- 18 Espinosa R, Gutiérrez E. Guadalajara zona endémica de fluorosis. *Odontología Actual. May-Jun 1996*; (12): 13-18.
- 19 Jokovic A, Locker D, Stephens M, Kenny D, Tompson B, Guyatt G. Validity and reliability of a questionnaire for measuring child oral health-related quality of life. *J Dent Res* 2002, 81:459-63.
- 20 Forte FD, Freitas CH, Sampaio FC, Jardim MC. Dental fluorosis in children from Princesa Isabel, Paraíba. *Pesqui Odontol Bras*. 2001 Apr-Jun; 15(2): 87-90.
- 21 Peres KG, Latorre Mdo R, Peres MA, Traebert J, Panizzi M. Impact of dental caries and dental fluorosis on 12-year-old schoolchildren's self-perception of appearance and chewing. *Cad Saude Publica*. 2003 Jan-Feb; 19(1): 323-30. Epub 2003 Apr 1.
- 22 Michel-Crosato E, Biazevic MG, Crosato E. Relationship between dental fluorosis and quality of life: a population based study. *Braz Oral Res*. 2005 Apr-Jun; 19(2): 150-5. Epub 2005 Sep 8.
- 23 Biazevic MG, Rissotto RR, Michel-Crosato E, Mendes LA, Mendes MO. Relationship between oral health and its impact on quality of life among adolescents. *Braz Oral Res*. 2008 Jan-Mar; 22(1): 36-42.

# Determinantes de la salud de la fluorosis dental en Nayarit

Determinants of Health Dental Fluorosis in Nayarit

Descriptor: fluorosis dental, determinantes de la salud  
Keyword: dental fluorosis, determinants of health

## Resumen

Los determinantes de la salud son un grupo de circunstancias que tienen influencia en la salud y enfermedad de los individuos, así como, de grupos de personas. Los cuatro determinantes de la salud que pueden verse involucrados en la fluorosis dental son la biología humana, el medio ambiente, los sociales y el sistema de asistencia sanitaria. Debido a las características de la formación del esmalte este puede afectarse con el exceso de flúor, este elemento es uno de los más comunes de encontrar en la naturaleza ya sea en el agua, tierra o aire. Sin embargo, hay zonas en donde el flúor se encuentra en la naturaleza en menor cantidad y por el contrario la prevalencia de fluorosis dental en las últimas décadas ha aumentado, esto podría explicarse si hay un desequilibrio en los determinantes sociales y del sistema de salud. Los determinantes sociales pueden afectarse debido a alimentos producidos en zonas en que exista exceso de flúor y llevados a poblaciones donde son mínimas las cantidades de este elemento y el sistema de salud aplicando flúor de forma inadecuada para prevenir la caries dental.

## Abstract

The determinants of health are a group of circumstances that influence health and illness of individuals and of groups of people. The four determinants of health that can be involved in the dental fluorosis are human biology, the environment, social and healthcare system. Due to the characteristics of the formation of the enamel can affect with excess fluoride, this element is one of the more common find in nature either in the water, soil or air. However, there are areas where the fluoride found in nature in smaller quantities and the prevalence of dental

Jaime Fabián Gutiérrez Rojo\*  
Alma Rosa Rojas García\*\*  
Damaris Delgado Sandoval\*\*\*  
Rogelio Díaz Peña\*\*\*\*

\*Maestría en Salud Pública. Docente unidad académica de Odontología  
Autor responsable

\*\*Maestría en Odontología. Docente unidad académica de Odontología

\*\*\*Cirujano Dentista. Estudiante de la Especialidad en Ortodoncia  
Maestría en Ortodoncia. Docente unidad académica de Odontología

UNIDAD ACADÉMICA DE ODONTOLOGÍA  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT

fluorosis in the last decades has increased this areas, this could be explained if there is an imbalance of the health system and social determinants. Social determinants may affect due to food produced in areas in which there is excess of fluoride and taken to populations where are minimum quantities of this element and the health care system improperly applying fluoride to prevent tooth decay.

Gutiérrez, R.J.F., Rojas, G.A.R., Delgado, S.D., Díaz, P.R. Determinantes de la salud de la fluorosis dental en Nayarit. *Oral*. Año: 14, Núm. 44, 975-978.

Recibido: junio 2012 Aceptado: diciembre 2012

*Oral*. Año: 14, No. 44, Abril 2013



La Fluorosis dental se define como la hipoplasia del esmalte causada por un aumento en la ingesta de flúor durante la formación del diente.<sup>1</sup> Y los determinantes de la salud son un grupo de circunstancias que tienen influencia en la salud y enfermedad de los individuos, así como, de grupos de personas. Los cuatro principales factores determinantes de la salud son: biología humana, medio ambiente, estilo de vida y el sistema de asistencia sanitaria.<sup>2</sup>

## Biología humana

Se considera como determinante de la salud a la biología humana, cuando las células del cuerpo humano no responden al entorno, lo que provoca que no se desarrolle correctamente.<sup>3</sup> Esto ocurre en el esmalte dental en formación que se ve expuesto de forma crónica al fluoruro. Cuando esto sucede, el fluoruro debió haber sido ingerido y distribuido por todo el cuerpo, por la sangre y de esa forma se aloja en la matriz del esmalte, lo que reduce el proceso de absorción de proteínas de la matriz y es por eso que el esmalte es poroso. Si un diente se ve afectado, su equivalente del otro lado de la arcada también estará afectado.<sup>4</sup>

Las cantidades de flúor en sangre deben ser de 0.0 a 0.02 ppm en el plasma. Todo depende de la abundancia del flúor en los huesos, saliva y alimentos. El flúor se reúne en el tejido óseo durante la vida. Los tejidos óseos se ven afectados cuando se sobrepasa las 8 a 10 partículas por millón, dando como resultado hiper mineralización ósea, formación de exostosis y calcificación de ligamentos.<sup>5</sup>

## Medio ambiente

El flúor lo podemos encontrar en el medio ambiente debido a que es uno de los 15 elementos más abundantes en el planeta tierra. Por lo que lo podemos encontrar en el aire, alimentos y agua. Si los acomodamos en orden de mayor a menor importancia en que estos aportan flúor al humano encontraríamos en primer lugar el agua, en segundo lugar los alimentos y en tercero el aire.<sup>6</sup>

El flúor se puede encontrar en el aire en zonas volcánicas debido a la emisión de gases, se estima que de ésta forma anualmente se aportan 1.7 millones de toneladas al aire. Otra forma como se aumenta la cantidad de flúor en el aire es por las zonas urbanas, esto debido a la polución industrial.<sup>7</sup>

El flúor es usado en la producción de aluminios, como flux para soldar acero, en la fibra de vidrio, ladrillos, mosaicos<sup>8</sup> y

cerámicas.<sup>9</sup> Se calcula que al año, son 150 toneladas de flúor en el aire producido por las zonas urbanas. Para una persona que vive en zona urbana se estima que la cantidad de flúor que inhala es de 0.04 mg/día.<sup>7</sup>

Los alimentos que contienen flúor son: vegetales, huevo, pollo, pescado y sus conservas, sal, mariscos y el té. Los vegetales obtienen muy poco flúor de la tierra aunque tenga alto contenido de flúor, pero si el agua con la que se cocinan tiene el nivel óptimo de flúor para prevenir la caries, el contenido de flúor en los vegetales se incrementará. De esta forma el alimento producido en una zona con concentraciones adecuadas o con exceso de flúor produce "efecto halo" en otras poblaciones.<sup>6</sup>

El pescado fresco como el bacalao, las sardinas y el salmón, entre otros, contienen de 6 a 27 ppm.<sup>7</sup> Los alimentos marinos que se comen con piel, huesos y cartílagos, llegan a tener niveles mayores de 20mg/Kg. Los pollos que se alimentan con harina de pescado, son una fuente de fluoruro alimenticio. Si el alimento es hecho moliendo el pollo (carne y huesos) hay posibilidad de que tenga un alto contenido de fluoruro.<sup>6</sup>

En el agua la cantidad de fluoruros fluctúa dentro de un amplio margen. Sin embargo, la cantidad de fluoruros en el agua es por lo regular baja, con una concentración de 0.01 a 0,30mg/L, pero puede llegar a niveles de 95 mg/L.<sup>6</sup> Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) las mayores concentraciones de flúor se encuentran en lugares donde los mantos acuíferos están al pie de cadenas montañosas y en lugares en donde el mar pueda hacer depósitos geológicos. Se encuentra en lugares delimitados geográficamente por ejemplo: en Asia Siria y Jordania, Turquía, Irán e Iraq. Otro lugar de Asia es Afganistán, India y el norte de Tailandia, China y Japón. En África en Egipto, Libia, Argelia, Sudan y Kenia. También se puede encontrar en algunos lugares del continente americano.<sup>10</sup>

## Determinantes sociales

En México la población es consumidora de refrescos y jugos embotellados, estas bebidas son elaboradas en diferentes lugares de la república, de esa manera podrían llegar a funcionar como alimentos halo de la fluorosis. Así que se realizó un estudio de los refrescos producidos en Jalisco, Zacatecas, Querétaro y San Luis Potosí, por las dos principales compañías de refrescos en el país.<sup>11</sup> El resultado de esta investigación fue que los niveles de flúor de los refrescos hechos en Jalisco es de 1.38 y de 1.84ppm. Los refrescos de Zacatecas es de 3.52ppm. Los refrescos de Querétaro se encontraron 1.41ppm. Y los refrescos hechos en San Luis Potosí fue de una compañía de 3.04ppm y en la otra de 0.40ppm.<sup>11</sup>



En cuanto a los jugos hay estudios en donde analizaron once sabores y el rango de flúor fue de 1.51ppm a 3.43ppm. La norma oficial mexicana dice que el contenido máximo de flúor para el agua de consumo es de 0.7ppm.<sup>11</sup> El té también contiene una gran cantidad de fluoruro, sus valores pueden ir de 0.5 a 5 mg/L. Todo depende del origen del té, si se consume la hoja de té tiene una gran cantidad de fluoruro (400mg/kg). El té verde y el té negro son unos de los que más contienen flúor.<sup>12</sup>

Para el agua embotellada se ha encontrado diferentes niveles de flúor en la República Mexicana, en un estudio hecho en la Ciudad de México encontraron en algunas marcas de agua valores mayores a los 0.7ppm, el valor máximo fue de 2.8 ppm.<sup>13</sup> En San Luis Potosí el contenido de flúor del agua embotellada era fue de 0.33 a 6.97ppm.<sup>14</sup> Es importante informar a la población acerca de los niveles de flúor en el agua de consumo y así conozcan los riesgos de consumir agua con niveles inadecuados de flúor.<sup>15</sup>

## El sistema de asistencia sanitaria

El efecto del fluoruro sobre la caries se descubre a inicios del siglo pasado, cuando se estaba investigando los factores del por qué los dientes pueden estar moteados, y se descubrió que era el exceso de fluoruro en el agua que se bebía, sin embargo se presentaba menor cantidad de caries que en los dientes que no tenían manchas. En ese entonces pensaron que era necesaria la ingestión de flúor durante el periodo de formación del esmalte dental y de esa manera tuviera efecto contra caries.<sup>4</sup>

En las décadas de 1930 y 1940 el Dr. Dean y sus colaboradores realizaron estudios epidemiológicos en 7 000 niños de 21 ciudades de los Estados Unidos de América. Con este estudio determinaron que el fluoruro a bajas dosis en el agua ayuda a prevenir la caries dental. Pero si el nivel del fluoruro es alto en el agua se producía una patología llamada fluorosis dental.<sup>16</sup>

Cuatro años después de la declaración de Alma Ata, la OMS y la Federación Dental Internacional (FDI) se juntan para establecer los objetivos de salud bucodental para el año 2000. Estos objetivos tenían como base principal la caries dental, el primer indicador serían los niños de las edades de 5 a 6 años de edad, y como objetivo el 50% estaría libre de caries dental. El segundo indicador sería la prevalencia de caries dental a los 12 años de edad, y el indicador sería el índice C.O.P.D. menor de 3.<sup>6</sup>

Con el objetivo de disminuir la caries los programas de

odontología preventiva decidieron aumentar la cobertura de fluoruro en la población. Para esto existen varios mecanismos, de los cuales hay dos opciones principales la sal de uso común y la fluoración del agua de consumo.<sup>6</sup>

Añadir flúor a la sal de uso común es una de las soluciones que se encontraron en la salud pública para la prevención de la caries. Como ventaja tiene un bajo costo y es de amplia cobertura.<sup>16</sup> La mayoría de los aditivos alimenticios son químicos, por lo que es necesario controlar la dosis de los mismos en alimentos ya que pueden ser tóxicos.<sup>17</sup>

La sal fluorada llega a más de 100 millones de personas en Europa y a una gran cantidad de millones de personas en América Latina en países como Costa Rica, Ecuador, Colombia, Jamaica y México. En México a finales de la década de 1980 se inicio con la fluoración de la sal y para el año 2000 la fluoración de sal es operacional.<sup>6</sup>

La Norma Oficial Mexicana NOM-040-SSA1-1993 es la encargada de la sal yodada fluorada y la sal yodada. La sal yodada fluorada debe contener yodo  $30 \pm 10$ mg por kg de sal y de 200 a 250mg de flúor por kg de sal; para lo cual se puede utilizar fluoruro de sodio o fluoruro de potasio.<sup>18</sup> Nayarit es uno de los 15 estados libre donde se distribuye la sal yodada y fluorurada de manera libre.<sup>19</sup>

La fluoración del agua se introdujo en los países de América Latina en las décadas de 1950 y 1960, y en la década de 1990 dejaron de hacerlo la mayoría de los países, entre ellos México.<sup>6</sup> El nivel de fluoruro colocado en el agua se debe de definir de acuerdo a la temperatura media de la región.

En los países en que se ingiere mayor cantidad de agua debido a las altas temperaturas, los niveles de flúor deben ser bajos.<sup>20</sup> Las concentraciones de flúor en el agua deben ser constantes y en Brasil en un estudio hecho en la ciudad de Torres, en un periodo de siete meses, encontraron que las concentraciones de flúor dentro de la misma ciudad fluctúan en un rango de 0.29 ppm a 0.91ppm.<sup>21</sup> Se deben conocer las concentraciones de flúor en el agua, para poder administrar una dosis que le convenga al paciente.<sup>22</sup> Si se toma agua fluorada el organismo la absorbe pasando al torrente sanguíneo y de esa forma se saturan los huesos, excretándose por la orina y en la boca por la saliva y el fluido crevicular. De esta forma se realiza un efecto tóxico.<sup>23</sup>

La pasta dental con flúor es el método más adecuado, ya que se asocia a la remoción de la placa. En Brasil cuando ya estuvieron disponibles las pastas dentales con flúor, observaron que se disminuían los índices de manera más acentuada.<sup>20</sup> El flúor de los dentífricos es de tipo fluoruro sódico, la mayoría contiene una concentración de 1000ppm.<sup>24</sup> Los enjuagues bucales con flúor son indicados en pacientes con ortodoncia, o como complemento de la pasta de dientes.<sup>20</sup> Los programas con colutorios supervi-



sados reducen la caries en un 20-25%. Son una buena opción en la salud pública utilizando enjuagues semanales al 0.2% y los enjuagues diarios serían de 0.05%.<sup>25</sup>

En México, en el periodo comprendido del año 2001 al 2006, el Sector Salud, por medio de instituciones como el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) y la Secretaría de Salud, llevaron a cabo el programa de atención a la infancia, realizando aplicación tópica de flúor a niños de 5 a 9 años incorporados a preescolar o primaria, independientemente de las características del agua de consumo de cada región y de otros factores relacionados con el consumo de flúor.<sup>26</sup>

En Nayarit durante la semana Nacional de Salud Bucal del 8 al 12 de noviembre del 2010 se les indico la técnica de cepillado dental, detección de placa bacteriana, enjuague con flúor, selladores de fosetas y fisuras y eliminación de sarro.<sup>27</sup> El utilizar algún elemento de flúor es algo común para las campañas de odontología preventiva, sin embargo únicamente sirve para ese momento y no hay seguimiento de esa medida preventiva.

