



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**TÉCNICAS DE DETERMINACIÓN DE
FLUORUROS EN AGUA EN
ODONTOLOGÍA. FO. UNAM. 2008.**

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANA DENTISTA

P R E S E N T A :

ALEJANDRA GONZÁLEZ SOTO

TUTOR: MTRO. ALBERTO ABEL GONZÁLEZ ORTÍZ

MÉXICO, D. F.

2008



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Este nuevo logro es para aquellas personas que lo hicieron posibles:

A mis padres **Rosalva y Guillermo** por darme vida, confianza y paciencia.

A mis hermanos **Rosalba y Ricardo** por darme su apoyo en los momentos

A mi hijo **Leonardo** que fue el mayor impulso en las noches de estudio.

A mi esposo **Alejandro** y el ser que crece dentro de mí por su apoyo.

A mi tía **Martha** gracias por tu ayuda y tu fe, nunca lo olvidare.

A todos

Gracias por creer en mí.

INDICE

Pagina

1. INTRODUCCIÓN.....		5
2. PROPÓSITO.....		6
3. OBJETIVOS.....		7

Técnicas de determinación de fluoruros en agua y orina

I. Importancia de la determinación de fluoruros en orina y agua.

II. Técnicas de determinación de fluoruros.

- Método espectrofotométrico.
- Método potenciométrico.
- Adsorción con materiales locales fáciles adquisición.
- Métodos de coagulación y precipitación.
- Destilación.
- Método electroquímico.
- Intercambio iónico.
- Ósmosis inversa.

III. Proceso para la reducción del contenido de fluoruros en aguas de abastecimiento público:

- Alúmina activada.
- Nalconada.
- Carbón de hueso.

IV. Normatividad en México (adición a) agua y técnica

- Objetivo y campo de aplicación.
- Propósito de la norma.
- Recolección, preservación y almacenamiento de muestras.
- Control de calidad.

V. Fluorosis dental

- Metabolismo del Ion fluor.
- Mecanismo de acción de los fluoruros.
- Fluorosis dental.
- Riesgo de fluorosis del esmalte.
- Agua potable y comidas y bebidas procesadas fluoradas

5. CONCLUSIONES.....39

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....43

1. INTRODUCCIÓN

El agua de forma natural contiene fluoruros; este a su vez está compuesto por silicio, aluminio y boro; los cuales pueden ser perjudiciales debido a la utilización de compuestos fluorados por la industria.

Queda entendido que el agua por su naturaleza es fluorada; pero algunas comunidades han adoptado el hecho de la fluoración del agua potable para la prevención del problema que aqueja a muchos países la cual es la caries dental; sin embargo aunque sea una muy buena opción la fluoración del agua en muchas regiones se convierte en un problema de salud pública; por ello es de suma importancia la determinación de fluoruros.

Por otro lado debemos de estar informados que el agua no puede contener más allá de los 0.3 mg/l de fluoruros, según la OMS (Organización Mundial de la Salud) el límite de concentración de fluoruros en agua potable es de 1.5 mg/L. excepto cuando son contaminadas con desechos industriales o las ya muy famosas aguas negras, sobre todo si provienen de industrias del acero, aluminio, fertilizantes, de la elaboración de esmaltes y vidrios, en la fabricación de gomas y almidones, adhesivos así como del pretratamiento de cueros y pieles.

Diversas investigaciones han demostrado que el consumo de agua con un alto contenido de fluoruros, puede generar diversas lesiones en el organismo humano; tales como; fluorosis dental y esquelética, disfunciones renales, cáncer, infertilidad. Estudios realizados en el estado de Aguascalientes han indicado que más del 40% de las fuentes de suministro de agua para consumo humano presentan concentraciones de fluoruros superiores al límite establecido por la normatividad.

