

**Artículo de
investigación**

Fluorosis dental en niños y fluor en el agua de consumo humano.

Mexticacán, Jalisco, México

TERESA DE JESÚS PÉREZ PATIÑO, ROSA LETICIA SCHERMAN LEAÑO,
RENÉ JUAN HERNÁNDEZ GUTIÉRREZ, GENOVEVA RIZO CURIEL,
MARTHA PATRICIA HERNÁNDEZ GUERRERO

INTRODUCCIÓN

El flúor es un elemento esencial y componente importante en la estructura de huesos y dientes, está presente en forma natural en el agua de consumo humano. Una escala relativamente estrecha de concentración de 1 a 1.50 mg/l en el agua potable proporciona condiciones óptimas para la calcificación de los tejidos duros del cuerpo y para la prevención de caries.(1)

La fluorosis dental es una hipoplasia del esmalte que ocurre en la etapa pre y posteruptiva del órgano dentario por una ingesta excesiva de fluoruro, que afecta la función dental, además de producir daño estético y psicológico, problemas gástricos cuando se pierden los dientes desde temprana edad.(2)

Desde 1932 Dean estudió este padecimiento y su relación con la presencia de flúor en el agua de consumo humano en algunas ciudades de Estados Unidos. (3)

RESUMEN

Objetivo: Determinar la prevalencia de fluorosis dental en los niños de 6 a 12 años y su relación con la concentración de flúor en agua para consumo humano de Mexticacán, Jalisco. Material y métodos: Estudio Ecológico Exploratorio. Se estudiaron 355 niños para diagnosticar fluorosis dental. Se determinaron las concentraciones de flúor en las fuentes de agua de consumo de la población, por espectrofotometría SPADNS utilizando las Normas Oficiales Mexicanas (NMX-AA-077 y NOM127, NOM041) Resultados: 94.3% de los niños examinados padece fluorosis, 5% con daño severo grado 5 y 62% con grados 4 y 3.50% de las 24 muestras de agua analizadas rebasaron la norma correspondiente. Conclusiones: Hay diferencias significativas en edad, tiempo de residencia, tipo de consumo de agua y la fluorosis dental, $p < 0.05$. Se encontraron diferencias entre los promedios de concentración de flúor y los pozos de agua termal y fría, < 0.05 . El alto contenido de flúor en el agua pone en riesgo la salud dental de la población infantil.

Palabras clave: Agua de consumo humano, flúor, fluorosis dental, salud dental, aguas termales.

ABSTRACT

Objective: To determine the prevalence of dental fluorosis in children, aged 6 to 12, and its relationship to fluorine concentration in drinking water, in Mexticacán, Jalisco. Material and Methods: Ecological exploratory study. 355 children were examined according to diagnose dental fluorosis. Fluorine concentration in drinking water sources was determined using spectrophotometry SPADNS, evaluated according to the NOM(NMX-AA-077 y NOM127, NOM041). Results: 94.3% children presented fluorosis. 5% had 5 degree damage, presenting severe teeth damage, and 63% presented 3 and 4 damage degrees. 5% had 5 degree damage, presenting severe teeth damage. 50% of 24 drinking water samples were above fluorine adequate levels. Conclusions: There are significant differences in age, time of residence, drinking water type and dental fluorosis, $p. <0.05$. Differences between average fluorine concentration in water wells with cold and thermal water were found, <0.05 . High fluorine concentration represents a health risk for the children.

Keywords: Drinking water, fluoride, dental fluorosis, dental health, thermal waters.

La fluorosis dental endémica o hipoplasia del esmalte es un padecimiento común en diversas partes del mundo, como Asia, África, India, Europa, Estados Unidos y México en donde existen algunas zonas geográficas con exceso de fluoruros en sus fuentes de agua potable, desafortunadamente aunada a las concentraciones en el agua existen muchos productos que contienen fluoruro en altos grados. (4,5)

