



Conciencia Tecnológica

ISSN: 1405-5597

contec@mail.ita.mx

Instituto Tecnológico de Aguascalientes  
México

Trejo Vázquez, Rodolfo  
Posibles Efectos en la Salud Humana por Ingestión Excesiva de Fluoruros  
Conciencia Tecnológica, núm. 27-30, 2005  
Instituto Tecnológico de Aguascalientes  
Aguascalientes, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94403011>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica  
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# Posibles Efectos en la Salud Humana por Ingestión Excesiva de Fluoruros

Divulgación Técnico-Científica

Dr. Rodolfo Trejo Vázquez  
Departamento de Ing. Química y Bioquímica  
Instituto Tecnológico de Aguascalientes, Av. López Mateos 1801 Ote. Frac. Ojocaliente  
Aguascalientes, Ags. C.P. 20256, Tel 01(449)9105002 ext 159, Fax 01(449)9700423  
e-mail: [dr\\_trejo@canada.com](mailto:dr_trejo@canada.com)

## Resumen

Se presenta un compendio de información relacionada con los beneficios asociados a la ingesta de dosis correctas de fluoruros, sobre los procedimientos para medir la concentración de éstos en el agua y sobre los efectos que puede causar a la salud humana la ingestión de cantidades inmoderadamente altas de fluoruros; y también sobre algunas maneras de atenuación de estos efectos indeseables.

## Palabras clave

Fluoruros, agua potable, epidemiología

## Introducción

La ingestión de agua de bebida es la vía sistémica más importante por la cual las personas introducimos fluoruros al organismo. La presencia de fluoruros en cantidades superiores a las recomendables en el agua potable de al menos nueve estados de la república (Aguascalientes, San Luis Potosí, Zacatecas, Durango, Chihuahua, Sonora, Hidalgo, parte de Guanajuato y parte de Jalisco), es un hecho reconocido desde hace por lo menos sesenta años, sin que desde entonces se hayan dado pasos concretos para su solución. El moteado de los dientes en la población es el síntoma que evidencia la presencia del exceso de fluoruros en el agua. Ninguna otra sustancia es capaz de producir estas lesiones, las cuales sólo se adquieren cuando la ingesta de fluoruros se da durante la niñez. El hecho se debe a que el agua subterránea disuelve algunas de las sales con las que está en contacto antes de ser extraída, y entre ellas están presentes los fluoruros para estas regiones, debido a la composición geológica del subsuelo. Ante la imposibilidad que existía en los años anteriores de hacer algo al respecto, derivada de un cúmulo de circunstancias como la falta de tecnología y recursos, la falta de estudios epidemiológicos que respalden el hecho de que la ingestión de fluoruros cause daños graves (si no se considera grave el daño estético y funcional producido a las personas por el manchado de los dientes, el cual es irreversible y en casos agudos puede conducir a la pérdida

de las piezas dentales), la costumbre y la falta de información han mantenido hasta nuestros días el tema del exceso de fluoruros en el agua como un tema de importancia no prioritaria en nuestro país. Casi nadie sabe cuánto fluoruro está ingiriendo cada día y casi nadie sabe el riesgo que para su salud implica dicha ingesta.

El presente artículo se propone mostrar un panorama, basado en reportes científicos de reconocido prestigio, sobre los posibles efectos en la salud que implica la ingestión excesiva de fluoruros, y dar pautas para estimar el nivel de exposición y riesgo de las personas, así como indicar algunos medios para atenuar los efectos adversos mediante la dieta.

## Materiales y Métodos

Se realizó una revisión bibliográfica muy específica para documentar los aspectos positivos y negativos de los fluoruros en cuanto a su efecto sobre la salud humana, y cómo las dosis ingeridas y el tiempo en el que se mantiene la ingesta pueden conducir, dependiendo de su magnitud, de un estado de beneficio a un estado de riesgo, que desemboca en daños a la salud. Se revisaron los distintos tipos de daños reportados, especialmente en seres humanos, dejando de lado los estudios hechos con animales, por ser muy numerosos y porque las extrapolaciones hacia el caso de humanos pudieran considerarse dudosas. Se documentó también la normatividad mexicana vigente en esta materia y los métodos más comunes por los cuales es posible cuantificar el contenido de fluoruros en el agua. También se recabaron algunas recomendaciones de los expertos para atenuar los efectos tóxicos de los fluoruros.