2. PROPOSITOS

- El propósito de esta tesina es hacer conciencia de que este no es un problema nacional sino mundial por lo cual no los debemos dejar solo a las autoridades responsables sino ayudarnos con ellas.
- Servir de guía a los profesionales sanitarios y al público en general para el uso apropiado de los fluoruros.
- Dirigir la atención hacia la ingesta de fluoruros en menores de 6 años, con el fin de reducir el riesgo de fluorosis del esmalte.
- Proponer a todas las personas relacionadas con el área, nuevos campos de investigación.

3. OBJETIVOS

Técnicas de determinación de fluoruros en agua y orina

I. Importancia de la determinación de fluoruros en orina y agua:

Como ya sabemos, entre el fluoruro y la caries dental hay una relación inversa y por ello se pensó en reajustar el contenido de fluoruros en el agua potable hipofluorurada como una medida de prevención contra esta enfermedad.

Entre 1944 y 1947, las primeras comunidades en adoptar esta medida de prevención de la caries fueron Michigan, Nueva York; en EE.UU., así como Brantford, en Canadá, con dosis de 1,0 mg/L, la cual fue recomendada como la dosis óptima en la cual se lograban los mayores beneficios sin producir lesiones fluoróticas en los tejidos dentarios, lo que se mantiene hasta nuestros días, para países templados. A partir de estos estudios se continuaron desarrollando programas de fluoruración de las aguas en EE.UU. y Europa y posteriormente en países de América Latina y Asia.

En 1958 la OMS reconoció la importancia de la fluoruración del agua como medida preventiva y creó un Comité de Expertos en Fluoruración del Agua, el cual en su primer informe, apoyaba ésta como medida sanitaria y recomendaba investigar otros vehículos y métodos para aquellos lugares donde no se pudiera aplicar ella.

En la Conferencia Internacional sobre Fluoruros celebrada los días 3 al 5 de octubre de 1982, en Viena, convocada por la OMS y la Federación Dental Internacional (FDI), se comentó que el agua fluorurada no llegaba a todas las poblaciones, porque en muchas no existían acueductos, por lo que se propuso entonces realizar la fluoruración de la sal de consumo humano en esos territorios, teniendo en cuenta que esto abarataba los costos e incrementaba la población beneficiada, al poder consumir la sal, independientemente de contar o no con acueducto. La sal como vehículo de fluoruros, tiene la ventaja principal de que no se necesita una red de abastecimiento público de agua, y que además existían experiencias de países donde se había utilizado y se habían obtenido resultados similares a los del agua.

Debido a las ventajas sanitarias y económicas de la fluoración de agua y la sal, ha sido apoyada por más de 150 organizaciones científicas entre las cuales se encuentran la Federación Dental Internacional (FDI), EL Organismo Europeo de Investigaciones sobre la Caries (ORCA) y la OMS.

En América, a pesar de que son numerosos los países que ya disponen de programas de fluoración de agua y sal todavía no son todos el continente por lo que la OPS Organización Panamericana de la Salud ha dado se dio un gran impulso para que en el año 2000 fuera como una meta 250 millones de personas beneficiadas; distribuidas de la siguiente forma:

- Agua: EE.UU., Canadá, Chile, Argentina y Puerto Rico.
- Sal (en marcha): Bolivia, Colombia, Costa Rica, Jamaica, México, Uruguay, Perú, Ecuador, Santo Domingo.
- Sal (especiales): Brasil y Venezuela.
- Sal (en proceso): Cuba, Honduras, Nicaragua, Panamá.
- Sal (en proyecto): Belice, Paraguay, Surinam.

El Ministerio de Salud Pública, a través del Departamento de Odontología, puso en marcha el programa de Fluoración de las aguas de consumo, dando de esa manera cumplimiento a la Ley Nº 5.5523 sancionada por la Legislatura de la Provincia, que dispone, en su artículo 1º se deberá concretar la fluoración de las aguas de abastecimiento público en la provincia de Corrientes, hasta alcanzar el nivel óptimo de ión flúor.