Investigaciones hechas en la India, Nebraska, Tailandia, España, Argentina, Brasil, Canadá y Hawái, entre otros, muestran que cuando los niveles de concentración de flúor se encuentran entre el rango de 1.5 a 20 mg/l ocasiona fluorosis dental y esquelética, así como complicaciones neurológicas secundarias, daño renal, desorden digestivo y nervioso en humanos y daños a los diferentes ambientes como el acuático y vegetal principalmente. Los ríos y arroyos tienen altas concentraciones de flúor que aumentan en primaveras muy calurosas por la evaporación del agua y la solubilidad del elemento, lo que ocasiona que el flujo de fluoruro que llega a los océanos sea mayor, este elemento tiene gran distribución en la naturaleza por encontrarse en la mayoría de suelos y rocas. La actividad volcánica envía gases a la atmósfera que durante las lluvias se disuelven y contaminan los cuerpos de agua subterráneos y superficiales. Se identifica en el alcantarillado por los desechos industriales, y por descarga de aguas domésticas. (7,8,9,10,11)

En la República Mexicana el problema de concentraciones elevadas de flúor en el agua de consumo humano ha sido plenamente identificado en los estados de Baja California, Chihuahua, Durango, Sonora, Tamaulipas, Zacatecas, Aguascalientes, Guanajuato San Luis Potosí y Jalisco. (5)

En la localidad de Mexticacán, se utilizan fuentes subterráneas, en algunos casos de origen hidrotermal para el suministro de agua para uso y consumo humano sin previo tratamiento de potabilización, lo que ya implica riesgo a la salud. Estudios previos muestran que estas fuentes contienen altas concentraciones en cobre, plomo, selenio, cromo, estroncio, aluminio, arsénico y flúor que se convierten en elementos tóxicos al ser ingerido por la población (3,6).

Estudios realizados en la Región de los Altos de Jalisco (LAJ) por R Hurtado, J Gardea Torresdey, and KJ Tiemann de la Universidad de Texas en 1999 sobre la concentración de flúor en el agua potable muestran resultados en donde el municipio de Mexticacán es uno de los que mayor concentración tiene en sus aguas de consumo humano 6.64 a 7.50 mg/l, (12). En el 2002 los mismos autores confirman en su investigación sobre la estimación de la exposición a fluoruros en Los Altos de Jalisco que Mexticacán por las altas concentraciones de flúor en sus aguas es el segundo municipio más expuesto después de Teocaltiche en la región de Jalisco integrada por veinte municipios.

La infancia es la etapa de la vida más vulnerable en cuanto a la salud dental y su relación con el flúor, por lo tanto identificar manifestaciones clínicas de fluorosis en niños, debe alertar sobre las concentraciones de este elemento en agua y alimentos que se ingieren.

MATERIAL Y MÉTODO

Tipo de estudio: ecológico exploratorio.

Universo de trabajo: la localidad de Mexticacán

Período: marzo a julio de 2002

Selección de la muestra: censal

Unidades de análisis:

1. Niños de 6 a 12 años de edad.
2. Fuentes de agua para el consumo humano
 - 2.1. Cuatro pozos artesianos
 - 2.2. Cinco norias intradomiciliarias
 - 2.3. Tres marcas comerciales de agua purificada embotellada

Normatividad:

- a) NMX -AA-077-1997, contenido de flúor
- b) NOM-127-SSA1-1994, señala el límite permisible de calidad para el agua de uso y consumo humano.
- c) NOM 041-SSA1-1993, regula el agua purificada envasada.
- d) NOM 013-SSA2-1994, prevención y control de enfermedades bucales.

Diagnóstico de prevalencia de fluorosis dental:

- Aplicación de cuestionario a padres de familia mediante visita domiciliaria.
- Consentimiento informado firmado por los padres o tutores.
- Exploración odontológica a los niños con base en la clasificación del índice epidemiológico de Dean, realizada por una sola persona en todos los casos (odontólogo responsable del estudio).