#### Bibliografía

- 1.-Srivastava, A., Singh, A., Yadav, S., Mathur, A. Endemic Dental and Skeletal Fluorosis: Effects of High Ground Water Fluoride in some North Indian Villages. *International Journal of Oral & Maxillofacial Pathology*. 2011; 2 (2): 7-12.
- 2.-Ávila-Agüero, M. Hacia una nueva Salud Pública: Determinantes de la Salud. *Acta méd. Costarric*. 2009; 51 (2): 71-3.
- 3.-Buck, C. Después de Lalonde: la creación de la salud. Organización Panamericana de la Salud. Promoción de la salud una antología. Publicación científica No. 557. Washington. OPS. 1996;10.
- 4.-Andaló, L., Cury, J. Fluoruro: De la ciencia a la Práctica Clínica. Capítulo 4. Bezerra L. Tratado de Odontopediatría. Tomo 1. Caracas. AMOLCA. 2008; 114-152.
- 5.-Vaillard, E., Lezama, G., Caridad, M., Gonzalez-Longoria. Fluorosis dental: un problema de intoxicación crónica con fluoruros. Capítulo II. Castro C, Fernandez M, Carrasco R. Indices epidemiológicos orales. Facultad de estomatología-BUAP 2009. 55-59.
- 6.-Mariño, R., Villa, A., Weitz, A. Prevención de la caries dental utilizando la leche como vehículo para fluoruros: las experiencias Chilenas. Series de Monografías en salud bucodental comunitaria No. 12. Melbourne. Escuela de ciencia dental Universidad de Melbourne. 2006. P. 1-9, 67-73.
- 7.-Moya, V., Roldán, B., Sánchez, J. Intoxicaciones por medicamentos. Fluoración. Capítulo 17. Odontología Legal y Forense. Barcelona. MASSON. 1994. P. 181-194.
- 8.-Australian Government. National Health and Medical Research Council. Natural Resource Management Ministerial Council. Australian Drinking water guidelines 6. 2004. 382-4.
- 9.-González, I., Galán, E., Fabbri, B. Problemática de las emisiones de flúor, cloro y azufre durante la cocción de materiales de la industria ladrillera. *Bol. Soc. Esp. Cerám. Vidrio*. 1998; 37 (4): 307-13.
- 10.-Organización Mundial de la Salud. Water related diseases Fluorosis. Consultado el día 10 de noviembre del 2010 en: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/diseases/fluorosis/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/fluorosis/en/)
- 11.-Loyola-Rodríguez, J., Pozos-Guillen, J., Hernández-Guerrero, J. Bebidas embotelladas como fuentes adicionales de exposición a flúor. *Salud Pública de México*. 1998. 40 (5). P. 438-441.
- 12.-Moromi, H., Martínez, E. Efecto del té verde en la formación de la placa bacteriana por *Streptococo mutans*. *Odontol. Sanmarquina*. 2006. 9(2). P. 23 y 24.
- 13.-Sanchez-Perez, L., Irigoyen-Camacho, E., Molina-Frecho, N. Enfermedades dentales de alta prevalencia en México. Contribución de la línea de cariología y otras alteraciones dentales. *Revista de Ciencias Clínicas*. 2009. 10 (2). P. 70-85.
- 14.-Fernández, F., Méndez, A. De las Comisiones de Desarrollo Urbano y Ordenación Territorial; de Salud y Seguridad Social; de Federalismo y Desarrollo Municipal; de Desarrollo Regional; de Ciencia y Tecnología; y de Recursos Hidráulicos, el que contiene punto de acuerdo sobre el consumo de agua con arsénico y flúor. *Gaceta del senado*, no 85 año 2004 Senado de la República Legislatura LXI. En: <http://www.senado.gob.mx/gace2.php?sesion=2004/12/14/1&documento=10515>.
- 15.-Indermitte, E., Saava, A., Karro, E. Exposure to High Fluoride Drinking Water and Risk of Dental Fluorosis in Estonia. *Int J Environ Res Public Health*. 2009. 6. P.710-721.
- 16.-Soto-Rojas, A., Ureña-Cirett, J., Martínez-Mier, E. A review of the prevalence of dental fluorosis in Mexico. *Pan Am J Public Health*. 2004. 15 (1). P.9-18.
- 17.-Grillo, M. La Higiene de los alimentos, Capítulo 23. Martínez, F. y Cols. *Salud Pública*. D.F. México, McGraw-Hill-Interamericana de España. 1997. P. 405-434.
- 18.-Meljem, J. Norma Oficial Mexicana NOM-040-SSA1-1993, Bienes y servicios. Sal yodada y sal yodada fluorurada. Especificaciones sanitarias. Consultado el día 18 de Noviembre del 2010. En: [www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/040ssa13.html](http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/040ssa13.html)
- 19.-Gobierno Federal de los Estados Unidos Mexicanos. Municipios donde no se debe distribuir sal yodada-fluorurada. Consultado el día 16 de Noviembre del 2010. En: [cenavece.salud.gob.mx/programas/descargas/pdf/mapa\\_sal\\_fluor\\_2009.pdf](http://cenavece.salud.gob.mx/programas/descargas/pdf/mapa_sal_fluor_2009.pdf)
- 20.-Bezerra, L. Tratado de Odontopediatría. Tomo 1. Caracas. AMOLCA. 2008. 113-70.
- 21.-Guerra, S., Ferreira, M., Floriani, P., Castilhos, H., Ferreira, S. Heterocontrol de Fluoretacoo de agua de abastecimiento publico do municipio de Torres/RS. *Stomatol*. 2006; 12 (22): 5-9.
- 22.-Barbería, E. Caries Dental: Prevención. Capítulo 9. Barbería E, Boj J, Catala M, García C, Mendoza A. Odontopediatría. MASSON. 2ª edición. 2002. 189-90.
- 23.-Chedid, S., Guedes-Pinto, A. Uso de los fluoruros en Odontopediatría. Capítulo 4. Guedes-Pinto A. Rehabilitación Bucal en Odontopediatría. AMOLCA. 2003. 51.
- 24.-Suarez, E. Boj J. Odontopediatría preventiva. Capítulo 12. Boj J.S Catala M. García-Ballesta C, Mendoza A. Odontopediatría. MASSON. Barcelona 2005. 133-41.
- 25.-Cameron, A., Wilmer, R. Manual de Odontología pediátrica. Harcourt C Brace. Madrid. 1998. 39-55.
- 26.-Azpeitia-Valadez, M., Rodríguez-Frausto, M., Sánchez- Hernández, M.A. Prevalencia de fluorosis dental en escolares de 6 a 15 años de edad. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*. 2008; 46 (1): 67-72.
- 27.-Sánchez, J. Exitosa Semana Nacional de Salud Bucal. Consultado el día 21 de Noviembre del 2010. En: [www.nayarit.gob.mx/notes.asp?id=24011](http://www.nayarit.gob.mx/notes.asp?id=24011).



# Fluorosis dental en alumnos de primer ingreso

En la licenciatura en cirujano dentista de la Universidad de Guadalajara

Teresita Arámburo Galán  
Cirujano Dentista. Universidad de Guadalajara.

Mtra. Teresa de Jesús Pérez Patiño  
Profesor Docente, adscrita al Departamento de Salud Pública, del Centro Universitario de Ciencias de la Salud de la Universidad de Guadalajara.

Dr. Samuel Medina Aguilar  
Profesor Docente e Investigador Titular C

Denisse Arámburo Galán  
Alumna de la carrera Técnico Superior Universitario en Prótesis Dental. Universidad de Guadalajara.

**R**esumen: El exceso de flúor en el organismo humano se ha convertido en un problema de gran importancia para la salud, repercutiendo en la formación ósea y dental, haciendo que las personas manifiesten un desarrollo anormal, principalmente en dichas estructuras. Para poder mejorar los programas educativos-preventivos es necesario conocer mediante la medición de indicadores socio-dentales o índices epidemiológicos orales, cuál es la prevalencia de este padecimiento en una población y cuáles son las necesidades de tratamiento de la misma. Cuando disponemos de múltiples fuentes de fluoruro, cabe la posibilidad que una minoría de la población ingiera una cantidad mayor a la mínima segura [una parte por millón (1ppm)], durante periodos de susceptibilidad en que los dientes se mineralizan. La fluorosis dental endémica e hipoplasia del esmalte es un padecimiento común en diversas partes del mundo, donde se presentan zonas geográficas con exceso de fluoruros en sus fuentes de agua potable.

**Objetivo:** Determinar la prevalencia de fluorosis dental en la población estudiantil de primer ingreso a la Licenciatura en Cirujano Dentista del Centro Universitario de Ciencias de la Salud, de la Universidad de Guadalajara.

**Métodos:** Se trató de un estudio observacional, descriptivo y transversal donde se evaluó dentalmente a 129 alumnos para identificar la presencia y grado de fluorosis dental, utilizando la metodología de la Organización Mundial de la Salud.

**Resultados:** Se encuestaron a 129 alumnos; 50 hombres y 79 mujeres, los cuales tuvieron un promedio de edad de 19.16 años, siendo el más joven de 18 y el mayor de 34. El 52.7% presentó fluorosis dental en alguno de sus grados, predominando el grado de muy leve con 27.9%, 18.6% grado leve, 6.2% grado moderado y 16.3% manifestó esmalte normal. El lugar de residencia que predominó fue el de Jalisco con 85.2% y el tipo de agua que imperó en su consumo fue el de purificada o embotellada en más del 80% de los casos.

**Conclusiones:** En el Universo de Trabajo predominaron las Mujeres. Más de la mitad de los estudiantes evaluados presentaron fluorosis dental en sus diferentes grados; El lugar de procedencia más frecuente fue el Estado de Jalisco. El tipo de agua que más se consumía fue purificada o embotellada.

**Palabras clave:** Fluorosis Dental, Flúor, Agua de Consumo, Prevalencia.

## Introducción

La población estudiantil padece distintas patologías asociadas con diversos factores, por ejemplo la alimentación, el lugar de residencia, los hábitos y costumbres; estas pueden manifestarse de distintas formas en cada individuo, en ocasiones el ambiente también es un factor importante para que algunas patologías aumenten o disminuyan. Algunos ejemplos de estas enfermedades son: dermatitis, enfisema, fluorosis, enfermedades renales, entre otras.

En México podemos encontrar algunas políticas de salud bucal que promueven entre otras cosas, la disminución de las periodontopatías, la caries





dental y el cáncer bucal, para lo cual se han diseñado diversos programas para prevenir dichas patologías como son: la educación preventiva en escolares, la educación asistencial y la fluoración de la sal y el agua.<sup>1</sup>

Cuando se dispone de múltiples fuentes de fluoruro, es posible que una minoría de la población ingiera una mayor cantidad a la mínima segura (1ppm) durante periodos de susceptibilidad en que los dientes se mineralizan. Esto plantea un riesgo para la población abierta, dando lugar a la fluorosis dental. Algunos factores que predisponen al organismo a presentar fluorosis dental son ingerir alimentos ricos en flúor, la ingestión de sal fluorada en aquellos lugares donde ya existe riesgo por un exceso de flúor en el agua de consumo humano mayor a 0.7 ppm, entre otros.

Durante la gestación y la niñez el consumo de agua con un grado excesivo de flúor es de gran riesgo para el organismo, ya que puede causar fluorosis dental y en casos extremos se puede presentar la denominada fluorosis esquelética. Esta problemática es difícil de atender puesto que el agua es esencial para la vida y en nuestro país hay una disponibilidad limitada, su escasez conduce a la degradación del suelo y a la pobreza en la calidad del agua que es de gran importancia; más del 80% de todas las enfermedades en países en desarrollo se atribuyen a la carencia de agua potable de calidad segura.<sup>2</sup>

La fluorosis dental endémica e hipoplasia del esmalte (defecto del desarrollo de los tejidos duros del diente, ocasionando alteración en la formación del esmalte) es un padecimiento común en diversas partes del mundo, como Asia, África, India, Europa, Estados Unidos.

En México existen algunas zonas geográficas con exceso de fluoruros en sus fuentes de agua potable. El fluoruro en las últimas décadas ha sido un factor clave para la disminución de la caries dental que se ha venido observando en diversos países del mundo. Sin embargo, la disponibilidad de fluoruros a través de diversas fuentes como alimentos, bebidas y pastas dentales se han ido incrementando, por tal motivo hoy en día los niños se encuentran expuestos a diversas fuentes de flúor.<sup>3</sup>

#### *Naturaleza del flúor*

En la naturaleza podemos encontrar una gran finidad de elementos, algunos son muy útiles para el ser humano; como el flúor, que se encuentra en forma de gas en la corteza terrestre, que mediante la condensación y posterior precipitación del agua se almacena de forma significativa, en depósitos subterráneos. El flúor es un elemento químico sumamente reactivo, no se encuentra libre en la naturaleza en diferentes minerales como fluorita  $\text{CaF}_2$ , el fluorapatito  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$  y la criolita  $\text{Na}$

$3\text{AlF}_6$ . Es abundante en agua de los ríos, mares y algunos mantos freáticos, su concentraciones varía desde 0.01 ppm hasta 10 ppm.<sup>4,5</sup>

Algunas sustancias naturales contienen flúor en diferentes dosis como la sal del fluoroacetato de sodio que se encuentra presente en pequeñas dosis en algunas plantas (*Gifblaar de Afrikaans, Gastrolobium, Gompholobium, Oxylobium, Nemcia y Acacia*) también puede encontrarse en alimentos como pescados, carne, y derivados de la leche.<sup>6</sup>

La presencia de fluoruro en el reino vegetal está modificada por las diferentes características del suelo, el agua y el aire. Tomando en cuenta su abundancia en la naturaleza, para el ser humano es casi imposible tener una alimentación exenta de dicho elemento, cada persona consume diariamente una cantidad mínima de flúor que no depende tanto del contenido en los alimentos, sino en gran parte de la concentración en el agua utilizada como bebida o para cocinar.

Como nos muestra Madhavan en 2001 en las diferentes zonas con rocas de origen volcánico, el flúor es mucho más abundante, el agua pasa a través de los depósitos compuestos de calcio o fluoruros carbonatos, los disuelve y al mezclarse son una abundante fuente de flúor.<sup>4</sup>

### Características del flúor

#### *Metabolismo*

Como todos los elementos que podemos encontrar a nuestro alrededor, el flúor presenta diversas manifestaciones en nuestro organismo ya que ha estado desde hace mucho tiempo entre nosotros; este compuesto es muy importante en la formación de huesos, para aumentar su resistencia a traumatismos y en dientes disminuyendo de manera importante la predisposición a la caries.

Como lo mencionan Rivas, Huerta.<sup>7</sup> El flúor es esencial para la formación dental, por ser el agente más potente para aumentar el volumen óseo y el tamaño de los cristales de hidroxiapatita del esmalte dentario, mediante la ingestión, absorción, distribución, y excreción el flúor sistémico se incorpora a la dentición en la etapa gestacional del ser humano ya que en este momento se lleva a cabo específicamente la formación dentaria. Durante la niñez la protección dental tiene diferentes grados de efectividad; las condiciones naturales, fisiológicas y sociales de cada uno de nosotros puede aumentarla o disminuirla.

#### *Ingesta y absorción*

La principal vía de incorporación del flúor al organismo humano es la oral, absorbiéndose el 90-95% en la mucosa digestiva del intestino delgado y del estómago por un simple fenómeno de difusión;



cuando son fluoruros solubles o ionizados en agua y cuando no existen alimentos que aporten sales de calcio, como lo son magnesio, fierro y aluminio que lo atrapan y modifiquen su grado de absorción.<sup>7</sup>

La absorción es tan rápida que a los 30 minutos el 50% del flúor ingerido se encuentra ya en el plasma.<sup>3</sup>

#### *Distribución*

Después de la absorción el flúor pasa a la sangre, en el plasma se difunde rápidamente y se diluye en el fluido extracelular accediendo a todos los tejidos duros y blandos fijándose específicamente en los tejidos calcificados, por los que tiene mayor afinidad. Casi la totalidad del flúor que queda en el organismo retenido permanece en el hueso o en los dientes, la cantidad de flúor acumulada en éstos depende de la cantidad ingerida, la duración de la exposición, el grado de mineralización de los tejidos duros y la edad del individuo.<sup>7</sup>

El flúor alcanza las mayores concentraciones dentro de la primera hora desde su ingestión y recupera los valores normales en unas 8 horas. En la leche materna las concentraciones de flúor son poco importantes, incluso en el caso de que la madre ingiera compuestos fluorados. Estudios realizados en madres lactantes demuestra que existe una transferencia limitada de flúor desde el plasma a la leche materna. La placenta ha sido considerada en algunos estudios como una barrera que impide el paso del flúor al feto, mientras que otras veces se le ha atribuido el papel de una membrana reguladora de las concentraciones fetales de este ion. En la actualidad es posible afirmar que las concentraciones de flúor en la sangre del cordón umbilical corresponden al 75% de las concentraciones en la sangre materna, el flúor que pasa al feto es rápidamente captado por los huesos y dientes en proceso de calcificación.<sup>8</sup>

Según diversos estudios tanto la leche materna como la leche de vaca tienen un contenido de flúor bajo (0.05 mg/l), por lo que los niños que son alimentados con leche materna obtienen un suplemento de flúor bajo.<sup>9</sup>

El flúor que atraviesa la barrera placentaria en una zona de exposición mayor de 0.9 ppm en el agua de consumo, causara dientes primarios con fluorosis, esto fue totalmente comprobado en el estudio efectuado en 1985, además está respaldado por los estudios de Garder y sus colaboradores, que en su investigación encontraron niveles altos de fluoruros en sangre materna y tejidos placentarios en zonas en donde hay más de 1 ppm de flúor en el agua de consumo, lo mismo que Feltman y Kosll comprobando la concentración alta de fluoruros en cordón umbilical y placenta de mujeres embarazadas en la mismas zonas.<sup>10</sup>

