



## CONCENTRACIÓN DE FLÚOR EN EL AGUA POTABLE: SU RELACIÓN CON LA FLUOROSIS DENTAL

**Alarcón Herrera, Ma. Teresa\***

Centro de investigación en Materiales Avanzados

**Martín Domínguez, Alejandra**

Centro de investigación en Materiales Avanzados

**Martín Domínguez, Ignacio R.**

Centro de investigación en Materiales Avanzados



(\* ) Centro de investigación en Materiales Avanzados (CIMAV).

Actualmente profesor investigador del CIMAV, Doctorado y Maestría en Ingeniería Ambiental de la Universidad de Windsor, Ont., Canadá y la Universidad Nacional Autónoma de México. Proyectos de investigación desarrollados en el área de tratamiento de agua y manejo integral de residuos. Impartición de cursos a nivel maestría y doctorado en el área de tratamiento de agua y manejo integral de residuos. Experiencia profesional: Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, Instituto de Investigaciones Eléctricas e Instituto Tecnológico de Durango.

(\* ) Av. Miguel de Cervantes 120, Complejo Industrial Chihuahua, 31109 Chihuahua Chih. México, Tel.:52(614)4391121- Fax:52(614)4391112. e-mail: [teresa.alarcon@cimav.edu.mx](mailto:teresa.alarcon@cimav.edu.mx)

### RESUMEN

El flúor es uno de los elementos más comunes de la corteza terrestre. Su presencia en el agua se debe principalmente a la infiltración y disolución de este elemento del suelo y rocas que lo contienen. Ésta situación se presenta con mayor frecuencia en las aguas subterráneas, donde la composición geológica del suelo y las condiciones son favorables para su disolución. En la ciudad de Durango y poblados cercanos (Valle del Guadiana), la fuente de abastecimiento de agua para consumo humano es de origen subterráneo, y esta caracterizada por tener altos contenidos de flúor.

En este estudio se hizo un diagnóstico cuantitativo, del grado de fluorosis dental de la población del Valle del Guadiana, y se relacionó con la ingestión de agua con altos contenidos de flúor. El grado de fluorosis se cuantifica a través del índice de DEAN. Los resultados muestran una gran asociación entre el grado de afección evaluado a través del índice de DEAN y la concentración de flúor en el agua consumida. En la zona con concentraciones de flúor mayores a 12 mg/l, todos los niños en edad escolar entrevistados muestran fluorosis dental y el 35% de ellos muestra daños severos. La población adulta también presenta un alto grado de afección severa en dicha zona (33%).

Palabras clave: flúor, agua potable, fluorosis dental

### INTRODUCCIÓN

La ingestión de flúor a bajas concentraciones ( $\leq 1$  mg/L) se considera benéfica por su capacidad de prevenir las caries dentales. Sin embargo, el consumo prolongado de agua con altos contenidos de flúor puede dar lugar a la fluorosis de dientes y huesos, y si la concentración es muy alta, puede originar serios daños a la salud, tales como fragilidad de los huesos, e incluso rigidez total y deformación ósea (PNUD, 1990).

La normatividad mexicana establece como concentración máxima permisible 1.5 mg/L de flúor en el agua de abastecimiento público (NOM -127-SSA1-1994) y 0.7 mg/L como máximo permisible para agua embotellada (NOM-041-SSA1-1993). De acuerdo a análisis previos realizados por diferentes investigadores (Trejo et al 1997; Ortiz et al; 1998), se determinó que las concentraciones de flúor en la Ciudad de Durango, México, excedían entre 200 y 300% los valores máximos permitidos por la norma, y que más del 95% de la gente está expuesta a concentraciones de flúor mayores a 2 mg/L.

En un estudio realizado en el Estado de Durango en 1982, se reporta que la población de niños de 6-12 años de edad presenta un índice de fluorosis promedio de acuerdo a la metodología de DEAN de 1.42, pero en ese estudio no se midió la concentración de flúor en el agua (SSA, 1982).

Dado que la presencia de flúor supera altamente las concentraciones recomendadas por los criterios nacionales, se considera importante determinar la relación existente entre el grado de fluorosis en la población y la concentración de flúor en las fuentes de abastecimiento, esto con la finalidad de establecer el impacto a escala odontológico, así como las necesidades de atención y de tratamiento del agua de consumo de la población.

## METODOLOGÍA

Para propósitos de determinación de la concentración de flúor en el agua se monitorearon los pozos abastecedores del Valle del Guadiana. Para fines de evaluación epidemiológica, el estudio se centró en los habitantes de l mismo valle.

Muestreo de pozos. Se tomaron muestras de los pozos de abastecimiento de la ciudad (51 pozos) y el Valle (23 pozos). De acuerdo a los resultados obtenidos se estratificaron las zonas según los niveles de concentración de flúor (Tabla 1).