## Resultados

### a) Dosis correcta y Beneficios.

Es un hecho verificado por la comunidad científica que el consumo de agua de bebida que contiene suficiente cantidad de ión fluoruro, especialmente durante el período comprendido entre el comienzo de la formación y la erupción de los dientes trae apareada una acentuada reducción de caries, cuya magnitud es, dentro de ciertos límites, proporcional a la concentración del ión fluoruro

en el agua. Estudios realizados en distintas ciudades de Norteamérica en la primera mitad del siglo XX, concluyeron que la concentración necesaria para causar este efecto es de alrededor de 1 mg de fluoruro por litro de agua; con lo cual cabe esperar un abatimiento de las caries del orden del 60%, y reducciones de 100% en los incisivos laterales y de 34% en los molares inferiores.

Dado que la cantidad de fluoruros que se ingiere con el agua varía con la cantidad de agua que se consume, y esta a su vez con el clima, se dedujo una fórmula para establecer la concentración óptima de fluoruro de una determinada zona geográfica en función de su clima. Esta fórmula, calculada para los hábitos normales de bebida de un niño de 10 años es:

$$\text{Conc. Óptima } F = 0.34/E$$

$$\text{En donde } E = 0.2206 + 0.00883T$$

A su vez, T es la temperatura máxima promedio en grados centígrados.

La aplicación de esta fórmula da por resultado la recomendación de una concentración óptima de 0.7 mg/l para zonas con una temperatura máxima promedio de 30 °C y de 1.1 mg/l para regiones con 10 °C de temperatura máxima promedio.

Cuando el agua de consumo no contiene fluoruros, esta dosis se puede alcanzar por aplicación tópica de pasta de dientes fluorurada, lo cual es más práctico que fluorar el agua de consumo.

Si por alguna razón la concentración óptima es rebasada cotidianamente, los efectos sobre el organismo dependen de la dosis, tiempo de exposición, grado de desnutrición, estado general de salud y otros más [1].

#### b) Normatividad vigente

Con base en los estudios realizados en otros países, y conforme a la recomendación de la Organización Mundial de la Salud, nuestro país ha establecido como límite máximo permisible para el contenido de fluoruros 1.5 mg/l para el agua potable y 0.7 para el agua embotellada y bebidas [2,3].

#### c) Métodos de análisis de fluoruros

Existen diversos métodos para cuantificar los fluoruros en el agua [4], aunque los métodos más frecuentemente utilizados son el método por electroanálisis, comúnmente denominado del electrodo selectivo y el método colorimétrico comúnmente denominado método SPADNS, los cuales están explicados en detalle en la bibliografía [5].

#### d) Escala de riesgos

La ingestión excesiva de fluoruros durante la niñez provoca el moteado de los dientes (fluorosis dental) el cual es irreversible, aunque más tarde el individuo deje de exponerse a altas ingestas. La ingestión excesiva de fluoruros cuando el individuo ha desarrollado

completamente su dentadura definitiva, ya no le produce fluorosis dental, pero otros riesgos de salud pueden estar presentes.

Los riesgos por ingestión excesiva de fluoruros se pueden evaluar comparando el caso particular con los umbrales de ingesta para fluoruros que tiene establecidos la Agencia de los EUA para las Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)[6]. Básicamente existe un valor para ingesta adecuada -que está en función de la edad del individuo-, y dos umbrales, denominados por sus siglas en inglés NOAEL y LOAEL.

Los valores de ingesta adecuada se reproducen en la Tabla 1.

Rango de edad	Ingesta adecuada de fluoruros en mg de fluoruros por kg de peso del individuo por día
0-6 meses (ambos sexos)	0.0014
6-12 meses (ambos sexos)	0.056
1-3 años (ambos sexos)	0.054
4-8 años (ambos sexos)	0.045
9-13 años (ambos sexos)	0.05
14-18 años (hombres)	0.046
14-18 años (mujeres)	0.053
Más de 18 años (hombres)	0.052
Más de 18 años (mujeres)	0.049

TABLA 1. VALORES RECOMENDADOS DE INGESTA DE FLUORUROS

Fuente: [www.atsdr.cdc.gov](http://www.atsdr.cdc.gov)

El NOAEL es la ingesta máxima de la sustancia que puede tener un individuo sin presentar manifestaciones clínicas adversas observables. Según la última revisión hecha en el año 2001 por la ATSDR, se considera para el NOAEL un valor de 0.15 mg de fluoruros por Kg de peso del individuo y por día. Por su parte, el LOAEL es la ingesta mínima de la sustancia que causa el efecto adverso más bajo observado en el individuo expuesto. Su valor está establecido en 0.25 mg de fluoruros por Kg de peso del individuo y por día.