#### *Excreción*

El flúor que no se fija al esqueleto, los dientes, o los tejidos blandos es eliminado; una persona con un consumo uniforme constante elimina por orina aproximadamente un 80-90% del total ingerido y 10% por heces fecales. La excreción del flúor en general es rápida puesto que en las primeras 4 horas encontramos 30% de flúor y el remanente se excreta en las siguientes 24 horas.<sup>9</sup>

La excreción por vía renal permite tanto la eliminación del exceso de flúor que se ingiere a diario como el procedente de los modelos de remodelación ósea presentes a lo largo de toda la vida, las concentraciones que se registran en la orina dependen principalmente de las cantidades presentes en el agua potable y de la edad del individuo, mientras más joven menor es la cantidad de flúor excretada, de ahí que las etapas de crecimiento y de alta demanda de energía son etapas importantes para la incorporación de este mineral.<sup>10</sup>

#### *Fluoruración*

La fluoruración es un método mediante el cual se adiciona a un vehículo flúor a una concentración óptima (1ppm) para prevenir entre otras cosas la caries. Las estrategias más utilizadas para la fluoruración han sido: el agua, la sal y la leche. La desventaja de este método radica cuando los niveles óptimos de Flúor se exceden en el organismo humano antes de los ocho años, apareciendo efectos adversos, los cuales conocemos como fluorosis dental. A partir de 1945, diversas investigaciones demostraron que si se incorpora flúor al agua en la proporción de una parte de flúor por un millón de partes de agua (1ppm), reduce significativamente la caries dental; estos estudios dieron la pauta para que en países como Reino Unido, Rusia, Canadá, Estados Unidos y Australia se adoptara la fluoruración del agua como una medida importante para mejorar la Salud Pública. En México solo los Mochis Sinaloa y Poblados circunvecinos conectados al sistema de agua potable de esta ciudad cuentan con este beneficio.<sup>2,3</sup>

En 1979, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) en la resolución número 39, estipularon el desarrollo de programas de Fluoruración de la Sal para Consumo Humano. Por tal motivo en nuestro país en 1981 se realizó la fluoruración de la sal y en 1985 la Secretaría de Salud determinó esto como una acción preventiva masiva y prioritaria.<sup>2</sup>

A partir de 2005 la Norma Oficial Mexicana NOM-040-SSA1-1993. Bienes y Servicios, sal yodatada y sal yodatada fluorurada. Especificaciones sanitarias, indica que no deberá consumirse sal de mesa yodatada fluorurada en las entidades federativas donde el agua de consumo humano contenga una concentración natural de flúor igual o mayor a 0.7 partes por millón (ppm). Ya que puede afectar de manera negativa al organismo que la consume.



En nuestro país existen entidades federativas en las cuales el agua contiene niveles naturales de flúor por arriba de 0.7 ppm, nivel que se considera óptimo para la prevención de caries dental, por lo tanto no deben consumirse suplementos de flúor sistémico, las acciones preventivas en estas zonas de la República deberán ser encaminadas a la utilización de flúor tópico.<sup>2</sup>

Para una mejor acción preventiva La Secretaría de Salud implemento un esquema de información en las unidades médicas del país y centros de concentración comunitarios, para que la población conozca qué tipo de sal debería consumir de acuerdo a la zona geográfica en la cual reside. La difusión se realizó a través de carteles informativos y trípticos. Estas acciones se desarrollaron de forma conjunta con la Comisión Federal para la Protección Contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), instancia encargada de informar al comercio establecido el tipo de sal que debe vender.<sup>2</sup>

#### *Niveles óptimos de fluoruro*

En climas fríos los niveles más recomendables de fluoruro pueden llegar a 1.2 ppm, en climas cálidos el nivel recomendable es de 0.7 ppm, mientras que en climas moderados el nivel de fluoruro óptimo es de 1 ppm. Ya que las altas temperaturas aumentan el consumo del agua que contiene flúor, causando un incremento en el moteado.<sup>11</sup>

#### *Mecanismos de acción del flúor*

La administración de flúor se realiza a través de dos vías:

La vía sistémica que es cuando el flúor se distribuye por vía sanguínea mediante la acción sobre la hidroxiapatita ya que en la fase pre-eruptiva la adición de flúor aumenta la concentración de ese ion en la malla cristalina, el ion de flúor sustituye en los cristales del esmalte algunos defectos y deficiencias de los iones de calcio e hidroxilo provocando el crecimiento de cristales de flúor apatita; esto dará como resultado mayor riqueza de esmalte en cristales fluorados.

La vía tópica es de efecto local ya que el flúor se incorpora al esmalte superficial post-eruptivamente desde el ambiente bucal promoviendo así la remineralización de este tejido. La alta concentración de flúor en fluidos orales hace mayormente difícil la disolución de la apatita del esmalte. Pero si a pesar de todo se produce desmineralización del esmalte por caída del pH en presencia de flúor, los iones se difunden a partir de la disolución de hidroxiapatita, se combinan con el flúor y forman una capa superficial mineralizada de flúor apatita con lo cual ocurre la remineralización.<sup>2</sup>

Ambas vías se complementan entre si cuando la administración sistémica tiene efecto tópico mediante

la secreción salival; y la vía tópica se transforma en sistémica cuando los productos aplicados se ingieren indebidamente.

## Clasificación de los fluoruros

### *Fluoruros sistémicos*

Los fluoruros sistémicos son aquellos que ingresan al organismo por vía oral en forma natural o artificial, por medio de diferentes vehículos. Cada país elige su medida de prevención masiva; en México se decidió que el único vehículo para incorporar flúor sistémico al organismo sería la sal; para aquellos pacientes que por su condición patológica no consuman sal con flúor se podrá utilizar flúor en gotas o tabletas; la dosificación se realizara de acuerdo a las referencias farmacológicas internacionales.<sup>2</sup>

### *Fluoruros tópicos*

Este es un preparado farmacéutico fluorurado que se utiliza como medida de protección para evitar la caries dental, con capacidad para disminuir la desmineralización del esmalte promoviendo la remineralización del mismo; este se aplica localmente en la superficie dentaria ejerciendo actividad directa aumentando el proceso natural de captación de fluoruro.

Los mecanismos de acción tópica actúan principalmente en el esmalte recién erupcionado en las zonas más porosas, menos estructuradas, en la lesión blanca por caries, así como en el proceso cariioso avanzado y en dientes con diferentes grados de fluorosis.<sup>2</sup>

## Formación dental

La formación del esmalte es el resultado de una síntesis excepcional y única de proteínas, así como del funcionamiento altamente especializado en el crecimiento y la organización de los cristales de apatita. De todos los tejidos mineralizados, los cristales del esmalte son los más largos y mejor orientados, además de que cuando este tejido es maduro contiene aproximadamente 95% de peso de la mineralización.<sup>9</sup>

El Dr. Luis Aponte de la Universidad de Alabama considero como un factor importante la nutrición de cada individuo como una forma efectiva de mineralización en la dentición durante la etapa pre-eruptiva de los dientes, estudios en relación a la interacción del flúor y la nutrición pre y post eruptiva evidencian la influencia del estado nutricional en la mineralización de los tejidos dentarios.<sup>10</sup>

La exposición prolongada a los fluoruros provoca una gran variación de respuestas en células o tejidos, las células más sensibles del organismo son los ameloblastos. La fluorosis dental se produce cuando gran cantidad de fluoruro se administra mientras los ameloblastos son activos provocando

un trastorno de la calcificación del diente, como consecuencia el diente presenta una apariencia moteada marrón.<sup>12</sup>

Dependiendo de la cantidad de fluoruro el aspecto de la dentición puede variar, el flúor en pequeñas cantidades (1 ppm) mejora la apariencia de los dientes y previene la caries, se puede observar un esmalte duro, blanco, brillante; pero si esta cantidad es mayor (1.7 ppm) produce veteado en diversos grados. Dentro de nuestro organismo existe una gran afinidad por el flúor ya que este es un elemento importante no solo para la dentición sino como para la formación eficiente de huesos. En la corona de los dientes la concentración de flúor es muy alta, ya que en la superficie se encuentra el esmalte, y va disminuyendo progresivamente conforme nos acercamos a la unión amelodentinaria.<sup>13</sup>

La unión amelo-dentinaria contiene 3-4 veces más fluoruro que el esmalte contiguo, la dentina de la corona más cercana a la pulpa muestra un marcado aumento en su concentración de flúor con la edad, mientras que el resto no presenta cambio alguno. En la raíz dental la cantidad de fluoruro del cemento es alto, disminuye a un mínimo en la mitad del espesor de la dentina radicular y aumenta de nuevo cerca de la pulpa hasta un nivel que se iguala con el del cemento.<sup>12</sup>

Desde el punto de vista histopatológico el esmalte que presenta una concentración excesiva de flúor afecta la actividad de los ameloblastos, particularmente la formación de la matriz del esmalte traduciéndose en una hipomineralización de los cristales adamantinos y aumento de los espacios interprismáticos. Estas alteraciones dan lugar a porosidad y fragilidad observadas clínicamente en una dentición dañada.<sup>14</sup>

El esmalte cubre solo la corona del diente, este es de origen epitelial y es el material más duro del cuerpo, cerca del 99% es material inorgánico principalmente fosfato de calcio en forma de cristales de apatita, con 1% de matriz orgánica. La unidad estructural del esmalte es el prisma del esmalte, entre los prismas hay sustancia interprismática; ambos están formados por cristales de apatita en una matriz orgánica. Cada prisma se encuentra perpendicular a la superficie de la dentina y se extiende de la unión dentina esmalte a la superficie del diente. Cada prisma está formado de un solo ameloblasto y tiene alrededor de 6 µg de diámetro.<sup>3</sup>

Los ameloblastos son células productoras del esmalte, de forma cilíndricas, cuyos vértices se alargan para formar las prolongaciones de Tomes, estas prolongaciones forman los prismas donde los cristales alargados de apatita son grandes y se encuentran principalmente paralelos a ellas, en la sustancia interprismática los cristales se encuentran

perpendiculares a la superficie del esmalte. Después que el esmalte se forma y mineraliza del todo, los ameloblastos persisten por un corto periodo como células cúbicas pequeñas, que forman la cutícula que cubre la superficie del esmalte, esta cutícula desaparece al brotar los dientes. Obviamente al perderse los ameloblastos no es posible la formación posterior del esmalte.<sup>3</sup>

#### *Riesgos a la salud*

En mayo de 1908 el Dr. Frederick McKay en Colorado Springs leyó sobre la mancha marrón o mancha de Colorado encontrada en los dientes de los niños de esa ciudad, que ahora sabemos se debe a un consumo excesivo de fluoruros. Fue hasta 1925 cuando lo consultaron las autoridades municipales de Oakley Idaho sobre los dientes moteados que presentaban todos los niños de esa ciudad que bebían agua de pozos subterráneos. Mackay persuadió al ayuntamiento de que consiguiera una fuente de agua más superficial, 7 años después cuando volvió a Oakley para examinar los dientes de los niños y no observo casos nuevos de moteado en el esmalte, supuso que la caries quedaba inhibida por la misma agua que produce el moteado dental. Es importante recalcar que el flúor sigue siendo un complemento indispensable para la salud dental, de hecho si la dieta y el dentífrico no bastan se recetan algunos suplementos de flúor, pero se debe tener cuidado si el agua de la ciudad en que se vive ya tiene este elemento, y si se obtienen de productos naturales, para evitar que el suplemento pueda ser dañino.<sup>14, 15</sup>

#### *Toxicidad*

Dentro de algunos efectos negativos del flúor encontramos la toxicidad, que se ha clasificado en función de la dosis ingerida y del tiempo que ha estado en contacto con el individuo, distinguiéndose entre el más común la intoxicación aguda, con un síndrome característico que acompaña a la toma de altas dosis de fluoruro, así como una serie de alteraciones dentales y esqueléticas que se conocen como las manifestaciones de la intoxicación crónica. La intoxicación crónica se produce por la ingestión de flúor en cantidades excesivas y durante periodos de tiempo prolongados y se manifiesta principalmente en forma de fluorosis dental. Suele observarse principalmente en sujetos que han vivido los primeros años de su vida en poblaciones con aguas potables cuya concentración de flúor supera los 1.7 ppm.<sup>3</sup>

Las manifestaciones patológicas que acompañan a esta intoxicación se atribuyen a la alteración de los ameloblastos que participan en la formación y maduración del esmalte de la corona de los dientes. La exposición crónica a los fluoruros provoca varias respuestas en algunas células o tejidos, las células más sensibles del organismo son los ameloblastos. Cuando la concentración en el agua potable sobrepasa las 1.7 ppm además de las alteraciones

dentales se pueden llegar a presentar signos de fluorosis esquelética, caracterizada por la hipermineralización de los huesos, formación de exostosis y calcificación de los ligamentos y del cartílago, lo que conlleva a deformidades óseas en los casos más graves.<sup>3</sup>

#### *La fluorosis y sus connotaciones psicológicas*

Dentro de la filosofía, la estética busca resarcir el origen y efecto del arte, describe el estudio de la belleza y su respuesta psicológica, en tanto que la belleza es algo placentero que satisface los sentidos. Existen algunos estudios que se basan en la medición del autoestima y la aceptación del problema en aquellos pacientes que serán sometidos a operaciones quirúrgicas para reducir el prognatismo, los estudios se realizan antes y después de la operación, obteniendo un perfil psicológico del paciente y contrastándolos posterior a la cirugía.<sup>9</sup>

Los estudios demuestran que los pacientes se encuentran muy satisfechos con los resultados, sin embargo, su autoestima no cambia significativamente. Teniendo en cuenta el anterior estudio y aplicándolo a la fluorosis dental, se puede concluir que los pacientes construyen su autoestima en edades tempranas, y esta es razón suficiente para que se atienda dicha condición lo antes posible con la finalidad de evitar que se forme un daño emocional permanente en el individuo.<sup>9</sup>

Dentro de las implicaciones clínicas para la odontología la estética es fundamental, donde "estar bien consigo mismo" en un paciente puede incluir no solo el confort, la seguridad y la autoestima en la oclusión, sino que también la armonía, la morfología, el brillo y la coloración de un diente en el individuo.<sup>9</sup>

Medidas preventivas propuestas en la modificación a la norma oficial mexicana nom-013-SSA 2-1994, para la prevención y control de enfermedades bucales, para quedar como, norma oficial mexicana nom-013-SSA2-2006, para la prevención y control de enfermedades bucales

#### *Prevención de enfermedades bucales*

La prevención de las enfermedades bucales en los ámbitos: masivo, grupal e individual, debe orientarse al mejoramiento de hábitos higiénico alimenticios, eliminación de hábitos nocivos funcionales y para funcionales, a la conservación sana de la dentición temporal y permanente, al cuidado integral de la cavidad bucal, a orientar la vigilancia en el consumo y uso adecuado de los fluoruros sistémicos y tópicos; al empleo de las medidas de protección específica, al diagnóstico temprano, tratamiento, rehabilitación y control de estas enfermedades.<sup>18</sup>

## Materiales y métodos

**Tipo de estudio:** Observacional, descriptivo y transversal.

**Universo de trabajo:** Centro Universitario de Ciencias de la Salud de la Universidad de Guadalajara.

**Periodo:** Febrero a Junio de 2013.

**Selección de la muestra:** Censal.

#### *Unidad de análisis*

1) Alumnos de primer ingreso a la licenciatura en cirujano dentista.

#### *Diagnóstico de fluorosis dental*

A) Aplicación de cuestionario a alumnos.

B) Exploración odontológica a los alumnos con base en la clasificación del índice epidemiológico de Dean.

#### *El cuestionario se dividió en tres secciones*

1. Primera sección: Datos Sociodemográficos.

2. Segunda sección: Fuentes de agua para consumo humano.

3. Tercera sección: Índice epidemiológico de Dean.

El estudio se realizó con la ayuda de abatelenguas y una fuente de luz natural, para la identificación de la presencia y el grado de fluorosis dental, con base en el Índice de Deán. Posteriormente se capturó la información en una Base de Datos creada en el programa Microsoft Excel, con el objetivo de procesar y analizar la información para obtener los resultados por medio de frecuencias, media aritmética y porcentajes.

## Resultados

53 alumnos con 18 años; 44 alumnos con 19 años; 19 alumnos con 20 años; 5 alumnos con 21 años; 4 alumnos con 22 años; 1 alumno con 23 años; 1 alumno con 24 años; 1 alumno con 28 años; 1 alumno con 34 años (gráfica 1).

La media aritmética corresponde a 19.16 años, con una mínima 18 y máxima de 34.

El 39% fueron del género masculino y 61% del femenino, (gráfica 2).