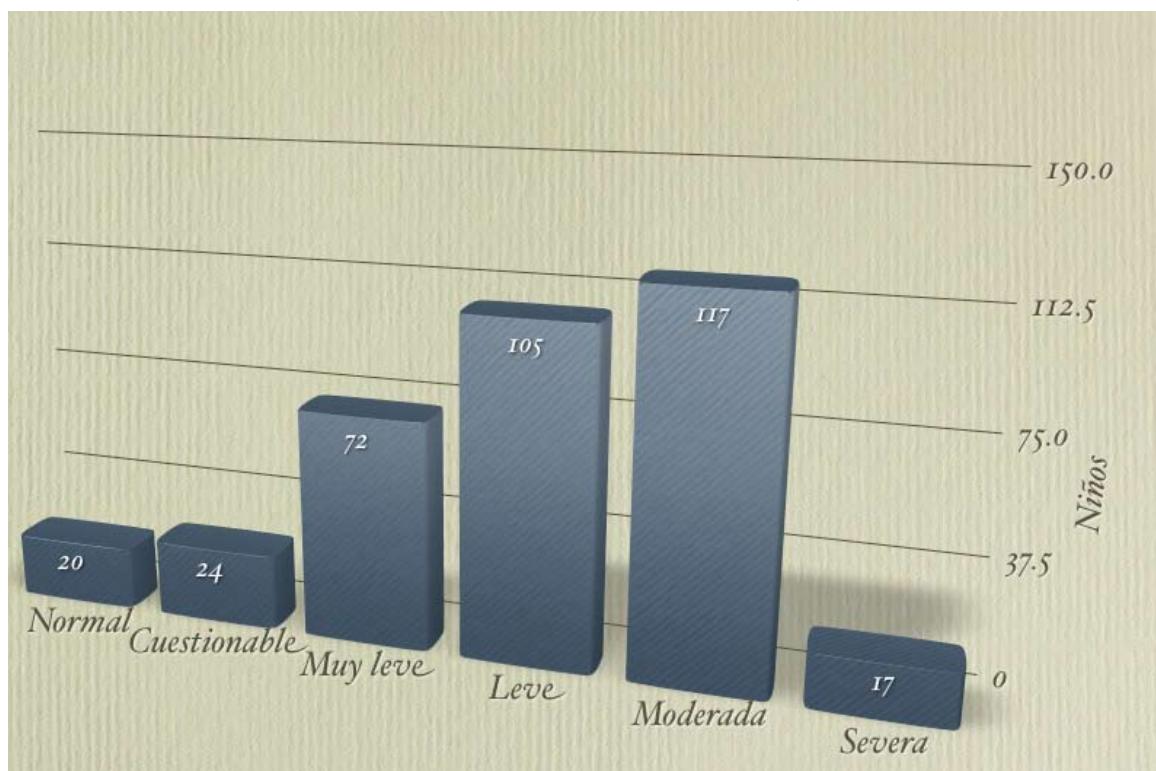
Muestreo del agua:

- Se tomaron 24 muestras en dos épocas del año, estiaje (mes de marzo) y lluvias (mes de julio), sin tratamiento previo dada la estabilidad de flúor en soluciones acuosas.
- El análisis del contenido de flúor se realizó mediante el método de espectrofotometría SPADNS utilizando un Espectrofotómetro HACHDR 2000 para flúor a cargo del Laboratorio Ambiental y Agrícola de la SAGARPA, Delegación Jalisco.
- se utilizaron envases nuevos de polietileno con tapas del mismo material y capacidad de un litro, que se enjuagaron previamente con la misma agua.
- En los pozos artesianos las muestras fueron colectadas directamente de la línea de extracción de cada pozo de la red hidráulica.
- En las norias se tomaron las muestras del recipiente utilizado para la extracción del agua.
- Para el análisis del agua embotellada se adquirieron garrafones sellados de donde se tomaron las muestras.

ANÁLISIS DE LOS DATOS

Para describir los datos se utilizó media, desviación para variables numéricas y porcentajes para categorías, para conocer las diferencias estadísticas entre la concentraciones de flúor y el tipo de agua (termal y fría) en los pozos se llevó a cabo pruebas de *t de student* para muestras independientes con una significancia estadística de $p < 0.05$. Se utilizó *chi cuadrada* para establecer diferencias significativas entre las

FIGURA 1. FRECUENCIA Y SEVERIDAD DE FLUOROSIS DENTAL EN NIÑOS DE 6 A 12 AÑOS CON BASE EN LA CLASIFICACIÓN DEL ÍNDICE DEAN. MEXTICACÁN, JALISCO 2002



CUADRO I. DIFERENCIAS ENTRE FLUOROSIS DENTAL LEVE Y SEVERA

Variable	Diferencias	Ji2	p
Edad	Mayor edad 43% vs 57%	18.3	*0.000
Tiempo de residencia	Mayor tiempo 43% vs 57%	26.4	*0.000
Tipo de agua a beber	Agua de la llave 90% vs garrafón 10%	16.4	*0.000

*significancia p<0.05

variables de edad, tiempo de residencia y tipo de agua para consumo humano con el grado de fluorosis leve y severa con $p < 0.05$. Con base en Sistemas de Información Geográfica se utilizaron los programas Excel, Map-Info, y Epi-map.