En el artículo 2 de la norma provincial, se establece que el organismo de aplicación en los aspectos de promoción, normalización y evaluación será Salud Pública de la Provincia. Asimismo en su artículo tercero, dispone que la ejecución del programa Provincial de Fluoración esté a cargo del organismo responsable de potabilización del agua de abastecimiento público, quien fijará de acuerdo a las características del agua analizada, hábitos alimentarios y clima, el contenido óptimo de ión flúor en cada caso.

De tal manera se informó desde el Ministerio de Salud, que el citado programa se llevará a cabo en las localidades concesionadas por Aguas de Corrientes, quienes concretaron la compra de bombas dosificadoras mientras el Ministerio de Salud Pública se hizo cargo de la compra de Sales de Flúor.



Agua potable fluorada

En todos los casos es importante tener en cuenta que la dosis diaria necesaria para las personas es de 0,05 a 0,07 mg/kg de peso corporal.

Métodos para la utilización de los fluoruros:

Los mecanismos de prevención del flúor se manifiestan en 2 formas:

Durante la formación de los dientes:

Lo que ocurre en los primeros 15 años de vida del individuo: este se realiza mediante la incorporación del ion flúor a la estructura dentaria, en dentina y esmalte, a unirse con la hidroxiapatita formando así tejidos mas resistentes a la acción de los ácidos liberados por las bacterias localizadas en la cavidad bucal durante los procesos de descomposición de los carbohidratos. Generalmente este ion flúor entra al organismo a través de los alimentos, bebidas, agua de beber y sal, utilizados en la preparación de las comidas, y el aire.

Los excesos en una gran medida son eliminados por la orina, las heces y el sudor, pero pueden llegar a niveles de acumulación muy altos en los que se convierte, entonces en un factor de agresión para el organismo y cuya primera manifestación es la fluorosis dental.

Los métodos de administración del flúor por vía sistémica son:

- Fluoruración de las aguas de consumo humano.

- Fluoruración de la sal de consumo humano.
- Comprimidos o gotas: este aspecto es de gran importancia al implantar otras fuentes masivas de suministro de flúor, pues los pediatras son muy propensos a indicar la utilización de tabletas o gotas a sus pacientes, sin tener en cuenta que en muchos casos estas otras fuentes, constituyen causa de fluorosis dental.
- Fluoración del agua de consumo escolar.
- Fluoración de la leche.



Fluoración de sal

Después de la erupción de los dientes, que se obtiene por vía tópica.

Este periodo se refiere a aplicaciones realizadas periódicamente administrándose por diferentes vías tópicas, como los son:

- Enjuagatorios con soluciones fluoradas, en dependencia de la periodicidad y de la concentración
- Gel fluorado: estas aplicaciones pueden ser realizadas por el profesional o por la misma persona, y la periodicidad es mayor que en el caso anterior.



cucharilla con gel fluorado

- Barniz o laca fluorada: debe ser aplicado por el profesional, pues requiere de un aislamiento de los dientes del fluido salival para incrementar su efectividad. La periodicidad es más amplia que los métodos anteriores, aunque depende de las características individuales.
- Profilaxis con pasta fluorada: se utiliza por el profesional cuando hace tratamiento profiláctico al paciente.
- Cremas dentales con flúor: es utilizada por la persona cada vez que realiza el cepillado dental, y se recomienda que este sea 4 veces al día. Es importante tener en cuenta esta práctica a la hora de implantar otros programas de fluoración, pues puede ser causa de altas dosis de flúor y por tanto producir fluorosis dental en las poblaciones. Se recomienda que las concentraciones en las cremas sean mínimas y de ser posible que no se utilicen con flúor.



diferentes antisépticos con fluor

Desde hace varias décadas se ha demostrado y documentado el efecto benéfico que tiene la ingestión de agua fluorada; pero con concentraciones menores a 1.5 miligramos por litro sobre la prevención de la caries dental, sin embargo, el consumo prolongado de esta agua puede dar lugar a la fluorosis dental, en los niños menores de 12 años y lesiones mucho mas evidentes en adultos como trastornos gastrointestinales, reumatismo, fragilidad osea, complicaciones renales e incluso rigidez ósea total.