El 52.7% de los alumnos evaluados presento fluorosis dental (Fotografías 1, 2, 3 y 4); 31% mostró grado cuestionable; 27.9% con muy leve, 18.6% con leve, 6.2% moderado y solo el 16.3% manifestó esmalte normal (gráfica 3).

El 85.2% de los alumnos vivió en el estado de Jalisco; en Michoacán 3.8%; en Baja California 2.3%; Colima, Distrito Federal y Sonora 1.5%; Estados Unidos, Estado de México, Sinaloa, Nayarit y Guanajuato 0.7%. (cuadro 1)

En Guadalajara y Zapopan se encuentra el mayor número de alumnos con 56.3% y 10% respectivamente. (cuadro 2)

Prevalencia de fluorosis dental según lugar de residencia en la infancia de los alumnos de primer ingreso a la Licenciatura en cirujano dentista. (Municipios del Estado de Jalisco)

La mayor parte de los alumnos encuestados proceden de Guadalajara, de los cuales 12.4% presentan grado cuestionable y 17.1% grado muy leve.

Mientras que en Zapopan 3.1% presentan grado cuestionable, 2.3% grado muy leve; 1.6% con grado leve y moderada; mientras que con grado severo no se encontraron casos.

En los municipios de Chapala, Puerto Vallarta, Tlajomulco, Tlaquepaque y Tonalá se presentaron 1.8% y 2.7% de casos con fluorosis dental, de los cuales el grado de Leve y moderada fueron los más comunes.

En otros municipios como Barra de Navidad, Jocotepec y Ocotlán la fluorosis dental se presenta en un 0.9% siendo el grado de cuestionable el más común.

El 91.5% de los alumnos consumieron agua embotellada, 7.8% agua potable, y 0.8% agua de pozo privado o noria. (gráfica 4)

Dentro de la fluorosis dental presente en los alumnos que consumieron agua embotellada, predominó el grado de Muy Leve con 27.1% y el 13.2% se encontró sano. (cuadro 3)

Mientras que para el agua potable el 3.1% de los casos fueron cuestionables; mientras que Leve y Muy Leve presentan 0.8% y para alumnos sanos el 3.1%.

Para ambos tipos de agua no se encontraron casos de fluorosis dental severa.

El 86.0% consumió agua embotellada, el 13.2% agua potable, y 0.8% agua de pozo privado o noria. (gráfica 5)

Del 86.0% de alumnos que consumieron agua embotellada para cocinar se encontró fluorosis dental en grado de Muy Leve a un 26.4%, en grado Leve 17.8%, con fluorosis Moderada 5.4% y solo 11.6% se presentan sanos. Cuadro 4)

En alumnos que consumieron agua potable para cocinar, 1.6% mostró grado Muy Leve, con 0.8% grado Leve y Moderada; y solo 4.7% se presentan sanos, ningún alumno se presentó grado severo.

El 93.0% consumen agua embotellada para beber, y 7.0% agua potable (gráfica 6).

Del 7% de alumnos encuestados que beben agua potable, el 3.9% presenta grado cuestionable, con grado Muy leve y Leve 0.8%, y 1.6% se presenta sano. (cuadro 5)

Mientras que el 93.0% de alumnos que consumen agua embotellada, 14.7% se encuentran sanos, 27.1% con grado cuestionable y grado muy leve, 17.8% grado leve y 6.2% presentan fluorosis Moderada, en ninguno de los dos tipos de agua se reportaron casos de fluorosis severa.

El 89.1% de los alumnos encuestados utilizan agua embotellada, y 10.9% agua potable (gráfica 7)

En alumnos que consumen agua embotellada 13.2% se presentan sanos, 25.6% con grado cuestionable, 27.1% grado muy leve, 17.8% grado leve y 5.4% grado moderada. (cuadro 6)

De aquellos que consumen agua potable 3.1% se presentan sanos, 5.4% con grado cuestionable, 0.8% con grado muy leve, leve y moderada.

Ningún alumno se presenta con grado severo.

## Discusión

La prevalencia de fluorosis dental en la comunidad estudiantil de la Universidad de Guadalajara fue mayor que en investigaciones previas, ya que se obtuvo un 52.7% de afectación por fluorosis en sus diferentes grados; al comparar los resultados del presente estudio con el de los estudios previos en otras poblaciones se encontró que en el estudio de la UNAM<sup>20</sup> en Iztacala se obtuvo un 14.8%, y en Cuba<sup>21</sup> existe un 1.8%. Por el contrario es menor en referencia a estudios como los de Tabasco<sup>19</sup> donde se encontró una prevalencia de 65%, y en Oaxaca<sup>22</sup> un 64% teniendo en cuenta que este último estudio fue realizado en alumnos de secundaria de 13 a 15 años de edad.

El grado de fluorosis dental cuestionable se presenta en un 31.0% de la población, más común en comparación con los otros estudios.<sup>19, 20, 21</sup> En cuanto a la población sana podemos observar que en el estudio realizado en Tabasco<sup>19</sup> solo el 20% del universo de trabajo se encuentra sano, esto es mayor que en este estudio ya que solo se cuenta con un 16.3% de población estudiada sana.





Cuadro 1. Lugar de residencia en la infancia de los alumnos de primer ingreso a la Licenciatura en Cirujano Dentista.

| Estados          | Numero de alumnos | Porcentaje |
|------------------|-------------------|------------|
| Guanajuato       | 1                 | 0.7        |
| Nayarit          | 1                 | 0.7        |
| Sinaloa          | 1                 | 0.7        |
| Edo. De Mexico   | 1                 | 0.7        |
| Estados Unidos   | 1                 | 0.7        |
| Colima           | 2                 | 1.5        |
| Distrito Federal | 2                 | 1.5        |
| Sonora           | 2                 | 1.5        |
| La Paz           | 3                 | 2.3        |
| Michoacan        | 5                 | 3.8        |
| Jalisco          | 110               | 85.2       |
| Total            | 129               | 100        |

En referencia al grado leve, en este estudio se encontró un 18.6% esto es menor que en Tabasco<sup>19</sup> que fue de 32.5%, pero mayor que en Iztacala de la UNAM<sup>20</sup> con 1.6%, y en Oaxaca<sup>22</sup> con un 9.1%

Con el grado de Muy leve se puede observar que en Iztacala<sup>20</sup> existe un 4.2%, y en Tabasco<sup>19</sup> un 25% esto es menor que en el presente estudio, ya que se obtuvo un 27.9%, pero a su vez es menor que el registrado en Oaxaca<sup>22</sup> (alumnos de 13 a 15 años) con 32.5% de afectación.

Con afectación por grado moderada se tiene registrado un 6.2% esto es mayor que en Oaxaca<sup>22</sup> 4.1% (alumnos de 13 a 15 años).

Dentro del tipo de agua que los alumnos consumieron para beber en la infancia podemos encontrar que el mayor uso es para el agua embotellada con 118 alumnos y para el agua potable es de 10 alumnos, teniendo solo 1 bebiendo agua de pozo privado o noria; mientras tanto el tipo de agua utilizada para cocinar es embotellada con 111 alumnos, para potable es de 17 alumnos, y solo 1 para agua de pozo privado o noria.

De acuerdo con los resultados el número de alumnos que consumen agua embotellada para beber es de 120 estudiantes, muy parecido al número de alumnos que utilizan agua embotellada para cocinar 115; mientras que el agua potable para beber solo la utilizan 9 alumnos y para cocinar 14 porcentaje muy bajo.

En referencia al Índice de Dean y al tipo de agua que consumieron los alumnos en su infancia podemos observar que aquellos alumnos que bebieron

Cuadro 2. Lugar de residencia en la infancia de los alumnos de primer ingreso a la Licenciatura en cirujano dentista. (Municipios del Estado de Jalisco)

| Lugar de residencia en la infancia | Numero de alumnos | Porcentaje |
|------------------------------------|-------------------|------------|
| Ahualulco de mercado               | 1                 | 0.9        |
| Autlan                             | 1                 | 0.9        |
| Ayutla                             | 1                 | 0.9        |
| Barra de navidad                   | 1                 | 0.9        |
| Casimiro castillo                  | 1                 | 0.9        |
| Chapala                            | 2                 | 1.8        |
| Ciudad guzman                      | 3                 | 2.7        |
| Cocula                             | 1                 | 0.9        |
| Degollado                          | 1                 | 0.9        |
| Etzatlan                           | 1                 | 0.9        |
| Guadalajara                        | 62                | 56.3       |
| Ixtlauacan del rio                 | 1                 | 0.9        |
| Jocotepec                          | 1                 | 0.9        |
| Ocotlan                            | 1                 | 0.9        |
| Puerto Vallarta                    | 2                 | 1.8        |
| San diego quitupán                 | 1                 | 0.9        |
| San miguel cuyutlan                | 1                 | 0.9        |
| San miguel el alto                 | 1                 | 0.9        |
| Talpa de allende                   | 1                 | 0.9        |
| Tapalpa                            | 1                 | 0.9        |
| Tecalitlan                         | 1                 | 0.9        |
| Tecolotlan                         | 1                 | 0.9        |
| Tequila                            | 2                 | 1.8        |
| Tiajomulco                         | 3                 | 2.7        |
| Tiaquepaque                        | 2                 | 1.8        |
| Tomatlan                           | 1                 | 0.9        |
| Tonalá                             | 2                 | 1.8        |
| Tuxcueca                           | 1                 | 0.9        |
| Villa corona                       | 1                 | 0.9        |
| zapopan                            | 11                | 10         |

agua embotellada presentan con mayor frecuencia los grados de Cuestionable y muy leve, en menor grado el leve y moderada; mientras que el alumno que refiere haber consumido agua de pozo privado o noria presenta grado cuestionable, siendo esto relevante ya que está establecido que la cantidad máxima de flúor es de 1.5 mg/L en el agua de abastecimiento público<sup>23</sup> y 0.7 mg/L como máximo para agua embotellada,<sup>24</sup> mientras que en un pozo privado es relativamente difícil establecer el

Cuadro 3. Tipo de agua que consumieron los alumnos de primer ingreso en su infancia y Grado de Fluorosis dental.

| Tipo de agua            | Índice de Fluorosis Dental de Dean |             |              |             |           |             |           |             |          |            |
|-------------------------|------------------------------------|-------------|--------------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|----------|------------|
|                         | Sano Normal                        | %           | Cuestionable | %           | Muy leve  | %           | Leve      | %           | Moderada | %          |
| Potable                 | 4                                  | 3.1         | 4            | 3.1         | 1         | .8          | 1         | .8          | 0        | .0         |
| Embotellada             | 17                                 | 13.2        | 35           | 27.1        | 35        | 27.1        | 23        | 17.8        | 8        | 6.2        |
| Pozos privados o norias | 0                                  | .0          | 1            | .8          | 0         | .0          | 0         | .0          | 0        | .0         |
| <b>Total</b>            | <b>21</b>                          | <b>16.3</b> | <b>40</b>    | <b>31.0</b> | <b>36</b> | <b>27.9</b> | <b>24</b> | <b>18.6</b> | <b>8</b> | <b>6.2</b> |

Cuadro 4. Tipo de agua que consumieron para cocinar en su infancia los alumnos de primer ingreso y grado de fluorosis dental.

| Tipo de agua            | Índice de Fluorosis Dental de Dean |             |              |             |           |             |           |             |          |            |
|-------------------------|------------------------------------|-------------|--------------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|----------|------------|
|                         | Sano Normal                        | %           | Cuestionable | %           | Muy Leve  | %           | Leve      | %           | Moderada | %          |
| Potable                 | 6                                  | 4.7         | 7            | 5.4         | 2         | 1.6         | 1         | .8          | 1        | .8         |
| Embotellada             | 15                                 | 11.6        | 32           | 24.8        | 34        | 26.4        | 23        | 17.8        | 7        | 5.4        |
| Pozos privados o norias | 0                                  | .0          | 1            | .8          | 0         | .0          | 0         | .0          | 0        | .0         |
| <b>Total</b>            | <b>21</b>                          | <b>16.3</b> | <b>40</b>    | <b>31.0</b> | <b>36</b> | <b>27.9</b> | <b>24</b> | <b>18.6</b> | <b>8</b> | <b>6.2</b> |

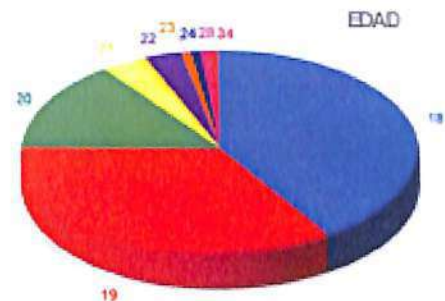
porcentaje de flúor que este contiene pudiendo ser mayor que el establecido en las normas.

En cuanto al lugar de residencia en la infancia de los 129 alumnos encuestados tenemos que el 85.2% pertenecen al estado de Jalisco (110 alumnos) y con 3.8% (5 alumnos) los estados de Michoacán, Baja California remiten a 3 alumnos; mientras que los estados de Colima, Distrito Federal y Sonora presentan 2 alumnos, con solo 1 alumno se encuentran los estados de Guanajuato, Nayarit, Sinaloa y Estado de México; de igual manera tenemos presente a los Estados Unidos con 1 alumno; teniendo como referencia el índice de Dean podemos encontrar que en la zona metropolitana de Guadalajara hay un gran número de alumnos con fluorosis dental en algún grado, de los 54 alumnos 17 presentan grado cuestionable, 22 grado muy leve, 13 con grado leve y 3 con grado moderada. Mientras que en Zapopan se encuentran 4 alumnos con grado cuestionable, 3 con grado muy leve, y con grado leve y moderada 2 alumnos.

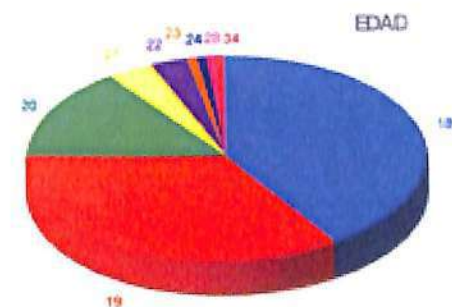
### Conclusiones

El universo de trabajo se formó la totalidad de alumnos de primer ingreso a la Licenciatura en Cirujano Dentista.

Predominó en el estudio la presencia de alumnos con la mayoría de edad. El sexo femenino fue el más frecuente.



Gráfica 1. Distribución por edades de los alumnos de primer ingreso a la Licenciatura en Cirujano Dentista



Gráfica 2. Frecuencia y porcentaje por sexo de los alumnos de primer ingreso a la Licenciatura en Cirujano Dentista

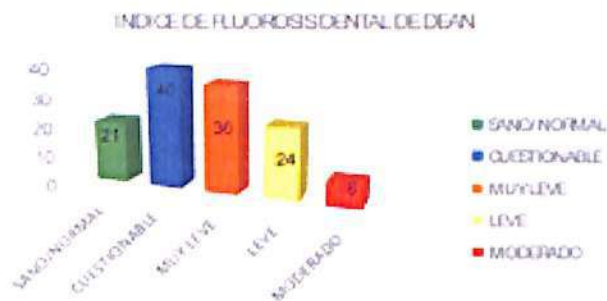


Cuadro 5. Tipo de agua que consumen actualmente para beber los alumnos de primer ingreso por grados de fluorosis dental.

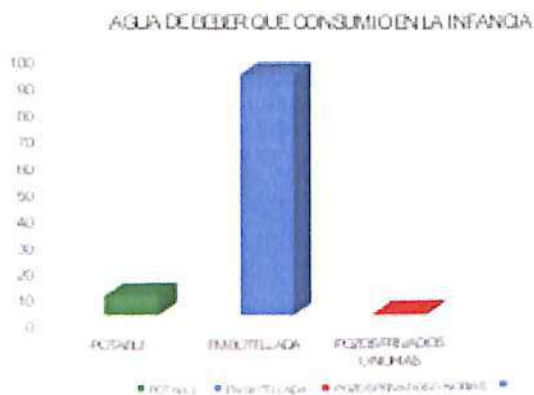
| Tipo de Agua | Índice De Fluorosis Dental De Dean |      |              |      |          |      |      |      |          |     |
|--------------|------------------------------------|------|--------------|------|----------|------|------|------|----------|-----|
|              | Sano Normal                        | %    | Cuestionable | %    | Muy leve | %    | Leve | %    | Moderada | %   |
| Potable      | 2                                  | 1.6  | 5            | 3.9  | 1        | .8   | 1    | .8   | 0        | .0  |
| Embotellada  | 19                                 | 14.7 | 35           | 27.1 | 35       | 27.1 | 23   | 17.8 | 8        | 6.2 |
| Total        | 21                                 | 16.3 | 40           | 31.0 | 36       | 27.9 | 24   | 18.6 | 8        | 6.2 |

Cuadro 6. Tipo de agua que los alumnos de primer ingreso consumen actualmente para cocinar por grados de fluorosis dental.

| TIPO DE AGUA | Índice de Fluorosis Dental de Dean |      |              |      |          |      |      |      |          |     |
|--------------|------------------------------------|------|--------------|------|----------|------|------|------|----------|-----|
|              | Sano Normal                        | %    | Cuestionable | %    | Muy leve | %    | Leve | %    | Moderada | %   |
| Potable      | 4                                  | 3.1  | 7            | 5.4  | 1        | .8   | 1    | .8   | 1        | .8  |
| Embotellada  | 17                                 | 13.2 | 33           | 25.6 | 35       | 27.1 | 23   | 17.8 | 7        | 5.4 |
| Total        | 21                                 | 16.3 | 40           | 31.0 | 36       | 27.9 | 24   | 18.6 | 8        | 6.2 |



Gráfica 3. Prevalencia de fluorosis dental en los alumnos de primer ingreso a la Licenciatura en Cirujano Dentista.