Consideraciones éticas

En base al artículo 17 de la Ley General de Salud en materia de investigación para la salud, esta investigación se considera de riesgo mínimo.

A los padres o tutores de los niños que participaron en el estudio, se les explicó el objetivo de la investigación y la libertad de participar en la misma, solicitando su consentimiento por escrito.

RESULTADOS

Se examinaron 355 niños entre 6 y 12 años, de la población de Mexticacán, Jalisco. El 53% (187) de sexo masculino y el 47% (168) de sexo femenino.

Un 94.3% (335) presentan algún grado de fluorosis dental que se manifiesta con daño de severo a leve, predominando los grados 3 y 4 del Índice Dean en un 62% de los casos (figura 1).

Al separar para el análisis por grupos de fluorosis dental leve y severa encontramos diferencias significativas entre

la edad, tiempo de residencia y tipo de agua para beber (Cuadro I).

De las 24 muestras que se analizaron para determinar la concentración de flúor en las dos épocas del año (lluvias y estiaje) se encontró que el fluoruro contenido en el agua de pozos artesianos del área fue muy alto, en un rango de entre 0.83 y 13.25 mg/l, el pozo uno con un promedio de 2.9 mg/l, pozo dos con promedio 13.25 mg/l y pozo tres con una media de 2.0 mg/l, los cuales exceden a la Norma 127, (máximo permitido 1.50 mg/l) solo el pozo cuatro con promedio de 0.79 mg/l resultó dentro de norma.

Aplicando la *t student* se compararon los promedios de la concentración del flúor en agua termal del pozo artesiano dos y de los pozos de agua fría número uno, tres y cuatro, encontrando que sí hubo diferencia estadística entre las concentraciones de flúor del pozo de agua termal y las concentraciones de los pozos de agua fría, teniendo más concentración de flúor en el agua termal, < 0.05 . En el cuadro II se puede apreciar la diferencia de los resultados por época.

Los resultados de las tres aguas comerciales nos muestran que el nivel de flúor se encuentra en un rango de entre 0.55 y 1.63 mg/l rebasando lo establecido en la NOM 041 (máximo permitido 0.70 mg/l) En el cuadro III se puede apreciar esta diferencia por época.

CUADRO II. CONCENTRACIÓN DE FLÚOR EN EL AGUA DE POZOS ARTESIANOS CON RELACIÓN A LA NOM 127 SSA1-1994*

Pozos artesianos	Estiaje mg/l	Lluvias mg/l
1. San Nicolás	3.95 mg/l	2.00 mg/l
2. El Puente	13.25 mg/l	13.25 mg/l
3. Analco	3.30 mg/l	0.83 mg/l
4. Buena Vista	0.91 mg/l	0.68 mg/l

Fuente: Directa

*Límites permisibles de flúor: 1.50 mg/l

Finalmente el contenido de flúor en las 10 muestras que se tomaron a norias de casas particulares resultaron en un rango de entre 0.28 y 1.20 mg/l siempre estuvieron dentro de la Norma 127(máximo permitido 1.50 mg/l), como lo podemos apreciar en el cuadro IV.

Al pretender relacionar el daño a la salud dental con el consumo de agua de las fuentes estudiadas, se encontró que el 87.9%(312 niños) sí toman agua del abastecimiento público (agua de la llave), y el 10.8% (36 niños) toman agua de garrafón (embotellada) y solo el 2% (7 niños) ingiere agua de las norias.

Se utiliza agua para cocinar del abastecimiento público en casa de 326 niños; agua comercial en casa de 17 niños y de noria en casa de 12 niños. La ubicación de los domicilios de los niños, los pozos y los depósitos donde se mezcla el agua de la localidad se observan en la figura 4.

La figura 5 muestra como se encuentran distribuidos por número y grado de fluorosis los casos de acuerdo al índice Dean que se utilizó para el estudio.