La fluorosis dental es un padecimiento característicos de una extensa región del país que incluye total o parcialmente los estados de Aguascalientes, San Luis Potosí, Jalisco, Zacatecas, Durango y Sonora; sus orígenes provienen del alto contenido de fluoruros en el agua, el cual a su vez se debe a la incorporación de este elemento al agua subterránea por lixiviación de determinados minerales.

II. Técnicas de determinación de fluoruros.

Debido a la contaminación por fluoruros que presentan los pozos del estado de Aguascalientes, y de otros seis estados de la república, es de suma importancia estudiar las alternativas de remoción, ya que el consumo de agua de altos contenidos de fluoruros puede generar diversas lesiones en los organismos humano.



agua de suministro en Aguascalientes

Existen diversos métodos para remover fluoruros del agua. Sin embargo hasta la fecha son pocas las investigaciones dirigidas a esta área y por ello solo mencionaremos las que se han estudiado con mejores resultados.

- Método espectrofotométrico:

Este método solo cubre la determinación de fluoruros en un intervalo de 0 mgF/l a 1.4mgF/l; basándose en la reacción entre los iones fluoruros y el complejo colorido de Zirconilo-SPADNS.

Su procedimiento se lleva a cabo por medio de la reacción del Zirconilo-SPADNS con el fluoruro formando otro anión incoloro (ZrF_6^{2-}); aumentando el contenido de fluoruro ayudando así a que la intensidad del color disminuya. Siendo por tanto que entre mas disminuye el color habrá mas contenido de fluoruro en el agua. Por otro lado el colorante para este método rápido esta regido en gran parte por la tolerancia a esos iones.

Para su mejor explicación de este metodo se puede decir que el zirconio que es una tintura lake hace reaccionar al fluoruro desasociando una parte en ion complejo de fluoruro y otro en tintura; de tal forma que la concentración de fluoruro aumenta, mientras el color producido se torna progresivamente mas liviano.

Por ultimo, en cuanto a su manejo, se debe almacenar y refrigerar en un recipiente de plástico.

- Método potenciométrico:

Los fluoruros son determinados potencio métricamente usando un electrodo selectivo de ión específico para fluoruro, en conjunción con un electrodo de referencia de calomel y un potenciómetro que cuenta con una escala expandida en milivoltios o un medidor de iones que proporciona una concentración directa en la escala del ión fluoruro.



potenciómetro para la medición de iones fluor

El electrodo de fluoruro tiene una membrana cristalina de fluoruro de lantano, (LaF₃). El mecanismo del desarrollo de un potencial sensible al fluoruro a través de la membrana es el siguiente: la ionización crea una carga en la superficie de la membrana, en las dos interfases. La magnitud de la carga depende de la concentración de ión fluoruro en la disolución. Así, el lado de la membrana que encuentra una concentración de ión fluoruro más baja se vuelve positivo con respecto a la otra superficie; es esta diferencia de carga la que proporciona una medida de la diferencia de concentración de fluoruro en las dos disoluciones.

El único ión que interfiere directamente con las medidas de fluoruro es el ion hidrófilo y esta interferencia empieza a ser importante a valores de pH superiores a ocho. A pH menores a cinco, los iones hidrógeno también interfieren en las determinaciones de fluoruro total; en este caso se forma fluoruro de hidrógeno no disociado frente al cual el electrodo no tiene respuesta.

- Osmosis inversa:

En este método se emplea presión para hacer pasar el agua a través de una fina membrana que impide el paso de minerales. Las membranas empleadas son muy selectivas y tienen la función de restringir el flujo soluto. Mientras permiten el flujo del solvente. Se emplean presiones muy elevadas en el proceso de desalinización.