Gráfica 4. Tipo de agua que consumieron los alumnos de primer ingreso en su infancia.

AGUA QUE CONSUMIÓ PARA COCINAR EN SU INFANCIA

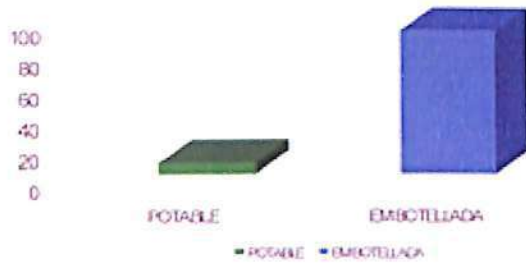


Gráfica 5. Tipo de agua que consumieron para cocinar los alumnos de primer ingreso en su infancia.

La prevalencia de fluorosis dental en la población estudiada fue elevada con más de la mitad de la población total, siendo el grado cuestionable el más común, y solo una décima parte de la población se presenta en grado sano.

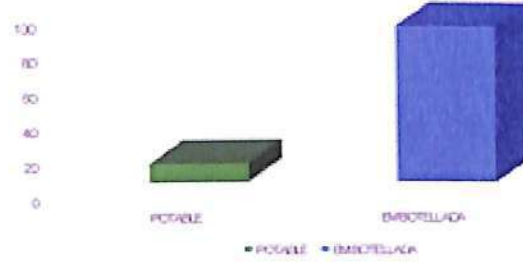
En referencia al agua de beber que los alumnos consumieron en su infancia y en la actualidad predomina el agua embotellada, el agua que utilizaron para cocinar en su infancia y que utilizan actualmente en su mayoría es embotellada, solo uno refirió haber utilizado en su infancia agua de pozo privado o noria para beber y cocinar.

AGUA DE BEBER QUE CONSUME ACTUALMENTE



Gráfica 6. Tipo de agua que consumen actualmente los alumnos de primer ingreso a la Licenciatura en Cirujano Dentista.

AGUA QUE CONSUME ACTUALMENTE PARA COCINAR



Gráfica 7. Tipo de agua que los alumnos de primer ingreso consumen actualmente para cocinar.

## Referencias bibliográficas

- Medina Solís C. E., Maupomé G., Ávila Burgos L., Pérez Núñez R., Pelcastre Villafuerte B., Pontigo Loyola A. Políticas De Salud Bucal En México: Disminuir Las Principales Enfermedades. Una Descripción. Rev. Biomed (2006). Disponible en: <http://www.revbiomed.uady.mx/pdf/rb061745.pdf>
- Vera Hermosillo H., Córdova Villalobos J. A., Ramírez Aguilar M., Tenorio Maldonado J. J., Gasca Aboites J., Mireles Belmonte A. Manual Para El Uso De Fluoruros Dentales En La República Mexicana (2006). Disponible en: <http://www.programassociales.org.mx/sustentos/Veracruz834/archivos/Manual-Uso-de-Fluoruros-dentales.pdf>
- Echeverría García J. J., Pumarola Suñé J. El Manual De Odontología. España: MASSON - SALVAT (1994).
- Madhavan N., Subramanian V., Fluoride Concentration in River Waters Of South Asia Current Science (2001). Disponible en: <http://www.iisc.ernet.in/currensci/may252001/1312.pdf>
- Espinosa Fernández R., Barragán Osorio V. N., Santoyo Nuño J. E., Odontología Actual Año II Número 9 Noviembre- Diciembre (1995).
- Luciana Castro da Cunha, Avaliação dos efeitos tóxicos da Mascagnia rígida em ratos. Estudo anatomopatológico. Comparação entre metodologias cromatográficas para detecção do fluoroacetato de sódio. Tesis São Paulo, (2008). Disponible en: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10133/tde-28052008-100702/es.php>
- Rivas G, Huerta V. Fluorosis Dental: Metabolismo, Distribución Y Absorción De Fluoruros. Revista De Asociación Dental Mexicana (2005). Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2005/od056d.pdf>
- Gómez Santos G., Gómez Santos D., Martín Delgado M. Flúor y fluorosis dental. Pautas para el consumo de dentífricos y aguas de bebida en Canarias (2002).
- Espinosa Fernández R., Valencia Hitte R., Ceja Andrade I., Fluorosis Dental. Etiología, Diagnóstico y Tratamiento. Ed. Ripano 1ª Ed. Madrid (2012).
- Pérez Patiño T. de J. González Castañeda M., Scherman Leño R. L., Medina Aguilar S. Análisis Ambiental de la Concentración de Flúor en el Agua de Consumo Humano y Riesgo de Fluorosis Dental en los Niños de 6 a 12 Años de Edad de Mexicacán Jalisco. Tesis CUCBA (2002). Disponible en: [http://biblioteca.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5225/Perez\\_Patino\\_Teresa\\_de\\_Jesus.pdf?sequence=1](http://biblioteca.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5225/Perez_Patino_Teresa_de_Jesus.pdf?sequence=1)
- América Latina Noticias Dentales ALND. Febrero- Abril (2002).
- García Romero J. S. Introducción A La Metodología De Investigación Médica Interdisciplinaria UNAM, México (1998).
- Eversole R Lewis Patología Bucal Diagnóstico y Tratamiento, editorial panamericana, (1991)
- Malvin E. Ring. Historia Ilustrada De La Odontología, Mosby/ Doyma Libros, Barcelona España (1989).
- Briseño Cerda J. M. Historia De La Fluoruración, Importancia Histórica; Revista ADM Vol. LVII, No. 5 Septiembre-Octubre (2001). Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2001/od015i.pdf>
- Maller. Mecanismos Y Cómo Actúa El Flúor En La Prevención De Caries. Ed Manual Moderno (1992) México, D.F.
- Finn S.B. Odontología Pediátrica, Ed Interamericana 1985 4ª Ed. Méx. D.F. Secretaría de Salud Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SSA2-1994, para la Prevención y Control de Enfermedades Bucales. Para Quedar como Norma Oficial Mexicana NOM-013-SSA2-2006. Para la Prevención y Control de Enfermedades Bucales. Disponible en: [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5063213&fecha=08/10/2008](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5063213&fecha=08/10/2008)
- Bulnes L, Ramón Frias T., Bermúdez Ocaña D., Juárez Rojop I., Borbolla Sala M., Piña Gutiérrez O. Identificación De Fluorosis Dental En Una Población Estudiantil Universitaria En El Estado De Tabasco. Secretaría De Salud México (2008). Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/487/48711373003.pdf>
- Jiménez Férrez J., Esquivel Hernández R. I., Prevalencia de caries y fluorosis dental en alumnos de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México (2005- 2011). Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2013/od134d.pdf>
- Zacca González G., Sosa Rosales M., Mojáber de la Peña A. Situación de Salud Bucal de la Población Cubana. Estudio Comparativo Según Provincias, (1998).
- Sosa Velasco T. A. Fluorosis dental en escolares de Oaxaca México. (2011). Disponible en: <http://digibug.ugr.es/bitstream/10481/24443/1/20167428.pdf>
- Secretaría de Salud Norma oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994. Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamiento a que debe someterse el agua para su potabilización. Disponible en: [http://www.siaqa.gob.mx/sites/default/files/norma\\_oficial.pdf](http://www.siaqa.gob.mx/sites/default/files/norma_oficial.pdf)
- Secretaría de Salud Norma Oficial Mexicana NOM-041-SSA1-1993. Bienes Y Servicios. Agua Purificada Envasada. Especificaciones Sanitarias. Disponible en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/041ssa13.html>
- Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, Secretaría de Salud (1987).



# Fluorosis dental y opciones terapéuticas

Edgar Alejandro Palafox Ibarra  
Cirujano Dentista, Universidad Autónoma de Nuevo León.

Sergio Eduardo Nakagoshi Cepeda  
Doctorado Investigación Odontológica en el Tercer Milenio, Universidad de Granada, España.

Rosa Isela Sánchez Nájera  
Doctorado Investigación Odontológica en el Tercer Milenio, Universidad de Granada, España.

Jaime Adrián Mendoza Tijerina  
Doctorado Investigación Odontológica en el Tercer Milenio, Universidad de Granada, España.

Hilda Hortencia Hermelinda Torre Martínez  
Doctorado Investigación Odontológica en el Tercer Milenio, Universidad de Granada, España.

## Resumen

**L**a Fluorosis Dental es un padecimiento al que está expuesta más del 60% de la población mundial, en donde el mayor riesgo de desarrollar FD existe en niños menores de 8 años de edad. Se revisará la literatura para evaluar las clasificaciones más usadas de Fluorosis Dental, además de las distintas opciones terapéuticas. El índice Dean ha sido utilizado con buenos resultados, pero no hace distinciones claras de los grados de FD al hacerlo de manera muy básica. El índice TF clasifica de una manera más amplia y específica, permite evaluar desde los primeros signos de FD hasta los más severos. Opciones terapéuticas: La técnica de microabrasión es una herramienta muy útil, además de generar resultados excelentes para los casos de severidad leve y moderada. El blanqueamiento con microabrasión ha sido utilizado de manera exitosa en casos leves y moderados, dejando una superficie más fuerte y más resistente. Las carillas de resina son excelentes opciones en casos severos, además de ser un procedimiento sencillo.

Ambos índices son herramientas útiles para clasificar la FD, pero se recomienda usar el índice TF debido a su amplia clasificación, ya que toma en cuenta la calidad y no solo la cantidad del esmalte afectado. Con esto se podrá brindar un plan de tratamiento efectivo. Dentro de la terapéutica, se ha reportado que la microabrasión, y la microabrasión junto con blanqueamiento son eficaces para tratar los casos

leves a moderados; y para niveles severos, las carillas de resina son una opción con excelentes resultados estéticos.

**Objetivo:** Se revisará la literatura para evaluar las clasificaciones más usadas de Fluorosis Dental, además de las distintas opciones terapéuticas.

**Materiales y Métodos:** Se realizó una búsqueda sistemática en el portal de Pubmed, utilizando como criterios de búsqueda los siguientes términos: Dental Fluorosis, TF Index, Dean Index, Dental Fluorosis Treatment y se extrajo la información de cada estudio de manera individual.

**Palabras Clave:** Fluorosis Dental, índice Dean, Índice TF

## Introducción

La Fluorosis Dental (FD) es un padecimiento al que está expuesta más del 60% de la población mundial (Levy, 2003), en ciertas poblaciones afectando de 12 a un 44% (Vilasrao et al, 2014), mientras que en Brasil lo padece alrededor de un 39% (Narvai et al, 2013). El mayor riesgo de desarrollar FD existe en niños menores de 8 años de edad. En incisivos permanentes el periodo con más riesgo de desarrollo es entre los 15 y 30 meses de edad (Clark y Slayton, 2014).

La FD es una afección irreversible causada por la ingesta excesiva de Fluoruro de más de 1ppm a largo plazo durante el desarrollo dental (Wang et al, 2012), y da como resultado la hipomineralización y porosidad de la subsuperficie entre los lóbulos de esmalte en desarrollo.

Esta afección varía en severidad, desde blancas opacidades en casos leves, hasta decoloraciones más severas color café y negras, o hasta depresiones en el esmalte (Atia y May, 2013).

El principal factor de riesgo causante de FD que ha sido documentado a lo largo del tiempo, es el agua fluorada (Farid, et al 2012) en mayor medida, y productos dentales que contienen fluoruro en segunda instancia (Lee W, et al, 2014; Esan A et al, 2014; Evans et al, 2014; Satygo, 2014).

A pesar de existir medidas para la reducción de esta afección desde los años 60 (McInnes, 1966), aún existe desconcierto en cuanto a las opciones





terapéuticas de acuerdo a cada caso de FD, donde la examinación clínica y el diagnóstico correcto se convierte en una parte vital para tratar esta afección (Atia y May, 2013).

Las diferentes opciones terapéuticas para la FD son la microabrasión, macroabrasión, blanqueamiento, coronas, carillas y resinas (Farid H. et al, 2012).

Al ser una afección dental bastante común a nivel mundial y debido a la escasa información acerca de las opciones terapéuticas a la FD de acuerdo a su severidad, se llevó a la tarea de realizar este artículo de Revisión.

## Clasificaciones

### *Índice Dean*

Este índice fue elaborado por Trendley Dean en el año de 1934 (Roziar Rg, 1994), clasifica a la FD en distintos niveles: sano; leve, moderado y severo. Cada uno de estos niveles indica la severidad de FD observada en esmalte (González-Solís JL, 2014).

Este índice se ha utilizado en distintas poblaciones para determinar la concentración de fluoruro en el agua potable (Minoguchi G., 1973), así como también se han realizado estudios epidemiológicos en distintos países. (Freire et al, 2014; Narvai PC et al, 2013).

### *Ventajas*

Se han desarrollado estudios utilizando este índice debido a su simplicidad y fácil manejo de la clasificación, y tienen un respaldo de más de 50 años de uso a nivel mundial. Estos estudios pueden ser llevados a cabo junto con métodos de diagnóstico más precisos y detallados (González-Solís et al, 2014) donde se busca detectar a la FD en sus etapas más incipientes, así como monitorear su evolución.

### *Desventajas*

Este índice ha sido criticado debido a que los criterios no son tan claros en algunas categorías, o carecen de sensibilidad, particularmente en casos de fluorosis Severa (Roziar, Rg, 1994). Se realizó un estudio comparativo del índice Dean con TF, el cual verificó los valores Kappa para los errores de los intraexaminadores, donde el resultado fue más favorable para el índice TF. En este estudio se encontraron dificultades en el índice Dean al evaluar las categorías "dudosa" y "leve" (Mabelya et al, 1994).

El índice Dean es de los más utilizados a nivel mundial y desde más de 50 años, dentro de las desventajas es que su clasificación no hace tantas distinciones de los grados de FD y lo hace de manera muy básica; aún así es una manera muy simple y eficaz de catalogar los grados de FD en su forma leve y moderada.

## Índice Thylstrup y Fejerskov

El índice Thylstrup y Fejerskov (TF) clasifica a la Fluorosis Dental basado en su apariencia clínica, con valores de 0 a 9, permitiendo la determinación de la forma de más leve a la más severa. En un valor de 0, el esmalte representa su translucidez normal, valores más altos determinan mayor severidad del problema, en donde valores de 1 al 4 denotan mayor grado de opacidad sin pérdida de estructura del esmalte; valores de 5 o más denotan mayor grado de pérdida de esmalte externo (Adelário et al, 2010). El índice TF ha sido usado ampliamente a lo largo de los años, y sigue siendo una herramienta muy útil en la actualidad.

Recientemente, distintos estudios han analizado la relación de la severidad y prevalencia de caries y la FD en comunidades endémicas (Narbutaitė et al, 2014; Costa et al, 2013; Do et al, 2014).

### *Ventajas*

Se han elaborado estudios comparando el índice TF y Dean, dando como resultado la misma prevalencia de FD, pero con variaciones en cuanto a los valores de severidad. Generalmente los resultados más precisos se encontraron con el índice TF (Burger P. et al, 1987). Además, el índice TF resulta más atractivo para los odontólogos y epidemiólogos, ya que corresponde de una manera muy cercana los cambios que ocurren en la FD con los observados en las concentraciones de fluoruro del esmalte, dando una validez biológica (Roziar Rg, 1994).

### *Desventajas*

La técnica original para valorar la FD según Thylstrup, requería una profilaxis previa, lo cual incrementa el tiempo necesario para realizar el diagnóstico, por lo cual se considera una desventaja.

El índice TF es una herramienta muy útil para clasificar de una manera más amplia, sensible y específica a la FD, permite evaluar desde los primeros signos de FD hasta los más severos dependiendo de la localización y el grado de afectación.