DISCUSIÓN

En los últimos años a nivel nacional se ha reportado una elevada concentración ambiental de flúor en el agua de consumo humano, un aumento en la prevalencia y severidad de fluorosis dental debido a la ingestión de este elemento (13) que ha rebasado por mucho el límite permisible de 1.50 mg/l, y 0.70 mg/l establecidos en la NOM 127 SSA1-1994 para agua potable y en la NOM-041-SSA1-1993 para agua purificada envasada.

En este estudio, la concentración de flúor en el pozo de agua termal número 2, rebasó el valor máximo permisible (1.5 mg/l) señalado por la norma en casi ocho veces, 780%(13.25 mg/l), como resultado de los muestreos llevados a cabo durante estiaje y lluvias.

Los hallazgos de esta investigación se asemejan a lo encontrado por Trejo y Bonilla en su estudio titulado "Exposición a fluoruros del agua potable en la Ciudad de Aguascalientes" (2000) donde el agua de tres de los 126 pozos analizados tuvo una concentración de flúor por arriba de 4.5 mg/l.

Cabe destacar que también al igual que en Aguascalientes se encontró que existe interconexión en la red municipal del agua potable, lo que propicia la mezcla del agua con alta concentración de flúor con el resto. Por lo tanto "la mayoría de los niños se abastecen del agua mezclada de estos pozos"(13). Esta situación incrementa la exposición al flúor en la localidad y por tanto el riesgo de enfermar, sobre todo

CUADRO III. RESULTADOS DE LA CONCENTRACIÓN DE FLÚOR EN AGUAS COMERCIALES CON RELACIÓN A LA NOM 041-SSA1-1993**

Agua purificada	Estiaje	Lluvias
1. Electropura	0.55 mg/l	1.07 mg/l
2. San Pedro Apulco	1.63 mg/l	1.02 mg/l
3. Veladores	0.80 mg/l	0.59 mg/l

Fuente: Directa

**Límites permisibles de flúor: 0.70 mg/l

CUADRO IV. CONTENIDO DE FLÚOR EN AGUA DE LAS NORIAS DE CASAS PARTICULARES CON RELACIÓN A LA NOM 127 SSA1-1994*

Norias	Estiaje mg/l	Lluvias mg/l
Analco I	0.82 mg/l	0.55 mg/l
Analco II	1.20 mg/l	0.90 mg/l
San Antonio	0.70 mg/l	0.86 mg/l
Casa Cruz	0.35 mg/l	1.12 mg/l
La presa	0.26 mg/l	N.D.

Fuente: Directa

*Límites permisibles de flúor 1.50 mg/l

FIGURA 2. CASO DE FLUOROSIS MODERADA, GRADO 4 DEL ÍNDICE DEAN MEXTICACÁN, JALISCO



FIGURA 3. CASO DE FLUOROSIS SEVERA, GRADO 5 DEL ÍNDICE DEAN MEXTICACÁN, JALISCO.