- Intercambio iónico:

Es un método por el cual sustituyen iones de una disolución por otros iones con la misma carga. Esto se lleva a cabo pasando la disolución a través de ciertos materiales sólidos porosos, normalmente minerales del grupo de zeolita, o resina sintética (plásticos) preparadas especialmente y que contienen moléculas grandes y complejas. Ciertos iones de la disolución sustituye a iones o a grupos de iones de la resina o zeolita, de donde pueden ser extraídos o lavados.

- Método electroquímico:

Este método se aplica más para remover fluoruros en agua industrial que en agua potable.

Es un método costoso y tiene limitaciones de eficiencia de remoción. Además requiere de una gran cantidad de energía eléctrica.

- Destilación:

Es un método costoso que se basa en la separación por cambio de fases. Este proceso que consiste por cambio de fases agua industrial que en agua potable. Es un método costoso y tiene limitaciones de eficiencia de remoción. Además requiere de una gran cantidad de energía eléctrica.

- Métodos de coagulación y precipitación:

Existen dos procesos principales bajo este principio: existen dos procesos principales bajo este principio. El proceso nalgonda y el proceso de contacto, desarrollados por Dahi. El proceso nalgonda utiliza sulfato de aluminio y calcio. Esta técnica es relativamente barata y muy artesanal, ya que la operación se realiza manualmente sin necesidad de aparatos y se aplica a nivel doméstico. En el proceso por contacto se emplean cal y fosfato monosódico como floculantes, la precipitación es ayudada mediante la adición de carbono animal al agua. Como en ambos procesos la operación es manual, existen la desventaja que el operador tenga errores u omisiones en el proceso o mal manejo de los reactivos.

- Adsorción con materiales locales fáciles adquisición:

Se han usado también como adsorbente la hidroxiapatita sintética, residuo insoluble de la buxita, fluorapatita, fosfatos naturales, calcita, hidrotalcita, zeolitas entre otros, para la remoción de fluoruros del agua. La eficiencia y facilidad para adquirir cada material es variable, de modo que lo que es fácil y barato para unos no lo es para los demás.

- Procedimiento:

1.- Análisis

Si la muestra contiene cloro residual añadir una gota (0,05 mL) de arsenito de sodio (ver inciso 5.6) por cada 0,1 mg de cloro y mezclar.

2.- Método espectrofotométrico

2.1 Tomar una alícuota de 50 ml de la muestra. Colocar la muestra en un tubo de 50 ml ó 100 ml con tapa. Adicionar 10 ml de la disolución Zirconilo-SPANDS (ver inciso 5.12), tapar y mezclar diez veces (es importante mezclar siempre igual todas las muestras, la de referencia y los estándares) leer inmediatamente a 570 nm.

2.2 Obtener la concentración de la muestra directamente de la curva. Si la absorbancia cae más allá del intervalo de la curva patrón, repetir usando una muestra diluida.

2.3 Calcular.

2.4 Hacer una gráfica con los valores de la curva de calibración y obtener el coeficiente de correlación el cual debe ser mayor a 0,997.

2.5 Calcular la concentración de la muestra a partir de la curva de calibración y obtener la ecuación de la recta como sigue:

$$Y = mX + b$$

Donde:

m es la pendiente;

b es la ordenada al origen;

y es la absorbancia, y

X son los mg de F-/L.

2.6 Reportar los resultados de análisis en mg/L con la precisión correspondiente.

$$\text{mg F-/L} = (\text{A/mL de muestra}) \times (\text{B/C}) \times 1\ 000$$

Donde:

A son los mg F-/L determinados de la curva de calibración;

B es el volumen final de la muestra diluída, mL, y

C es el volumen de la muestra diluída utilizada para desarrollar color, mL.