## Opciones terapéuticas

### *Microabrasión*

La técnica de microabrasión con agentes químicos ha sido utilizada desde hace tiempo para la eliminación de pigmentos del esmalte (Bharath, et al., 2014; Pandey et al, 2013). Este consiste en la abrasión selectiva de áreas descoloridas o en hacer cambios estructurales de una manera selectiva (Bertoldo et al, 2014) aplicando un grabado ácido leve en combinación con aplicación de un instrumento rotatorio abrasivo mediano (Bassir y Bagheri, 2013) eliminando algunos milímetros de



estructura dentaria y defectos en la coloración, con esto mejorando la apariencia del diente, además de mejorar su resistencia frente a la caries en comparación con la superficie original (Balan B. et al, 2013). Este tratamiento solo puede ser usado cuando la lesión se encuentra confinada a la región más externa (Sundfeld, 2014) y ha demostrado reducción en las opacidades y manchas, además de mostrar una reducción del área ocupada por las opacidades con el uso de ácido clorhídrico al 18% en casos de fluorosis leve y moderada (Sinha, 2013).

Además de los resultados estéticos del uso de microabrasión, los beneficios reportados también incluyen impacto psicológico en los pacientes afectados (Santa-Rosa, 2014).

#### *Blanqueamiento y microabrasión*

Se han elaborado protocolos para el tratamiento de FD para índices Fejerskov 1-7, en donde se ha utilizado el blanqueamiento como primera opción, y en otra terapéutica, la utilización de la microabrasión junto al blanqueamiento dental llevando a mejores resultados clínicos (Castro, 2014). Este último, como tratamiento para la FD moderada han sido llevado a cabo exitosamente tanto con blanqueamiento en casa (Pontes, 2012; Castro, 2014; Jain et al, 2014), como en blanqueamientos llevados a cabo en el consultorio dental con Peróxido de Hidrogeno al 35% (Shanbhag, 2013; Tau y Kurthy, 2010; Bertasconi et al, 2008; Knösel, 2008).

El blanqueamiento con microabrasión ha sido utilizado de manera exitosa en casos leves y moderados, siendo efectivo en la reducción de manchas y opacidades, dejando una superficie más fuerte y más resistente.

#### *Carillas de resinas*

El tratamiento para FD severa muy difícilmente puede ser tratado con los tratamientos convencionales de blanqueamientos y microabrasión antes mencionados, por lo cual la técnica más utilizada en estos casos es la colocación de carillas de resina, la cual genera resultados aceptables para casos severos a largo plazo (Shafiei et al, 2014; Williams et al, 2012).

Un estudio realizó este protocolo, colocando carillas de Resinas compuestas en 20 pacientes con FD, mostrando excelentes resultados después de 7 años, además de una excelente adaptación y gran fuerza mecánica (Xu et al, 2012).

Las carillas de resina son excelentes opciones terapéuticas a casos severos de FD, siendo accesibles a la población y a las comunidades, además de ser un procedimiento sencillo.

Ambos índices, Dean y TF son herramientas muy útiles para clasificar la FD, pero si se trata de ser precisos, se recomienda usar el índice TF debido a su amplia clasificación, detectando desde las afecciones más incipientes de FD hasta las más severas tomando en cuenta la calidad y no solo la cantidad del esmalte afectado. Con esto se podrá brindar un plan de tratamiento efectivo y accesible para los pacientes. En lo que respecta a la terapéutica, se ha reportado que la microabrasión y la microabrasión junto con blanqueamiento son eficaces para tratar los niveles de FD de leves a moderados; y para niveles severos, las carillas de resina son una opción viable y con excelentes resultados estéticos a largo plazo.

### **Conclusión**

Los índices de Dean y TF son herramientas útiles para clasificar la FD, pero se recomienda utilizar el índice TF debido a su amplia clasificación, ya que toma en cuenta la calidad y no solo la cantidad del esmalte afectado. Con esto se podrá brindar un plan de tratamiento efectivo. Dentro de la terapéutica, se ha reportado que la microabrasión, y la microabrasión junto con blanqueamiento son eficaces para tratar los casos leves a moderados; y para niveles severos, las carillas de resina son una opción con excelentes resultados estéticos.

## Referencias bibliográficas

- 1.-Levy SM. An Update on fluorides and fluorosis. *J Can Dent Assoc* 2003; 69: 286-91.
- 2.-Clark MB, Slayton RL; Section on Oral Health. Fluoride use in caries prevention in the primary care setting. *Pediatrics*. 2014;134(3):626-633.
- 3.-Wang C, Gao Y, Wang W, Zhao L, Zhang W, Han H, Shi Y, Yu G, Sun D. A national cross-sectional study on effects of fluoride-safe water supply on the prevalence of fluorosis in China. *BMJ Open*. 2012;2(5).
- 4.-Baian B, Madanda Uthaiiah C, Narayanan S, Mookalamada Monnappa P. Microabrasion: an effective method for improvement of esthetics in dentistry. *Case Rep Dent*. 2013.
- 5.-Adelário AK, Vilas-Novas LF, Castilho LS, Vargas AM, Ferreira EF, Abreu MH. Accuracy of the simplified Thylstrup & Fejerskov index in rural communities with endemic fluorosis. *Int J Environ Res Public Health*. 2010;7(3):927-937.
- 6.-González-Solis JL, Martínez-Cano E, Magaña-López Y. Early detection of dental fluorosis using Raman spectroscopy and principal component analysis. *Lasers Med Sci*. 2014.
- 7.-Minoquchi G. Table of fluoride concentrations (PPM) in drinking water corresponding to CFI (community fluorosis index-Dean) values in different annual temperature zones. Report for the symposium on fluorosis at Hyderabad, India 3-5, Oct. 1974. *Kyoto Daigaku Kokukagakaku Kiyo*. 1973;13(1,2):25-34.
- 8.-Clark MB, Slayton RL; Section on Oral Health. Fluoride use in caries prevention in the primary care setting. *Pediatrics*. 2014;134(3):626-633.
- 9.-Atia GS, May J. Dental fluorosis in the paediatric patient. *Dent Update*. 2013;40(10):836-839.
- 10.-Farid H, Khan FR. Clinical management of severe fluorosis in an adult. *BMJ Case Rep*. 2012:2012.
- 11.-McInnes J. Removing brown stain from teeth. *Ariz Dent J*. 1966;15:12(4):13-15.
- 12.-Bharath KP, Subba Reddy VV, Poornima P, Revathy V, Kambalimath HV, Karthik B. Comparison of relative efficacy of two techniques of enamel stain removal on fluorosed teeth. An in vivo study. *J Clin Pediatr Dent*. 2014;38(3):207-213.
- 13.-Lee W, Spiekerman C, Heima M, Eggertsson H, Ferretti G, Mlgrom P, Nelson S. The Effectiveness of Xylitol in a School-Based Cluster-Randomized Clinical Trial. *Caries Res*. 2014(21);49(1):41-49.
- 14.-Esan A, Folayan MO, Egbelade GO, Oyedele TA. Effect of a school-based oral health education programme on use of recommended oral self-care for reducing the risk of caries by children in Nigeria. *Int J Paediatr Dent*. 2014.
- 15.-Evans A, Leishman SJ, Walsh LJ, Seow WK. Inhibitory effects of children's toothpastes on *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sanguinis* and *Lactobacillus acidophilus*. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2014.
- 16.-Satygo. [Efficacy of the caries preventive agents in children during mixed dentition period]. *Stomatologija (Mosk)*. 2014;93(4):58-60.
- 17.-Vilasrao GS, Kamble KM, Sabat RN. Child Fluorosis in Chhattisgarh, India: A Community-based Survey. *Indian Pediatr*. 2014(8);51(11):903-905.
- 18.-Narvai PC, Antunes JL, Frias AC, Soares Mda C, Marques RA, Teixeira DS, Frazão P. [Dental fluorosis in children from São Paulo, Southeastern Brazil, 1998-2010]. *Rev Saude Publica*. 2013;47 Suppl 3:148-153.
- 19.-Freire Mdo C, Reis SC, Gonçalves MM, Balbo PL, Leles CR. [Oral health in 12 year-old students from public and private schools in the city of Goiânia, Brazil]. *Rev Panam Salud Publica*. 2010;28(2):86-91.
- 20.-Narbutaitė D, Virtanen JI, Vehkalahti MM. Variation in fluorosis and caries experience among Lithuanian 12 year olds exposed to more than 1 ppm F in tap water. *J Investig Clin Dent*. 2014.
- 21.-Costa Sde M, Abreu MH, Vargas AM, Vasconcelos M, Ferreira e Ferreira E, Castilho LS. Dental caries and endemic dental fluorosis in rural communities, Minas Gerais, Brazil. *Rev Bras Epidemiol*. 2013;16(4):1021-1028.
- 22.-Do LG, Miller J, Phelan C, Sivaneswaran S, Spencer AJ, Wright C. Dental caries and fluorosis experience of 8-12-year-old children by early-life exposure to fluoride. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2014;42(6):553-562.
- 23.-Bertoldo C, Lima D, Fragoso L, Ambrosano G, Aguiar F, Lovadino J. Evaluation of the effect of different methods of microabrasion and polishing on surface roughness of dental enamel. *Indian J Dent Res*. 2014;25(3):290-293.
- 24.-Castro KS, Ferreira AC, Duarte RM, Sampaio FC, Meireles SS. Acceptability, efficacy and safety of two treatment protocols for dental fluorosis: a randomized clinical trial. *J Dent*. 2014;42(8):938-944.
- 25.-Pontes DG, Correa KM, Cohen-Carneiro F. Re-establishing esthetics of fluorosis-stained teeth using enamel microabrasion and dental bleaching techniques. *Eur J Esthet Dent*. 2012;7(2):130-137.
- 26.-Shanbhag R, Veena R, Nanjannawar G, Patil J, Hugar S, Vagrati H. Use of clinical bleaching with 35% hydrogen peroxide in esthetic improvement of fluorotic human incisors in vivo. *J Contemp Dent Pract*. 2013;14(2):208-216.
- 27.-Sundfeldt RH, Sundfeldt-Neto D, Machado LS, Franco LM, Fagundes TC, Briso AL. Microabrasion in tooth enamel discoloration defects: three cases with long-term follow-ups. *J Appl Oral Sci*. 2014;22(4):347-354.
- 28.-Sinha S, Vorse KK, Noorani H, Kumaraswamy SP, Varma S, Surappaneni H. Microabrasion using 18% hydrochloric acid and 37% phosphoric acid in various degrees of fluorosis - an in vivo comparison. *Eur J Esthet Dent*. 2013;8(3):454-465.
- 29.-Bassiri MM, Bagheri G. Comparison between phosphoric acid and hydrochloric acid in microabrasion technique for the treatment of dental fluorosis. *J Conserv Dent*. 2013;16(1):41-44.
- 30.-Jain N, Gupta A, Shrivastava V, Mahajan S, Mishra R, Sharma A. Integrating techniques to re-establish dentogingival esthetics. *Int J Esthet Dent*. 2014;9(4):526-535.
- 31.-Tau L, Kurlthy R. Minimally invasive treatment of brown spot fluorosis. *Dent Today*. 2014;33(5):140,142-143.
- 32.-Beriassoni LE, Martin JM, Torno V, Vieira S, Rached RN, Mazur RF. In-office dental bleaching and enamel microabrasion for fluorosis treatment. *J Clin Pediatr Dent*. 2008;32(3):185-187.
- 33.-Santa-Rosa TT, Ferreira RC, Drummond AM, De Magalhães CS, Vargas AM, Ferreira E, Ferreira E. Impact of aesthetic restorative treatment on anterior teeth with fluorosis among residents of an endemic area in Brazil: intervention study. *BMC Oral Health*. 2014;13:4:52.
- 34.-Knösel M, Altin R, Becker K, Altin T. A randomized CIE L\*a\*b\* evaluation of external bleaching therapy effects on fluorotic enamel stains. *Quintessence Int*. 2008;39(5):391-399.
- 35.-McGrady MG, Eliwood RP, Maguire A, Goodwin M, Boothman N, Pretty IA. The association between social deprivation and the prevalence and severity of dental caries and fluorosis in populations with and without water fluoridation. *BMC Public Health*. 2012(28):12:1122.
- 36.-Shafiei F, Tavangar M, Alavi A. Direct esthetic rehabilitation of teeth with severe fluorosis: a case report. *J Dent (Shiraz)*. 2014;15(1):44-7.
- 37.-Pandey P, Ansari AA, Moda P, Yadav M. Enamel microabrasion for aesthetic management of dental fluorosis. *BMJ Case Rep*. 2013(11);2013.
- 38.-Xu SP, Luo XP, Shi YJ. Esthetic restoration for anterior teeth with the hot pressed porcelain laminate veneers. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue*. 2012;21(5):572-5.
- 39.-Williams C, Malhoira A, Taneja VK, Kiran R, Babu R. Enhancing white and pink esthetics using porcelain laminates in a fluorosis patient. *J Contemp Dent Prac*. 2012(1);13(4):571-3.
- 40.-Rozier RG. Epidemiologic indices for measuring the clinical manifestations of dental fluorosis: overview and critique. *Adv Dent Res*. 1994;8(1):39-55.
- 41.-Burger P, Cleaton-Jones P, du Plessis J, de Vries J. Comparison of two fluorosis indices in the primary dentition of Tswana children. *Community Dent Oral Epidemiol*. 1987;15(2):95-97.
- Pereira AC, Moreira BH. Analysis of three dental fluorosis indexes used in epidemiologic trials. *Braz Dent J*. 1999;10(1):29-37.



# La caries, gingivitis, periodontitis y la maloclusión siguen siendo las afecciones estomatológicas más frecuentes en la población

Lucio López Martínez<sup>1</sup>, María del Carmen Gracia Cortés<sup>2</sup>, Alejandra Wendoly Hernández Rodríguez<sup>1</sup>, Efraín Mejuyael Sánchez Sierra<sup>3</sup>, María Argelia López Luna, Sergio Hugo Sánchez Rodríguez<sup>4</sup>.

1 Estudiante de Maestría en Ciencias Biológicas. Unidad Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Zacatecas.

2 Médico Cirujano Dentista. Docente Investigador. Unidad Académica de Odontología. Universidad Autónoma de Zacatecas.

3 Estudiante de Licenciatura en Biología. Unidad Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Zacatecas.

4 Doctor en Ciencias. Laboratorio de Biología Celular. Unidad Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Zacatecas.

## Correspondencia:

✉ [smdck@hotmail.com](mailto:smdck@hotmail.com)

Dr. Sergio Hugo Sánchez-Rodríguez. Fernando Villalpando # 80. Col. Ramón López Velarde. Guadalupe, Zacatecas. 98600, México.

## Resumen

Las enfermedades de cavidad bucal abarcan diversas manifestaciones como son trastornos del desarrollo dental, gingivitis, afecciones periodontales, maloclusión, entre otras. Estas patologías que alteran el estado bucal de las personas son debidas a factores genéticos, ambientales, socioculturales, económicos, de comportamiento, de atención a la salud y de malos hábitos en la higiene. La atención continua bucal de los pacientes es de gran importancia para el diagnóstico odontológico, ya que permite prevenir y corregir las enfermedades bucales desde sus inicios. El objetivo del presente estudio fue determinar la prevalencia de las afecciones estomatológicas durante el periodo comprendido del año 2008 al 2012 en el Estado de Zacatecas, México.

**Metodología:** Se recopilaron los datos de 7328 pacientes pertenecientes al Estado de Zacatecas, así como 131 pacientes de otros Estados que asistieron a consulta en la Clínica Multidisciplinaria de la Unidad Académica de Odontología de la Universidad Autónoma de Zacatecas.

**Resultados:** En los años analizados, el sexo femenino predominó respecto a afecciones bucales (62.05%), siendo los municipios de Guadalupe, Zacatecas y Fresnillo los de mayor registro de pacientes de un total de 39 municipios del Estado de Zacatecas, México. Se encontraron dos rangos de edades con mayor número de registro, uno de 15 a 24 años y otro de 36 a 46 años de edad. Las principales patologías encontradas fueron caries, gingivitis, periodontitis, maloclusión, pulpitis irreversible, fluorosis y terceros molares retenidos.

**Conclusiones:** La caries es el principal padecimiento odontológico que afecta a la población Zacatecana y otras entidades foráneas, le sigue la gingivitis, periodontitis y maloclusión, existiendo una tendencia ascendente en el número de casos con afecciones bucales.

**Palabras Clave:** Afecciones bucales, caries, gingivitis, periodontitis, maloclusión.



This article is available from:  
[www.archivosdemedicina.com](http://www.archivosdemedicina.com)



Caries, gingivitis, periodontitis and malocclusion are the most common oral diseases in the population

## Abstract

Oral diseases include various forms such as dental development disorders, gingivitis, periodontal diseases, and malocclusion, between others. These pathologies that alter the oral condition of people are due to genetic, environmental, economic, behavioral, health care and poor hygiene. The continuous attention of the patient's mouth is of great importance by dental diagnosis by allowing oral disease prevention and correction from the beginning. Objective: Determine the prevalence of dental diseases in the period 2008 to 2012 in the State of Zacatecas, Mexico.

**Methodology:** Data were collected from patients 7328 from the Estate of Zacatecas, also patients 131 were from other states, and all of patients were attended the consultation in the Clinic Multidisciplinary in the Academic Unit of Dentistry.