FIGURA 4

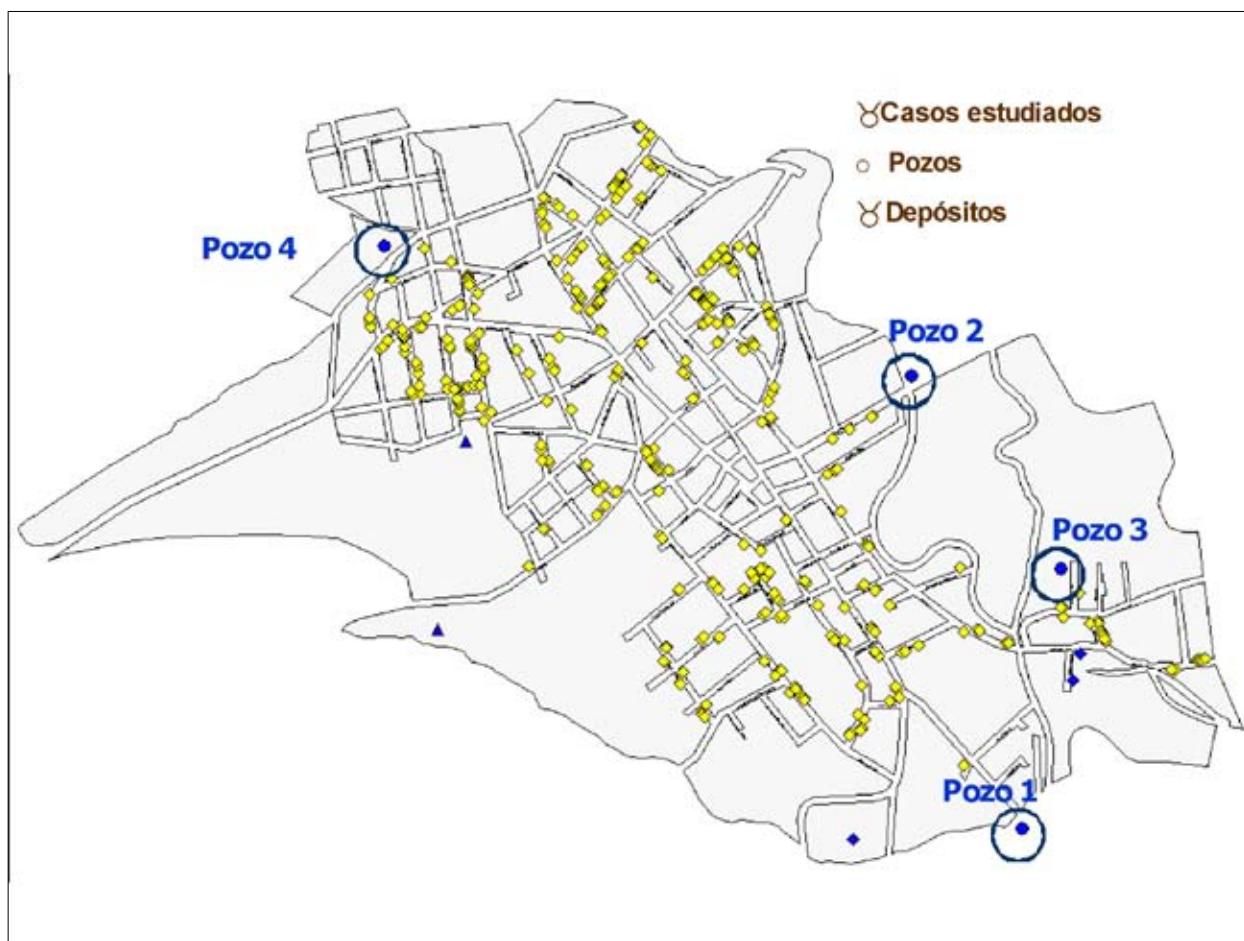
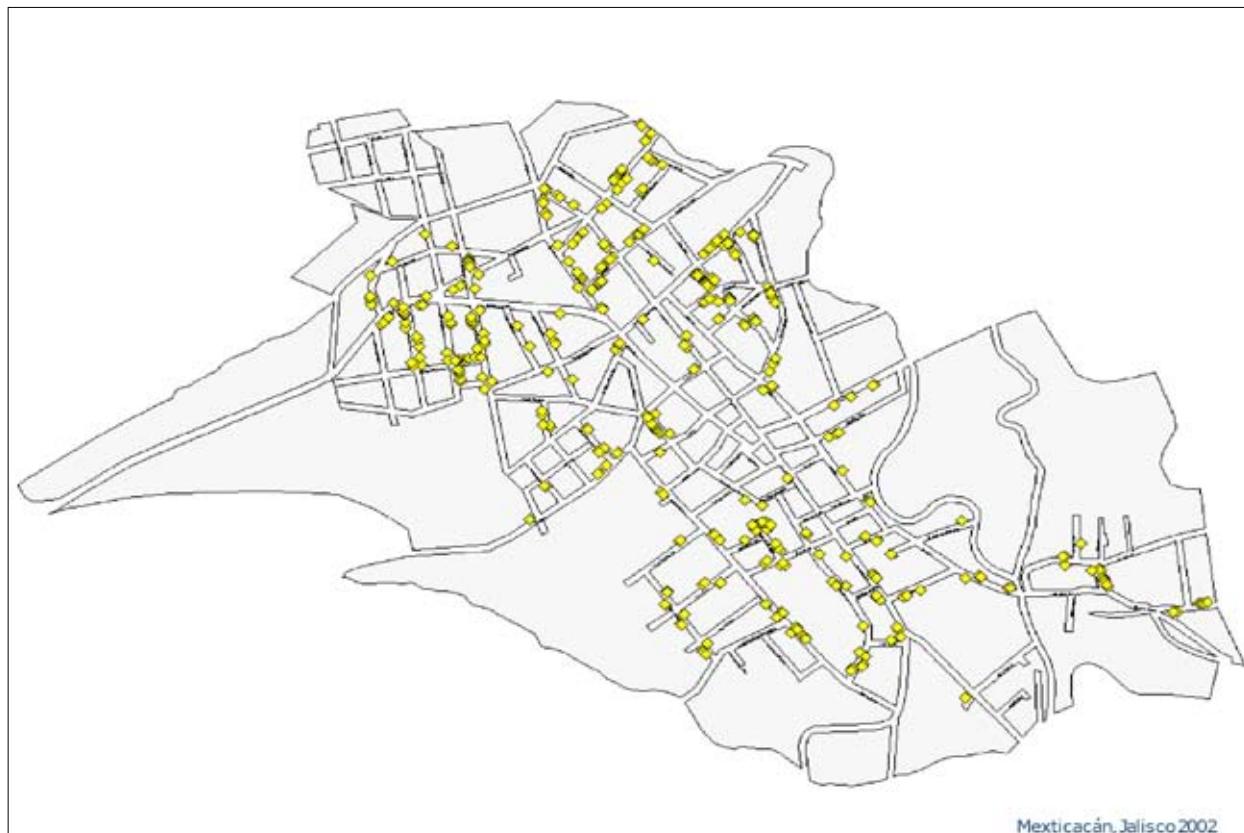