3. - Método potenciométrico

3.1 Encender el potenciómetro y estabilizarlo de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

3.2 Calibrar el potenciómetro

3.3 Preparar una curva de calibración

3.4 Una vez que se realizó la curva de calibración, tomar una alícuota de 50 ml en un vaso de 150 ml. Ajustar la temperatura de la muestra y la de los estándares, de preferencia a temperatura ambiente.

3.5 Con una pipeta volumétrica, añadir 50 ml de disolución amortiguadora.

Mezclar cada solución usando un agitador magnético. El volumen total debe ser suficiente para sumergir los electrodos y permitir que funcione el agitador.

3.6 Sumergir los electrodos del potenciómetro en la disolución.

3.7 Los electrodos deben permanecer en la disolución por los menos 3 min o hasta que la lectura se estabilice.

3.8 Retirar los electrodos y lavarlos con agua, secarlos, realizar esta operación entre cada lectura. El secado debe hacerse suavemente, ya que puede alterar al electrodo.

3.9 Cuando se utilice un medidor de escala expandida o un medidor selectivo de iones, recalibrar el electrodo frecuentemente, verificando la lectura del potencial del estándar de 1,0 mg/L y ajustar el control, en caso de ser necesario, hasta las condiciones iniciales.

3.10 Si se utiliza un potenciómetro de lectura directa graficar la concentración en mg/L de fluoruros en el eje logarítmico (ordenadas) contra el potencial del electrodo de cada estándar en las abscisas,

4 Hacer una gráfica con los valores de la curva de calibración y obtener el coeficiente de correlación el cual debe ser mayor a 0,997.

5 Calcular la concentración de la muestra por interpolación de la gráfica de la curva de calibración y obtener la ecuación de la recta de acuerdo a lo indicado en el inciso 11.2

6 Reportar los resultados de análisis en mg/L con la precisión correspondiente.

- Interferencias

1 Para eliminar las interferencias causadas por los iones indicados en la siguiente tabla es necesario hacer una destilación preliminar.

TABLA.- Concentraciones de algunas sustancias que generan errores de 0,1 mg/L a 1,0 mg/L en los valores de fluoruros

	Método	Electrodo	Método	SPADNS
Substancia *	Concentración mg/L	Tipo de error*	Concentración mg/L	Tipo de error
Alcalinidad (CaCO ₃)	7 000	+	5 000	-
Aluminio (Al ⁺³)	3,0	+	0,1	-
Cloruros (Cl ⁻)	20 000		7 000	+
Cloro	5 000		10	Remueva con Arsenito
Hierro	200	-	1,0	
Hexametafosfato[NaPO ₃] ₆)	50 000	-	16	-
Fosfatos (PO ₄ -3)	50 000		200	+
Sulfatos (SO ₄ -2)	50 000			+
				-
* + error positivo - error negativo				

• Notas:

1. - Cationes polivalentes de Si (IV), Fe (III) y Al (III) interfieren formando complejos estables con el ión fluoruro. Los iones hidroxilo interfieren con el electrodo. El grado de interferencia depende de la concentración de los cationes complejos, de la concentración del ion fluoruro y del pH de la muestra.
2. - El cloro residual debe eliminarse. Concentraciones de arsenito de sodio mayor o iguales a 1,3 mg/L dan un error de entre 0,1 mg/L de F⁻ a 1,0 mg/L de F⁻.
3. - Son interferencias la turbiedad y el color.
4. - A valores de pH extremos se generan interferencias, por lo que la muestra deberá estar a un pH entre 5 y 8.