**Results:** In the analyzed period, the female predominance regarding oral conditions (62.05%), the locations with more patient record were Guadalupe, Zacatecas and Fresnillo with a total of 39 locations in the State of Zacatecas, Mexico. There were two age ranges with the highest number of dates, one of 15 to 24 years old and 36 to 46 years old. The most common pathologies founded were caries, gingivitis, periodontitis, malocclusion, Irreversible pulpitis, fluorosis, and retained third molars.

**Conclusions:** The caries is the main dental condition that affects Zacatecas's people and other states, followed by gingivitis, periodontitis, and malocclusion, there an upward trend in the number of cases with oral diseases.

**Keywords:** Oral diseases, caries, gingivitis, periodontitis, malocclusion.

## Introducción

La salud en general, es fundamental en los seres humanos, dentro de ella la salud bucal juega un rol importante y cualquier alteración puede influir en el bienestar general de los individuos. Dentro de las principales enfermedades que afectan a la población mundial, se consideran a las enfermedades de la cavidad bucal, esto debido a su alta incidencia y prevalencia en la población en general, siendo la caries y las enfermedades periodontales las más prevalentes según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) [1, 2].

La Caries dental es el principal padecimiento odontológico en el mundo y afecta entre el 95 al 99% de la población mundial, está presente tanto en países desarrollados como en países en vías de desarrollo, siendo una enfermedad multifactorial que implica la interacción entre los dientes, la saliva, la microbiota oral, factores del huésped, la dieta, higiene bucal, educación oral, escasos recursos económicos, seguimiento de atención odontológica, al igual que campañas de prevención [3-6]. La caries se incrementa o tiende a ocurrir en grupos con nivel socioeconómico bajo, nuevos migrantes y niños, incrementándose y disparándose debido a los cambios

demográficos en todo el mundo [7]. La caries como enfermedad primaria se caracteriza por una avanzada destrucción del órgano dentario causada por excesiva acumulación de colonias bacterianas, los signos de cariado y desmineralización dental pueden observarse a simple vista sobre los tejidos dentales duros, el proceso de caries se inicia dentro de la biopelícula bacteriana (placa dental) con la que converge la superficie del diente [6], esta enfermedad bucal también está relacionada a la ingesta alta de carbohidratos y azúcares dentro de la dieta diaria [8].

Las enfermedades periodontales se definen como un grupo de lesiones que afectan los tejidos que rodean y dan soporte a la cavidad de las piezas dentales, y también pueden deberse a la ausencia de piezas dentales, de estructuras dentales supernumerarias, maloclusión, fracturas y la forma de los mismos [9], estas afecciones bucales están consideradas como un problema de salud pública tanto a nivel nacional como mundial [10, 11], la población con mayor riesgo de sufrir estas afecciones son niños y adolescentes. Por otra parte, recientemente en nuestro país se ha realizado un estudio que refleja una alta prevalencia de la enfermedad periodontal como es la gingivitis (inflamación de las encías), detectándose



en edades tempranas (12-18 años), su mayor relevancia es que puede transformarse en periodontitis, dicha enfermedad caracterizada además por inflamación de las encías, hay edema, sangrado, cambios en el contorno, movilidad dentaria y pérdida de inserción en hueso [12]. Es por ello que en los casos extremos de esta enfermedad se pierden las piezas dentarias, no por caries o algún traumatismo, sino por la falta de inserción en su respectivo hueso alveolar.

Todos los organismos presentan mecanismos de defensa común para mantener un equilibrio entre agresión y salud en general, en el caso de la cavidad bucal, el equilibrio puede romperse si aumenta la cantidad y virulencia de las bacterias o al reducirse la capacidad de defensa de los tejidos [3]. Cada vez que se consumen alimentos se producen ácidos orgánicos que dan lugar a la desmineralización de los dientes que es rápidamente compensada por componentes neutralizantes y remineralizantes del hospedador, estableciéndose un equilibrio fisiológico constante, así, al consumir alimentos de manera constante que contengan un alto contenido de azúcares, se da lugar a periodos prolongados de gran acidez que contribuirán a la formación de placa dentobacteriana y con ello la proliferación de especies bacterianas capaces de desarrollarse en pH ácidos y con una gran producción de ácidos que alteran el esmalte de los dientes [3], todo esto aunado a una mala higiene bucal, el aspecto socio económico, cultural, el consumo de alcohol y tabaco que conducen a problemas de salud bucal. [13-16]. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue determinar la prevalencia de las afecciones estomatológicas durante el periodo comprendido del año 2008 al 2012 en el Estado de Zacatecas, México.

## Material y Métodos

**Lugar de estudio:** se analizaron 7459 (131 casos fueron de otros Estados) expedientes de pacientes que asistieron a la consulta odontológica en la Clínica Multidisciplinaria de Zacatecas (CLIMUZAC), perteneciente a la Unidad Académica de Odontología de la Universidad Autónoma de Zacatecas. El estado de Zacatecas cuenta con un total de 58 municipios, con una población total de 1, 490, 668 habitantes [17].

**Equipo de trabajo:** la Clínica Multidisciplinaria de Zacatecas cuenta con unidades dentales e instrumental clínico básico (espejos dentales, exploradores, cucharillas de dentina, pinzas de curación, sondas odontológicas, guantes, mascarillas, algodonera, y otros materiales desechables), autoclaves, equipo auxiliar de diagnóstico: equipo de rayos X, quirófano, laboratorio dental y sala de recuperación. Se dispuso de material necesario para la toma de biopsias para aquellos casos en que el diagnóstico debía ser confirmado mediante estudio

histopatológico. El instrumental no desechable fue previamente esterilizado [7].

**Análisis bucal:** los pacientes fueron sometidos a interrogatorio y exploración física bucal por personal especializado.

**Historial clínico:** la historia clínica empieza a desarrollarse con el interrogatorio o anamnesis que fue llenado con: fecha de ingreso, folio, nombre del paciente, género, edad, lugar y fecha de nacimiento, estado civil, ocupación, teléfono, domicilio, escolaridad, la persona responsable del paciente, médico que lo atendió, módulo, unidad, turno, padecimiento actual, antecedentes familiares, antecedentes personales no patológicos, antecedentes personales patológicos e interrogatorio por aparatos y sistemas del organismo.

**Signos y Síntomas:** el reporte de los signos y síntomas de cada paciente se realizó mediante técnicas exploratorias directas o indirectas. Las directas constan de: inspección, palpación olfación, percusión y auscultación, por otro lado las indirectas constan de diagnósticos complementarios. Entre ellos se encuentran las técnicas de diagnóstico por imagen (radiografías), los análisis bioquímicos (sangre, saliva) y las técnicas invasivas como biopsias.

**Corrección de afecciones:** una vez hecho el diagnóstico, se atendió a cada paciente siguiendo los procedimientos odontológicos específicos para cada tipo de alteración bucal.

**Procesamiento de los datos obtenidos de cada paciente:** el estudio es retrospectivo transversal descriptivo. Los datos obtenidos de cada paciente se plasmaron en una computadora utilizando el programa Excel®, se tomaron en cuenta para nuestro estudio los criterios de inclusión como son el año y mes en que se atendieron, la edad, el género, municipio y estado, así como su diagnóstico y su correspondiente número de expediente clínico.

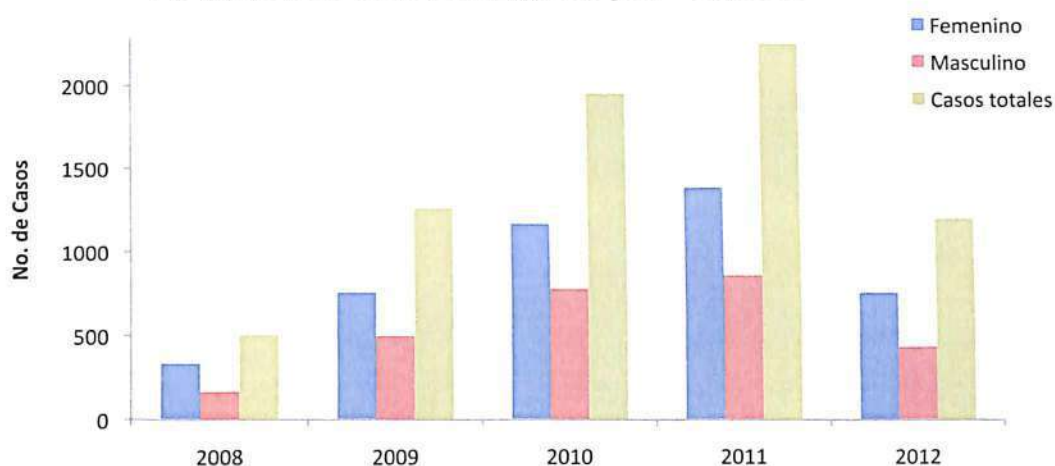
## Resultados

### Alteraciones de la Cavidad Oral por género

Los datos de 7459 pacientes del Estado de Zacatecas (de los cuales 131 casos pertenecen a otros Estados), con su historial clínico y tratamiento, fueron analizados y procesados de manera estadística durante el periodo de Enero 2008 a Agosto 2012, donde se observó que en todos los años analizados la mayoría de los pacientes son del sexo femenino (62.05%) y el resto del género masculino (37.95%), observando un mayor número de atenciones odontológicas durante los años 2010 y 2011 (**Gráfica 1**).



### Atenciones Odontológicas por Género



Gráfica 1. Afecciones odontológicas por genero 2008-2012.

### Atenciones odontológicas registradas por Municipio

En el año 2008 los municipios con mayor número de casos fue Zacatecas con el 51.9%, Guadalupe con el 25.9% y Fresnillo con el 3.94%, para el año 2009 encontramos los municipios anteriores en igual orden: Zacatecas, Guadalupe y Fresnillo excepto por el numero de casos con un 42.9%, 34.04% y 4.03% respetivamente, sin embargo en el año 2010 Guadalupe presentó el mayor numero de casos registrados con el 42.7%, Zacatecas con el 33.55% y Fresnillo con 4.7%, para el año 2011 Guadalupe, Zacatecas y Fresnillo fueron los municipios con mayor indice de casos registrados representando el 43.2%, 34.7% y 3.15% respectivamente, y para el año 2012 tanto Guadalupe, Zacatecas, Calera y Fresnillo continuan con el mayor número de casos registrados (42.04%, 33.6%, 3.91%, 3.75% respectivamente) (Gráfica 2).

### Atenciones odontológicas por edades

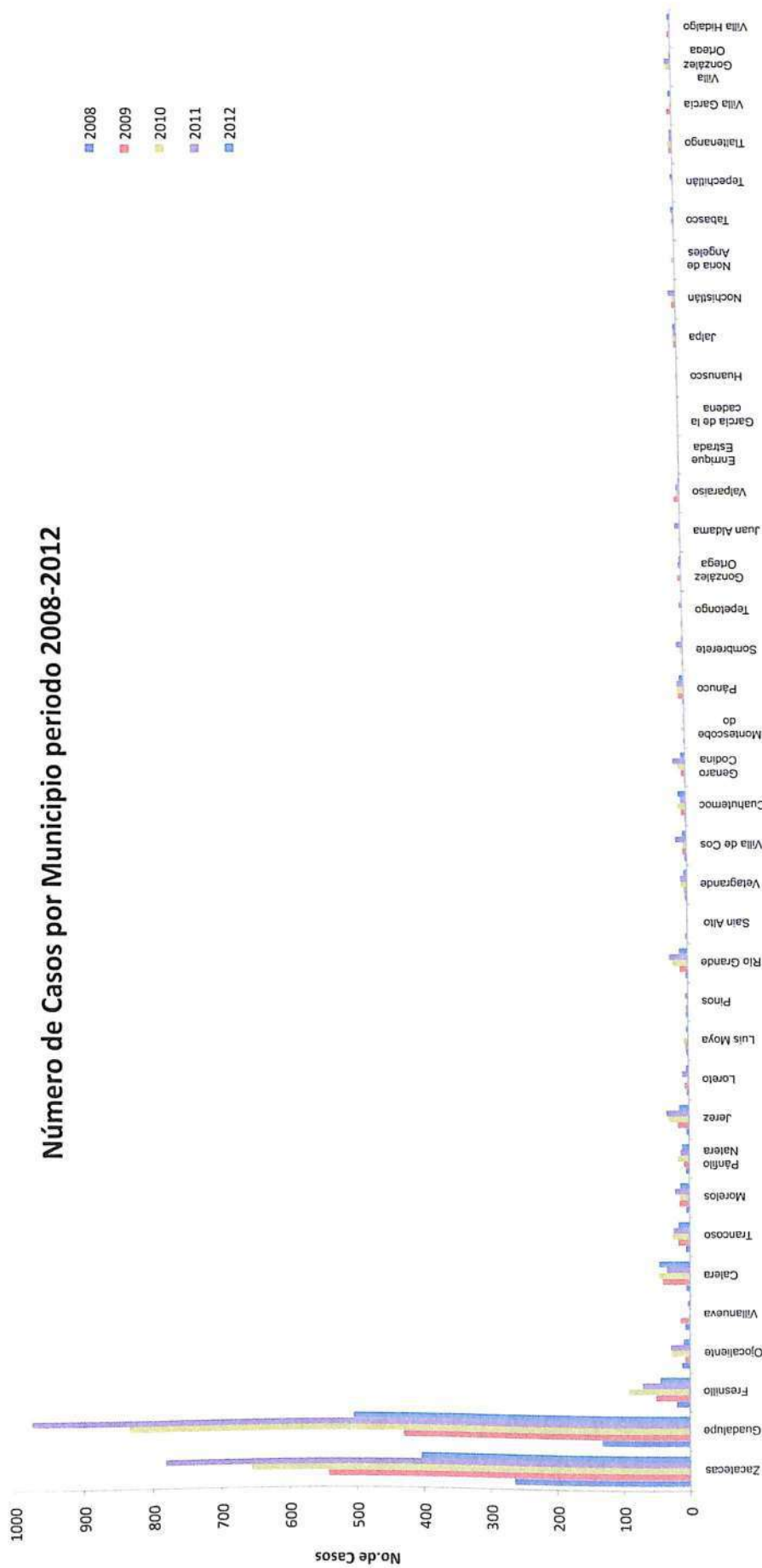
Las edades con un mayor numero de atenciones odontológicas se encuentran entre dos rangos de edad, uno con mayor incidencia es entre los jóvenes con edades que oscilan entre los 15-24 años de edad, y el segundo rango que podemos denominar como adultos jóvenes que oscilan entre los 36-46 años. Las edades encontradas en el año 2008 con mayor número de incidencia son entre los 36-46 años y entre los 15-24

años de edad, mientras que las edades con mayor número de casos registrados durante el 2009 abarcan entre los 15-26 años, seguidos por 27-38 y 39-50 años de edad, para el año 2010 las edades con mayor frecuencia de casos registrados fue de 14-25 y 37-48 años, en 2011 las edades entre las que se registran el mayor número de casos son: 13-23, 24-33 y 34-44 respectivamente, y ya en el 2012 las edades con mayor prevalencia se sitúan en los mismos rangos entre 14-23 años y 24-34 años (Gráfica 3).

### Patologías bucales con mayor Incidencia

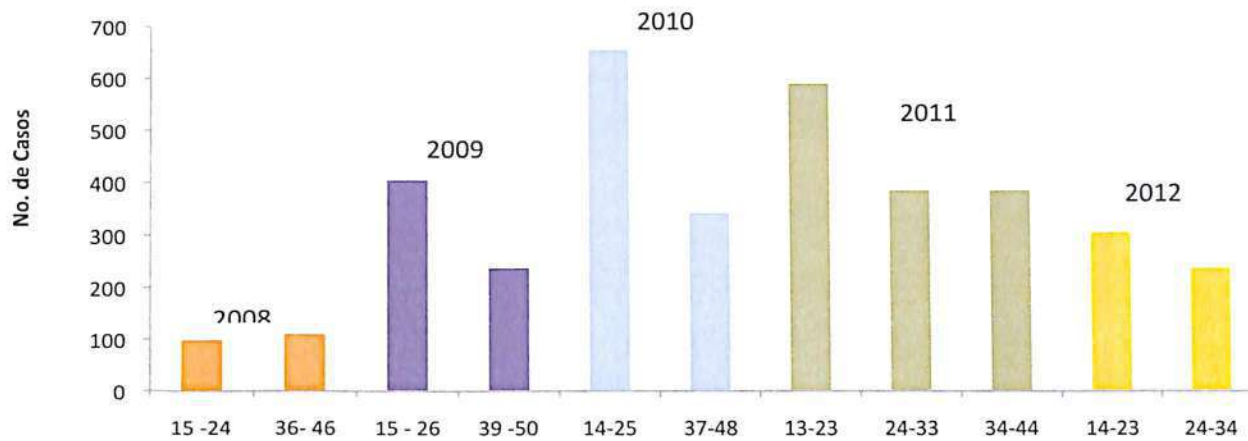
Las patologías de la cavidad oral con mayor número de incidencia de casos registrados durante los años evaluados son: caries, periodontitis, gingivitis, maloclusión, pulpitis irreversible, fluorosis y terceros molares retenidos, entre otros menos frecuentes pero no por ello menos importantes. Los padecimientos observados durante el año 2008 fueron: caries con 43.9%, periodontitis con 22.8% y gingivitis con 10.2%, en el año 2009 los principales padecimientos fueron caries, periodontitis y gingivitis con 39.43%, 16.25% y 11.63% respectivamente, para el año 2010 y 2011 al igual que en los años anteriores tanto caries, gingivitis y periodontitis continúan siendo los padecimientos con mayor prevalencia, en el año 2012 los padecimientos con mayor incidencia persisten excepto por los valores que presentan: caries con 36.83%, periodontitis con 14.23% y gingivitis con 11.48%.