FIGURA 5. UBICACIÓN DE CASOS TOTALES ESTUDIADOS (355) POR NÚMERO Y GRADO DE FLUOROSISS DE ACUERDO AL ÍNDICE DEAN



Mexticacán, Jalisco 2002

en menores de edad, tal y como se muestra en los resultados de ambas investigaciones.

En su investigación realizada en los Altos de Jalisco, R. Hurtado, J Gardea Torresdey, and KJ Tiemann muestran como la población que consume agua potable con concentración de flúor mayor de 4.0 mg/l está expuesta a enfermedades fluoróticas severas como fluorosis esquelética, además de fracturas óseas, cáncer, trastornos gastrointestinales y alteraciones renales.(14)

En lo que corresponde al agua purificada, los resultados de laboratorio variaron en un rango de entre 0.55 a 1.63 mg/l. Estas cifras rebasaron lo establecido en la NOM 041 para agua envasada que es de 0.70 mg/l.

Otro reporte hecho en 1995, también en la Zona Metropolitana de Guadalajara, señala que se encontraron concentraciones de flúor entre 0.88 a 1.1 mg/l en agua envasada y sólo el 6.1% de las plantas purificadoras cumplieron con lo establecido en la NOM 041. En 1996, el Laboratorio de Estudios Industriales Analíticos reportó 1.05 a 2.54 mg/l en el agua embotellada en Tlaquepaque, Jal. Las compañías que la comercializaban no tenían control de calidad en niveles de iones de fluoruro.

Resulta evidente la necesidad de brindar apoyo a las autoridades municipales en cuanto a los mecanismos para la dotación apropiada de agua dirigida al consumo humano de los grupos poblacionales, sobre todo en lugares en donde las condiciones ambientales son generadoras de agua con diferentes contenidos que pueden ocasionar daños a la salud.

En el caso de Mexticacán estamos ante un municipio ubicado en una zona productora de aguas termales lo que representa un problema de salud ambiental, y por tanto de salud pública.

Como una de las limitaciones de este estudio debe tomarse en cuenta que no se consideraron otras fuentes de flúor (sal, alimentos, bebidas envasadas, dentífricos), por las dificultades técnicas que eso representaba

CONCLUSIONES

La alta prevalencia de 94.3% de fluorosis dental encontrada, corresponde a la exposición al flúor de los niños de la localidad por la ingesta temprana de agua contaminada durante el período de desarrollo de la dentadura anterior.