Tabla 1: Definición de las áreas de concentración de flúor

	Concentración de flúor (ppm)	Número de pozos	
		Ciudad	Valle
Zona I	No detectable - 1.5	2	10
Zona II	1.51 - 4.99	47	5
Zona III	5.0 - 8.49	2	4
Zona IV	8.5 - 11.9	----	2
Zona V	>12	----	2

Mediante un muestreo polietápico por conglomerados<sup>1</sup>, se seleccionaron 380 familias asignándose de 77 a 80 por cada zona, obteniendo un total de 1437 personas representativas de las diferentes áreas de exposición. Dado que los efectos del flúor se manifiestan claramente en la población escolar, para fines del presente análisis se consideró la población escolar de 6 a 12 años de edad, y la población adulta la mayor de 13 años.

Instrumentos y técnicas analíticas: Cuestionario mixto con reactivos para obtener datos sociodemográficos significativos. El cuestionario se elaboró de acuerdo a los objetivos de estudio y previamente a su aplicación se realizó una prueba piloto en la población.

Para la determinación analítica de flúor se uso el método del SPANDS, (método 4500-F- D) (APHA, AWWA, WPCF, 1989). Se obtuvieron muestras del total de los pozos de abastecimiento de agua de la ciudad y del Valle, esto debido a que la mayoría de ellos abastecen individualmente a diferentes colonias y poblados. El período de caracterización fue de un año, estableciéndose una frecuencia de muestreo trimestral.

La medición en la población del grado de daño dental (índice de DEAN) se llevó a cabo mediante personal entrenado con el propósito de uniformar el procedimiento de la entrevista, la cual fue dirigida a obtener información sociodemográfica y epidemiológica. El personal que evaluó la condición odontológica no tenía información referente a los niveles de concentración de flúor en el agua.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

Determinación de niveles de concentración de flúor: Los resultados del muestreo indican que solo 2 de los pozos de la ciudad tienen concentraciones de flúor dentro del límite recomendado por las NOM (1.5 ppm), el resto tiene concentraciones que van desde 1.56 mg/L hasta 4.9 mg/L. En los poblados del Valle, 10 de los pozos se encuentran con valores  $\leq$  a 1.5 ppm, y el resto tiene concentraciones que van desde 1.56 hasta 16 mg/L.

Descripción epidemiológica

El total de la población encuestada en las diferentes zonas, se clasifico en 2 grupos: a) escolares (6-12 años de edad) y b)adultos (> 13 años), encontrándose la distribución mostrada en la Tabla 2.

<sup>1</sup> Cada conglomerado está formado por 4 colonias

**Tabla 2:** Clasificación de la población entrevistada

Zonas	No. de escolares (6-12 años)	No. de adultos (> 13 años)	Población entrevistada
1	96	204	300
2	113	187	300
3	38	262	300
4	28	252	280
5	60	197	257
5	335	1102	1437

En dicho cuadro se observa que la cantidad de escolares y adultos encuestados por zona es diferente, esto se debe a que la muestra fue constituida por la población total y el número de niños identificados por zona fue completamente aleatorio.

Los resultados de la evaluación de la fluorosis dental se presentan en la Tabla 3. Para la zona I, donde la calidad del agua abastecida esta dentro de los límites permisibles el 24 % de escolares no presenta lesión dental, sin embargo el 76% de la población escolar presenta algún grado de afección, predominando el grado 1 con 59%. En el grupo de adultos 26% no presenta daño.

En la zona II, para ambos grupos, se aprecia que el comportamiento es similar al de la zona I. Sin embargo, el porcentaje de individuos sin daño es menor y para los escolares, la proporción que se observa con índices de 2 y 3 aumenta.

La zona III se caracteriza por tener concentraciones de F entre 3 y 6 veces el límite permisible, el porcentaje de escolares sin daño dental es solo del 5%, y de adultos de 1%. En la zona IV, el comportamiento es diferente al presentado en las zonas anteriores, se observa que con respecto a las zonas anteriores hay un incremento en los casos que no presentan daño en ambos grupos, pero también en esta zona se presentan mayores porcentajes de afectación seria para escolares y severa para adultos.

La zona V, área caracterizada por tener las más altas concentraciones de F, presenta una marcada tendencia de aumento del índice, ya que no se detectaron individuos sin afección. Los resultados de la encuesta en esta zona, son preocupantes, ya que los escolares de esta zona, no-solo tienen los dientes manchados, sino que el 35% de ellos tienen el riesgo de perder las piezas dentales a edades muy tempranas pues ya muestran un grado de fluorosis dental severo.