Gráfica 2. Atenciones odontológicas por municipio durante el 2008-2012.

Atenciones Odontológicas por edad durante el 2008-2012



Gráfica 3. Atenciones odontológicas por edad durante el 2008-2012.

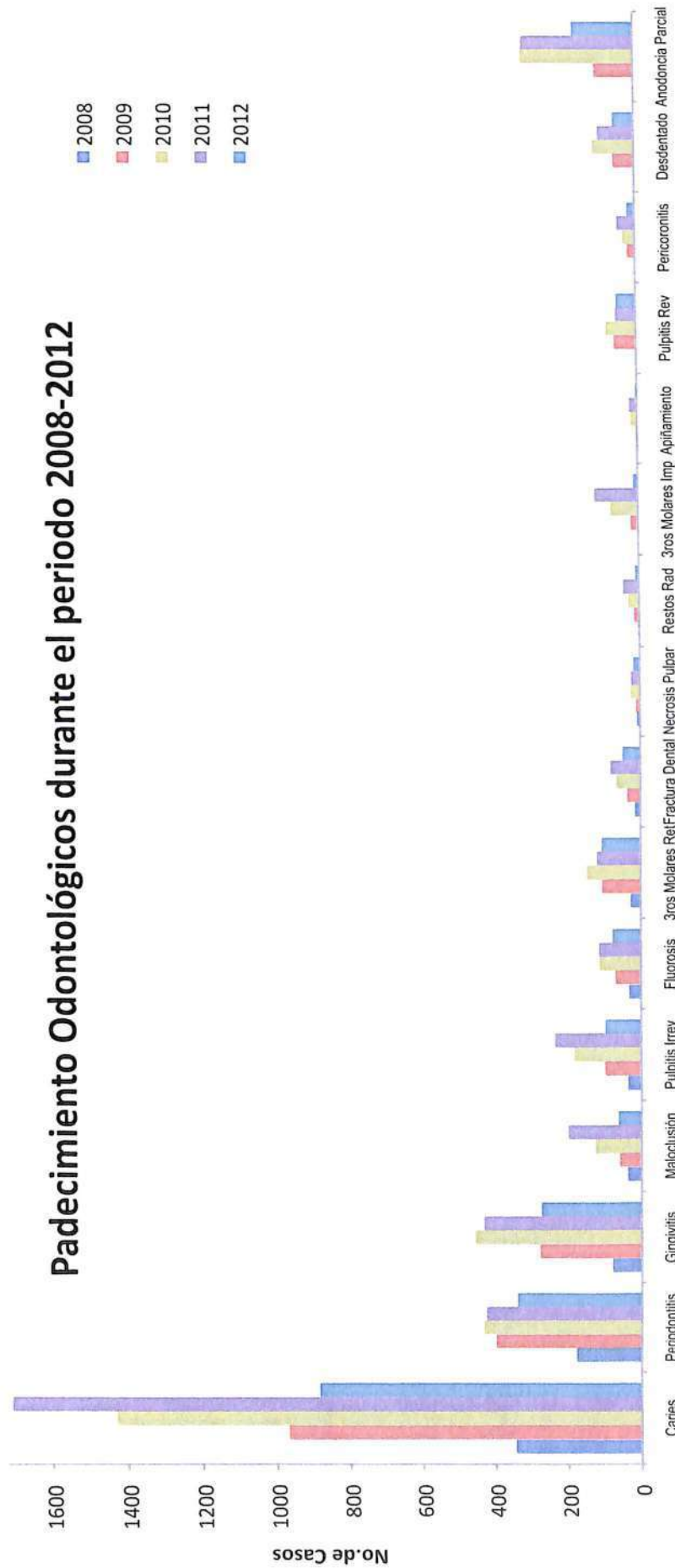
De los 7459 pacientes atendidos, 131 casos fueron de otros estados que se atendieron bajo los mismos parámetros que los casos pertenecientes al estado, estos fueron clasificados como "foráneos", donde encontramos a la caries, la gingivitis y la periodontitis como los principales padecimientos odontológicos en el mismo orden que los encontrados en el estado de Zacatecas, **Grafica 5**.

## Discusión

La cavidad bucal juega un papel fundamental en nuestro organismo debido a que es la entrada de los alimentos, lugar donde inicia la digestión de éstos cumpliendo funciones importantes tanto para el sistema digestivo, respiratorio y fonético. Siendo una cavidad húmeda, es propicia para el desarrollo de bacterias que pueden dar origen a diversas patologías que afectan la estructura de los dientes si no se tienen hábitos de higiene adecuados [8, 12, 16]. Debido a ello, en este estudio se analizó el tipo de afecciones bucales que se encuentran con mayor presencia entre la población zacatecana durante el periodo comprendido del año 2008 al 2012. En este estudio se tomaron en cuenta además el número de casos atendidos por género, el número de casos por municipio y las edades con mayor índice de padecimientos odontológicos.

Durante el periodo 2008-2012, un total de 7459 (131 pertenecientes a otros estados "foráneos") casos fueron analizados, encontrando que el 62.05% de los registros corresponden al sexo femenino y el 37.95% restante son casos masculinos; esta diferencia puede deberse a que las mujeres acuden con mayor frecuencia a recibir atención por razones de estética, tienen mejores hábitos de higiene, son más responsables y la mayor parte de la población es femenina; sin embargo estudios recientes atribuyen que existe mayor prevalencia de caries en mujeres por diversos factores entre los que se encuentran la erupción dental a una edad más temprana que en hombres, cambios hormonales sobre todo el aumento de estrógenos en ciertas etapas como la pubertad, embarazo (pérdida de calcio debido al producto) [18], y menopausia, donde el flujo de saliva en la mujer se ve afectado originando un mayor riesgo a desarrollar caries [19]. Antropólogos de la Universidad de Oregon en Estados Unidos explican que el aumento de caries en las mujeres está relacionado a procesos evolutivos, aumento de la fertilidad, cambios en la dieta, siendo los cambios hormonales un factor clave en el desarrollo de la misma [5].

Al observar el número de casos atendidos por municipio, observamos que los municipios con mayor número de casos fueron Zacatecas, Guadalupe y Fresnillo, debido posiblemente a que estos municipios son los que tienen un mayor número de habitantes en el estado de Zacatecas, de acuerdo con lo reportado por INEGI en el 2010 [17].



Gráfica 4. Padecimientos odontológicos durante el periodo 2008-2012





Gráfica 5. Padecimientos odontológicos Foraneos durante el periodo 2008-2010.

Los rangos de edades que encontramos con mayor prevalencia son entre los 14-24 y 34-48 años de edad con tendencias similares para todos los años evaluados, nuestros resultados coinciden con estudios realizados en diversos países como Estados Unidos, Filipinas, China, Taiwan, Brasil, Perú, México, Reino Unido, Norway, Palestina, India, Colombia; donde la población de 6-14 años (edad promedio) presenta índices más altos de problemas dentales principalmente caries, porcentajes que van desde el 50-90% comparado con el resto de la población, tanto en India y China la edad promedio en adultos con mayor prevalencia de caries es entre 35-44 años, rango que coincide con las edades que encontramos en nuestro estudio. De acuerdo con la OMS el 60-90% de los escolares en todo el mundo tienen caries y 188 países reportan que la edad promedio con mayor incidencia en caries es de 12 años [1].

Encontramos que la caries es la patología con mayor prevalencia en el estado de Zacatecas con un 43.9%, seguido por los problemas de periodontitis y gingivitis, estos datos coinciden con otros estudios publicados por De la Fuente-Hernández, Kaur, Arrieta y Bagramian donde determinaron que la caries es uno de los principales padecimientos de la cavidad oral en la población a nivel mundial [4, 6, 12, 20-22]. Cuando aparecen los problemas de caries, la periodontitis y gingivitis se presentan posteriormente, estas alteraciones

de la cavidad oral se hacen presentes debido a los múltiples factores que contribuyen en la aparición de esta patología como los malos hábitos de higiene dental (donde el cepillado es deficiente, el no usar hilo dental con regularidad, no uso de enjuague bucal, no consultar regularmente al odontólogo entre otros), falta de servicios de salud, el bajo ingreso de las familias, el abandono personal, la deficiencia nutricional, la falta de educación oral, consumo de alimentos que tienden a pegarse a los dientes, consumir altas cantidades de azúcares, comer alimentos ácidos, entre otros factores que contribuyen al desarrollo de las mismas [4, 20, 21]. Se conoce que cerca del 80% de los adultos en Estados Unidos padecen caries o periodontitis (Institute of National Oral Health) [23]. Los problemas de salud bucal afectan a toda la población a nivel mundial y también se deben a diversos factores como pertenecer a un grupo socioeconómico bajo [5, 7, 16], factores individuales como el tamaño y disposición de la mandíbula, inmunodeficiencias, cantidad y calidad de la saliva, cantidad y tipo de bacterias, mala higiene bucal y uso de flúor, edad, entre otros [24]. La alta prevalencia de caries que se presenta en el mundo entero afecta entre el 95 al 99% de la población, y la sitúa como principal causa de pérdida de dientes, debido a que 9 de cada 10 personas presentan la enfermedad o las secuelas de ésta, que tiene su comienzo al principio de la vida y progresa con la edad [5].



## Conclusiones

La caries es el principal padecimiento odontológico que afecta a la población Zacatecana y otras entidades federativas en México, le sigue la gingivitis, periodontitis y maloclusión, existiendo una tendencia ascendente en el número de casos con afecciones bucales.

Los problemas mencionados con anterioridad, se pueden disminuir si la salud bucal se convierte en un hábito de higiene que debe comenzar desde pequeños, y continuar durante toda la vida sin perderse o dejarse de lado en ningún mo-

mento de ella, sin embargo no toda la gente cuenta con una buena educación y/o salud bucal, por tales motivos encontramos diferentes tipos de alteraciones en los dientes, algunas que son de mayor persistencia en ciertas edades y otras que se relacionan a las condiciones ambientales y socio-culturales. Este problema se agudiza más en las comunidades rurales en comparación con las grandes ciudades, reflejo de una mala educación, falta de sitios de atención odontológica y problemas económicos.

## Bibliografía

1. Lezana, F. Perfil Epidemiológico de la salud Bucal en México 2010. México Distrito Federal SINAVE/DGE/SALUD. 2011, 17-21.
2. Vipin, A., Manish, K., Guljot, S., Geeti, G, CM, M., Vimal, K. Prevalence of Periodontal Diseases in India. Journal of Oral Health Community Dentistry 2010, 4 (Supl.) 7-16.
3. Nolasco, T. Actualidad Odontológica y Salud. Perfil de salud enfermedad bucal en población de 6 a 18 años del distrito de Cáceres 2009. Online. <http://www.actualidadodontologica.com/0908/articulo2.shtml>.
4. Bragamian, R., Garcia, F., Volpe, A. The global increase in dental caries: A pending public health crisis. American Journal of Dentistry 2009, 21 (1) 1-6.
5. Chetti, A., Ruiz, D., Romero, H. Estudio de la prevalencia de lesiones de caries en piezas dentarias anteriores y su relación con variables epidemiológicas. Comunicaciones científicas y tecnológicas Universidad Nacional del Noreste, 2005. 107.
6. Paulo, F. Epidemiology of dental Caries. When structure and context matter. Public Health 2012, 26 (Spec. Iss. 1) 108-14.
7. Arrieta, V., Osorio, C., Morales, P., Rivera, V., Diaz, C. Prevalencia de caries y enfermedad Periodontal en estudiantes del programa de odontología de la Universidad de Cartagena en el segundo periodo de 2007. Universidad de Cartagena Facultad de Odontología Cartagena de Indias. 2007. 1-73.
8. Seguen, H., Arpizar, Q., Chavez, G., López, M., Coureaux, R. Epidemiología de la caries en adolescentes de un consultorio odontológico Venezolano. 2010. 42-48.
9. Ibraheim, I. Awad periodontal Disease prevalence and some related factors among 15 years old school children in Khartoum State, Sudan. Sudanese Journal of Public Health 2010, 4 (5) 187-192.
10. Pulido, R., Gonzalez, M., Rivas, M. Enfermedad Periodontal e indicadores de higiene bucal en estudiantes de secundaria Cartagena, Colombia. Enfermedad Periodontal. Salud Publica 2011; 5 (13) 844-852.
11. OMS. Salud Bucodental. Nota informativa No. 318. 2012. Online <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs318/es/index.html#content>.
12. Sanchez, M., Roman, V., Dávila, M., Gonzalez, P. Salud bucal en pacientes adultos mayores y su asociación con la calidad de vida. Revista de especialidades Médico-Quirúrgicas 2011; 16 (2) 110-115.
13. Pino, H., Rosales, A., Cruz, F., Leal, O. Periodontopatías en pacientes alcohólicos. Correo científico médico de Holguín. 2008. 1-8.
14. Ortega, M., Mota-Sanhua, V., Lopez-Vivanco, JC. Estado de salud bucal en adolescentes de la ciudad de México. Rev. Salud pública. 2007; 9 (3): 380-387.
15. Lopez, MLA., Murrieta-Pruneda, J., Teodoro, P. Prevalencia y factores de riesgo asociados a enfermedad periodontal en preescolares de la ciudad de México. Gac Med Mex. 2005; 141 (3): 185-189.
16. Jung, K., Lindsey, K., Hazem, A., Seirawan, B., Eileen, M.C. Prevalence of Oral health Problems in U.S. adults NHANES 1999-2004. Exploring differences by age, education, and race/ethnicity. Special Care Dentistry Association and Wiley Periodicals 2012; 32 (6).
17. INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2010. Online. [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx).
18. Rodríguez, C., Hilda, E., López, S. El rostro de la mortalidad materna. CIMAC. 2011; (1): 135.
19. Cazares, M., Ramos, P., Tijerina, G. Facultad de salud pública y nutrición, Universidad Autónoma de Nuevo León. Revista de salud pública y nutrición. 2009.
20. De la Fuente-Hernández, C., Ortega, M., Sifuentes, M. Caries y pérdida dental en estudiantes preuniversitarios mexicanos. Rev. Salud pública de México 2008; 50 (3) 235-240.
21. Rbinder, K., Hardeep, K., Sushil, K., Gurcharan, K. Caries experience among females aged 16-21 in Punjab, India and its Relationship with Lifestyle and Salivary HSP70 Levels, Dental caries prevalence and salivary HSP-70 levels, European Journal of Dentistry, Punjab India 2010; 4.
22. Bernabé, E., Kivimäki, M., Tsakos, G., Suominen-Taipale, AL., Nordblad, A., Savolainen, J., Uutela, A., Sheiham, A., Watt, RG. The relationship among sense of coherence, socio-economic status, and oral health-related behaviours among Finnish dentate adults. European Journal Oral Sciences 2009; 117: 413-418.
23. Information National Institute of Dental and Craniofacial Research National Oral Health. Enfermedad de las encías o enfermedad periodontal, Causas, Síntomas y Tratamientos; Departamento de Salud y Servicios, Bethesda. 2004. 04-11425.
24. Segrera, L., Barrios, C., Pallares, L., Torres, A., Torres D., Fortich, M. Prevalencia de caries dental, factores de riesgo, enfermedad periodontal y hábitos de higiene oral en estudiantes de ciencias de la salud. Rev. Ciencia y Salud virtual 2011; 3 (1) 35-41.

### Síguenos:



**Medicalia.org**

Los médicos disponen de una red social para intercambiar experiencias clínicas, comentar casos y compartir conocimiento. También proporciona acceso gratuito a numerosas publicaciones. ¡Únase ahora!  
<http://medicalia.org/es/>

### Publish with iMedPub

<http://www.imedpub.com>

- ✓ Es una revista en español de libre acceso.
- ✓ Publica artículos originales, casos clínicos, revisiones e imágenes de interés sobre todas las áreas de medicina.

### Archivos de Medicina

- ✓ Se hace bilingüe.

Para la versión en inglés los autores podrán elegir entre publicar en Archives of Medicine:

<http://www.archivesofmedicine.com>

o International Archives of Medicine:

<http://www.intarchmed.com>