La red de agua potable de la cabecera municipal en Mexticacán, Jalisco, contiene una alta concentración de flúor, debido a la mezcla del agua termal de un pozo contaminado, con el resto del agua que abastece a la población.

El agua purificada comercial que consume la población, tiene elevadas concentraciones de flúor, que rebasan los niveles permisibles por la normatividad oficial.

Las norias intra-domiciliarias contienen niveles aceptables de flúor y no representan riesgo para la salud de las familias usuarias de esa agua.

Lo encontrado en este estudio ofrece datos para que las autoridades correspondientes y la población de Mexticacán, Jalisco, realicen acciones de prevención y control de la fluorosis dental infantil que afecta a ese vulnerable grupo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Camacho G. "Fluoruración del agua Potable". Rev. ADM, 1993;3: 175-176.
2. El Manual de Odontología, MASSON-SALVAT España, pp 39-54,1995
3. Sydney B. Fynn, *Odontología Pediátrica*, Ed. Interamericana pp 430,449 cuarta ed. 1983
4. Sonia B.O. Monica C.A. Javier M. R. Elsa R.D." *Sal Fluorada riesgos o beneficios para la población de la Ciudad de Chihuahua*".Rev. ADM Vol. Ll, N° 2 marzo abril pp 80,81, 1994
5. Lozano V. "Fluorosis Dental en Ensenada Baja California"Rev. ADM.6 -340,341, 344, 1992
6. "Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática Gobierno del Estado de Jalisco Estudio Hidrológico del Estado de Jalisco" pp 40, 2000.
7. De Souza, FP; Kamat Dalal, VN. "Study on fluoride in the Mandovi-river system (Goa)". *Mahasagar Dona Paula* [MAHASAGAR.], vol. 17,no.1, pp. 9 1984 (www.csa.com) Cambridge Scientific Abstracts Database: ASFA: Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts Query: KW=(fluoride and water)
8. Davies, TC. "Water quality characteristics associated with fluorite mining in the Kerio Valley area of western Kenya". International Journal of Environment Health Research [INT. J. ENVIRON. HEALTH RES.], vol. 4, no. 3, pp. 165-1994 (www.csa.com)
9. Madhavan, N; Subramanian, V. "Fluoride concentration in river waters of south Asia Current Science" [Curr. Sci.], vol.80, no. 10, pp. 1312, 25 May 2001 (www.csa.com)
10. Mane, UH; Pillai, KS. "Fluoride in Godavari River at Paithan, Maharashtra State". *Fluoride*, vol. 18, no. 1, pp. 12 1985 (www.csa.com)
11. Gosselin, DC. Headrick, J.Harvey, FE. Tremblay, R.McFarland, K. "Fluoride in Nebraska's Ground water. Ground water monitoring and Remediation" Vol 19 n°2 pp. 87 1999 (www.csa.com)
12. Fluoride occurrence in tap water at Los Altos de Jalisco in de Central México Region.1999 http://www.engg.ksu.edu/HSRC/00proceed/ga.dea.torredei/-PDF
13. Trejo-Vázquez Rodolfo y Bonilla Petriciolet Adrián "Exposición a fluoruros del agua potable en la Ciudad de Aguascalientes" Rev. Panam Salud Pública /Pan.Am / Public Healt 2001, 10(2) 109-111
14. Hurtado Jiménez R. Gardea Torresdey J. estimación de la exposición a fluoruros en los Altos de Jalisco, México, Salud Pública de México 2005 47:58-63

TERESA DE JESÚS PÉREZ PATIÑO*

RENÉ JUAN HERNÁNDEZ GUTIÉRREZ**

GENOVEVA RIZO CURIEL***

ROSA LETICIA SCHERMAN LEAÑO****

MARTHA PATRICIA HERNÁNDEZ GUERRERO****

*Mtra. en Salud Ambiental

**Dr. en Ciencias

***Mtra. en Ciencias de la Salud Pública

****Mtra. en Salud Pública*

Correspondencia:

Departamento de Salud Pública, Centro Universitario de Ciencias de la Salud, Universidad de Guadalajara

patite@hotmail.com

Sierra Mojada 950, Edificio M-8, Puerta 1 y 2 Colonia Independencia

Tel. 01-33/36179934-112

Conflictivo de interés nulo