Así, según este criterio, un individuo que ingiere una cantidad de fluoruros igual o menor que el NOAEL no va a presentar ningún efecto adverso a lo largo de su vida. Si su ingesta de fluoruros rebasa el NOAEL, pero no llega al valor del LOAEL, es posible que en algún momento

presente efectos adversos, dependiendo de muchos factores, como su estado de salud, la herencia, el sexo, el grado de desnutrición y varios más. Las probabilidades de que presenten efectos adversos crecen en la misma medida en que su ingesta se aproxima al LOAEL. Cuando llega a éste, es seguro que presentará efectos adversos a corto plazo. Obsérvese que existe una tolerancia del cuerpo bastante grande hacia los fluoruros, ya que siendo para un adulto la dosis recomendada de alrededor de 0.050 mg/Kg/día, el NOAEL se encuentra 3 veces más alto, y el LOAEL, 5 veces más alto.

Si la ingestión de fluoruros es exclusivamente por el agua de bebida, un individuo adulto, que pese 70 Kg y que disponga de agua con 1 mg/l de fluoruros, necesitaría ingerir diariamente 10.5 litros para alcanzar su NOAEL y 17.5 litros para alcanzar su LOAEL. De hecho, se esperaría que solo tomara alrededor de 2 litros de agua, lo que le aportaría menos de la ingesta adecuada para él, que sería de 3.5 mg/l. Este déficit se cubre adecuadamente por la aplicación tópica de las pastas dentales.

Existen en cambio situaciones donde las concentraciones de fluoruros en el agua de bebida son muy altas[7], en cuyo caso las personas pueden incluso rebasar su NOAEL.

Los síntomas más frecuentes que se presentan inmediatamente después de una alta ingestión de fluoruros son irritación gástrica, náusea, vómito y dolor gástrico. Cuando la ingestión es por largo tiempo, dependiendo de su magnitud y de la susceptibilidad de cada individuo, pueden desarrollarse diversos padecimientos.

e) Daños a la salud reportados

El campo de la epidemiología en relación con los fluoruros es sumamente extenso y muy poco explorado en México. Existen una infinidad de reportes diversos acerca de los padecimientos que se ha comprobado, están relacionados con la ingestión excesiva de fluoruros. Baste citar aquí una lista de temas (Tabla 2) y dos referencias a explorar para ampliar la información. Las referencias son:

[www.slweb.org/bibliography.html](http://www.slweb.org/bibliography.html)

[www.fluoride-journal.com](http://www.fluoride-journal.com)

#### **Fluorosis dental**

- Mecanismos de acción
- Tasas actuales de fluorosis dental
- Prevalencia de fluorosis dental entre afroamericanos
- Efectos psicológicos y percepciones de la fluorosis dental
- Fluorosis dental y fractura de huesos
- Fluorosis y caries
- Factores de riesgo para fluorosis

<p><b>Fluoruros y los huesos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluorosis esquelética</li> <li>• Fluorosis y resistencia de los huesos</li> <li>• Fluorosis y fracturas de los huesos</li> <li>• Fluorosis y calidad de los huesos</li> <li>• Concentración de fluoruros en los huesos</li> <li>• Factores que incrementan la acumulación de fluoruros en los huesos</li> </ul>
<p><b>Fluoruros y sistema reproductivo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudios en animales</li> <li>• Estudios en humanos</li> </ul>
<p><b>Fluoruros y la glándula tiroides</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tratamiento de fluoruros para el hipertiroidismo</li> <li>• Fluoruros y bocio</li> <li>• Interacciones fluoruros-yoduros</li> <li>• Otros</li> </ul>
<p><b>Fluoruros y defectos de nacimiento</b></p>
<p><b>Fluoruros y sistema inmunológico</b></p>
<p><b>Alergia e hipersensibilidad a los fluoruros</b></p>
<p><b>Fluoruros y estrés oxidativo</b></p>
<p><b>Fluoruros y proteínas G</b></p>
<p><b>Exacerbación de la toxicidad de los fluoruros a causa de la desnutrición</b></p>
<p><b>Fluoruros y riñones</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Daños renales en la fluorosis esquelética</li> <li>• Nefrotoxicidad inducida por fluoruros</li> <li>• Susceptibilidad al aumento de padecimientos del riñón y fluoruros</li> <li>• Fluoruros y cálculos renales</li> </ul>