**Tabla 3:** Clasificación de la población de acuerdo a los diferentes grados de fluorosis dental identificados.

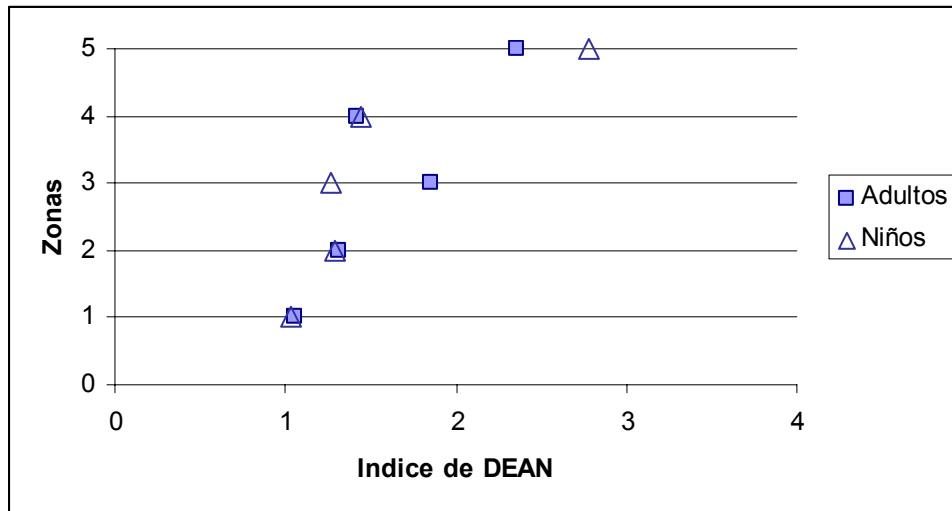
Flúor (ppm)	No. Niños	No. Adultos	Clasificación de fluorosis dental									
			Normal(0) %		Dudosa(1) %		Suave(2) %		Moderado(3) %		Severo(4) %	
			N*	A**	N	A	N	A	N	A	N	A
0.00-1.5	96	204	24	26	59	22	10	21	5	23	2	8
1.51- 4.99	113	187	14	12	56	35	17	19	11	21	2	12
5.00 - 8.49	38	262	5	1	66	32	26	24	3	32	0	11
8.50-11.99	28	252	15	11	48	35	17	17	14	20	5	17
12.00-16	60	197	0	0	17	0	24	0	24	67	35	33

N\* = Niños, A\*\*= Adultos

El índice de fluorosis comunitario para cada una de las zonas de exposición se presenta en la tabla 4, como se puede observar en la Figura 1, la prevalencia y severidad de la fluorosis muestra una correlación positiva con el contenido de flúor en el agua abastecida en las diferentes zonas.

**Tabla 4: Índice de Dean Comunitario**

ZONA	Flúor (ppm)	Índice de Dean comunitario Niños	Índice de Dean comunitario Adultos
I	0.00-1.5	1.03	1.05
II	1.51- 4.90	1.29	1.31
III	5.00 - 8.40	1.26	1.85
IV	8.50-11.90	1.44	1.42
V	12.00-16	2.78	2.35
		1.49	1.47



**Figura 1: Grados de fluorosis dental registrados en las diferentes zonas de concentración de flúor.**

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los datos presentados, se observa una clara tendencia del deterioro dental en la medida que se incrementan las concentraciones de flúor en el agua de consumo humano, de tal forma que las condiciones más favorables de acuerdo a la evaluación del índice de DEAN se observaron en el grupo de individuos residentes de la zona I (concentraciones de F no detectables a 1.5 ppm), y la situación más desfavorable epidemiológica mente se identificó en los grupos de residentes de la zona 5 (zona con más alto nivel de concentración de F). Lo cual no implica que se concluya la existencia de una relación directa causa - efecto, lo que se puede inferir es un mayor incremento de riesgo en los habitantes de las zonas con altos niveles de concentración de flúor.

El índice de fluorosis del grupo de escolares se ha incrementado de 1.42 en 1982 a 1.49 en el presente estudio.

## REFERENCIAS

APHA, AWWA, WPCF(1989). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18th Edition. Washington, D.C..

Ortiz D., Castro L., Turrubiarres F., Milan J., Díaz-Barriga F. (1998) Assessment of the Exposure to Fluoride from Drinking Water in Durango, Mexico, using a Geographic Information System. *Fluoride*, 31(4):183-187.

Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (1990) Organización de las Naciones Unidas, la India Lucha contra los peligros del flúor. Sección tecnología, New York U.S.A.pp 15-18.

Secretaría de Salubridad y Asistencia (SSA) (1982). Subsecretaría de Asistencia, Dirección General de Normas de Unidades de Atención Médica. Investigación Epidemiológica sobre Caries Dental y Fluorosis en Escolares.

Trejo R., Alarcón M.T., Martínez Y., Romero P., Salvador J. (1997) Niveles de Fluoruros en el Agua de los Pozos de la Ciudad de Durango. *Ingeniería Hidráulica en México*, 12(3):51-57.