III. Proceso para la reducción del contenido de fluoruros en aguas de abastecimiento publico:

En diversos estados de la República Mexicana, tales como Chihuahua, Zacatecas, Durango, Baja California Norte, San Luis Potosí y Aguascalientes, entre otros, existen regiones en las que el agua destinada al consumo humano, contiene concentraciones de fluoruros que exceden el valor norma de 1.5 mg/L. Esta agua con exceso de fluoruros ha provocado serios problemas de salud en la población consumidora. Ejemplo de esto se muestra en la siguiente tabla:

TABLA : Concentración promedio de fluoruros
en el agua de algunas localidades de la República
Mexicana (Durán, 1980)

LOCALIDAD	CONC. MAX. DE FLUORUROS (ppm)
Aguascalientes, Ags.	2.6
Ensenada, BCN	1.4
Tijuana, BCN	3.0
Cd. Camargo, Chih.	1.32
Parral, Chih.	1.5
Chihuahua, Chih.	2.8
Salamanca, Gto.	1.98
Lagos de Moreno, Jal.	1.5
San Luis Potosí, SLP	3.5
Hermosillo, Son.	1.1
Río Bravo, Tamps.	1.3
La Piedad, Mich.	1.65

En el estudio realizado en 1998 por el Dr. Mendoza; en el cual se probaron y analizaron varias técnicas de remoción de fluoruros en agua; se mostraron las siguientes técnicas:

- Alúmina activada:

La alúmina activada es una forma porosa y adsorbente que se produce calentando los hidratos a temperatura superficie para expulsar la mayor parte del agua combinada. Es necesario regular el calentamiento, pues si la temperatura es demasiado alta no se obtiene la extensión máxima de superficie.

La sustancia comercial viene en granos gruesos, en terrones, bolas y tabletas de diversos tamaños. La magnitud de su superficie depende del método de preparación y del grado de activación. Las formas comerciales tienen entre 100 y 400m² de área por gramo. La mayoría de los tipos contienen carbonato sódico como impureza, pero en algunas variedades solo llega al 0.1% o menos. Algunas aluminas activadas tienen resistencia excepcional al calor y conservan su área a 800°C.

Una de las aplicaciones más importantes que tienen estas sustancias es desencadenar gases y líquidos. La alúmina activada tiene la propiedad de secar el aire hasta dejarle muy poca humedad.

La alúmina activada es un material con buenas propiedades de adsorción de fluoruros del agua y constituyen el material adsorbente mas usado para este fin.

Se emplean las alúminas activadas en reacciones de deshidratación, como la conversión de alcohol etílico en etileno, y en otras reacciones en que el agua es el reactante o el producto.

Esta clase de alúmina tiene actividad para muchas otras reacciones; por ejemplo: la descomposición pirogenada (cracking), isomerización, deshidrogenación, desfluoración y desulfuración. Son tan estrictos los requisitos de un catalizador eficaz, que rara vez se ajusta a ellos un solo compuesto, y muchos catalizadores comerciales son mezclas de 2 o mas sustancias; la alúmina activada es una sustancia útil que entra en muchas de esas composiciones. Se suele emplear para conseguir gran área, más estabilidad, forma física más conveniente y bajo costo.

Los óxidos de molibdeno, cromo y vanadio que impregnan la alúmina activada son buenos catalizadores de la deshidrogenación, como en la conversión de butano en butadieno, así como la deshidrogenación ciclizante, fuente de tolueno y otros hidrocarburos aromáticos. Los metales de actividad catalítica, como el níquel, el Hierro, cobalto y platino, se emplean con soporte de alúmina con el fin de elevar su potencia de hidrogenación y de síntesis.

Desafortunadamente la alúmina activada no se produce en el país y su adquisición resulta prohibitiva para algunas aplicaciones como las de salud pública.

- Nalconada:

Los resultados obtenidos y su análisis estadístico permitieron afirmar que de los tres procesos probados, el de la nalconada es el más indicado para la remoción conjunta de fluoruros y arsénico, ya que logró reducir la concentración de fluoruros hasta 1.2304 mg/l, magnitud que cumple satisfactoriamente con el valor norma para este parámetro. En cuanto a la remoción de arsénico se lograron concentraciones de 0.012 mg/l en el efluente, cifra muy por debajo del valor norma actual de 0.045 mg/l, con lo que se puede cumplir también con el valor norma de 0.025 mg/l propuesto para el año 2005. Para estimar los costos se tomó en cuenta la capacidad adsortiva de los materiales, el caudal de agua por tratar, la concentración inicial y final, los costos de las materias primas y su vida útil, así como el costo por su regeneración (10 % del costo del material). Con base en

lo anterior, la técnica de menor costo por metro cúbico de agua tratada fue también la de la nalconada (\$ 3.60/m³).