TABLA 2. LISTA DE TEMAS CON ESTUDIOS DOCUMENTADOS SOBRE LOS DAÑOS CAUSADOS POR LA INGESTIÓN EXCESIVA DE FLUORUROS

### Fluoruros y el cerebro

- Aprendizaje/comportamiento
- Daños al cerebro
- Silicofluoruros en relación con el nivel de plomo
- Fluoruros y la glándula pineal
- Efectos sinérgicos del fluoruro y el aluminio
- Otros

### Fluoruros y problemas gastrointestinales

### Fluoruros y cáncer

- Programa norteamericano de bioensayos toxicológicos
- Estudios epidemiológicos recientes
- Fluoruro ocupacional y cáncer
- Fluoruros y mutagenicidad

CONT. TABLA 2. LISTA DE TEMAS CON ESTUDIOS DOCUMENTADOS SOBRE LOS DAÑOS CAUSADOS POR LA INGESTIÓN EXCESIVA DE FLUORUROS

#### f) Recomendaciones para atenuar los daños por alta ingestión de fluoruros

En los casos en que se tengan ingestiones de fluoruros mayores a las recomendadas, de forma crónica, de acuerdo con algunos estudios recientes es posible reducir el nivel de riesgo a los daños potenciales, mediante una dieta que resuelva la desnutrición, y que incluya dosis diarias de vitamina D, C y E [8,9]. La vitamina D se encuentra en alimentos como leche, huevo, aceite de hígado de bacalao, y es incrementada por exposiciones moderadas de las personas al sol. La vitamina C se encuentra en todos los cítricos y algunas verduras; el consumo de guayaba y tamarindo son especialmente benéficos para atenuar los daños por ingestión elevada de fluoruros, y la vitamina E se encuentra en los gérmenes de los cereales, especialmente del trigo, en las lechugas, los cacahuets, la leche entera, la yema de huevo, la mantequilla, las nueces, las legumbres, los aceites vegetales. También pueden suministrarse estas vitaminas como complementos alimenticios de marca comercial.

### Conclusiones

La ingestión crónica de agua con más de 1.5 mg/l de fluoruros puede conducir a severos problemas de salud, los cuales dependen del nivel de riesgo al que se expone

una persona, del tiempo de exposición y de su estado nutricional y de salud general. Una dieta rica en vitaminas D, C y E puede ayudar a atenuar los daños por alta ingestión de fluoruros.

### Referencias

- [1] Katz S., Stookey G. Mc Donald Jr J. (1975) *Odontología Preventiva en Acción..* Ed. Panamericana. Buenos Aires.
- [2] *Diario Oficial de la Federación.* Jueves 18 de Enero de 1996. 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.
- [3] *Diario Oficial de la Federación.* Viernes 24 de Marzo de 1995. Norma Oficial Mexicana NOM-041-SSA1-1993. Bienes y Servicios. Agua purificada envasada. Especificaciones sanitarias.
- [4] Yin F., Yao Y., Liu C.C. Wen M.L “Developments in the analysis of Fluoride 1997-1999”. *Fluoride* 34(2) 114-125.
- [5] Clesceri L., Greenberg A., Eaton A. (Eds.) *Standard Methods for the examination of water and wastewater* 20<sup>th</sup> edition. APHA, AWWA, WEF.
- [6] Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) (1993). *Toxicological Profile for Fluoride, Hydrogen Fluoride and Fluorine.* Department of Health and Human Services, Public Health Service. Atlanta.
- [7] Trejo R., Lara H. Bernal S. (2002). “Análisis de la distribución geográfica de fluoruros en el agua de consumo humano en el estado de Aguascalientes, México”. *Afinidad*, Tomo LIX, No 497, pp 25-33.
- [8] Susheela A.K., Bhatnagar M. (2002). “Reversal of fluoride induced cell injury through elimination of fluoride and consumption of diet rich in essential nutrients and antioxidants”. *Mol Cell Biochem* 2002 May pp 234-235.
- [9] Khandare A.L., Rao G.S., Lakshmaiah N. (2002). “Effect of tamarind ingestion on fluoride excretion in humans”. *Eur J. Clin Nutr* 56(1), pp 82-85.

### Agradecimientos

Se agradece al Cosnet el apoyo otorgado para la realización de este trabajo.