Finalmente, con base en los resultados y conclusiones de este estudio, y dados los problemas que causan a la salud humana las altas concentraciones de fluoruros y arsénico contenidas en algunas fuentes de abastecimiento en diversas regiones del país, se recomendó continuar la investigación en una segunda etapa que involucre el dimensionamiento, construcción y puesta en marcha de una planta a escala piloto. En ella deberá tomarse en cuenta, en primer término, el proceso de la nalconada y, de manera paralela, los procesos de adsorción con el carbón de hueso y la alúmina activada, ya que se cree que estos procesos, bajo otras condiciones de operación, pueden resultar competitivos con el proceso de la nalconada.

Este proyecto se realizó bajo la dirección de Jorge L de Victorica Almeida, con la participación de Matilde Galván García de la Coordinación de Ingeniería Ambiental; externamente participaron Fulvio Mendoza Rosas y Rogelio Anaya Pérez. Fue patrocinado por la Comisión Nacional del Agua, a través de su Gerencia de Potabilización y Tratamiento de la Subdirección General de Construcción.

- Carbón de hueso:

El carbón activado posee la virtud de adherir o retener en su superficie uno o más componentes (átomos, moléculas, iones) del líquido que está en contacto con él. Este fenómeno se denomina **poder adsorbente**. La adsorción es la responsable de purificar, desodorizar y decolorar el agua, principio que es posible extender a otros sólidos, líquidos o gases que tomen contacto con un elemento adsorbente.

Carbón **activado** se denomina a cualquier clase de carbón vegetal o de hueso que es sometido a un proceso de pulverización o granulación y que se caracteriza por poseer una superficie específica (alrededor de 500 a 1500 m² por gramo). Esa superficie se caracteriza por una infinita cantidad de poros muy finos. Estos poros son los que retienen (adsorben) ciertos componentes que están presentes en el agua. En algunos casos, un gramo de carbón activado es capaz de adsorber hasta 0,93 gramos de gases y líquidos, lo que refleja a las claras la capacidad que posee.

¿Cómo se activa el carbón?

Activar debe entenderse como el proceso para que en un grano de carbón (en algunos casos impalpable), se formen una enorme cantidad de poros, cuya dimensión puede variar entre una millonésima y una diez milésima de milímetro.

Esto se logra calentando el carbón a una temperatura de aproximadamente 800 grados Centígrados, al tiempo que se inyecta en el ambiente donde es calentado, vapor de agua o anhídrido carbónico, que son los responsables de crear esos poros al oxidar parte de las moléculas de carbono. En algunos casos se agregan sustancias higroscópicas, tales como cloruro de cinc, para aumentar la capacidad de adsorción. El carbón de hueso posee aproximadamente un 10% de carbono, mientras que el vegetal puede tener hasta un 98%.

Obviamente el proceso no puede realizarse en un horno doméstico y si bien tampoco requiere de instalaciones extremadamente tecnificadas, debemos tener en cuenta que el carbón activado debe producirse en condiciones de higiene y sanidad acorde al uso que se le dará.

En forma de polvo impalpable de alta pureza se utiliza para la elaboración de medicamentos antidiarreicos y adsorbente intestinal. En granos de hasta dos milímetros, para filtros de líquidos de consumo humano (para purificar aguas destinadas a gaseosas, sifones, medicamentos, etc). Existen purificadores de aire, de líquidos industriales, etc. que utilizan carbón activado industrial, cuyo grado de pureza no es tan elevado y su costo bastante menor. Este sería el utilizado para acuarismo.

¿Cómo utilizarlo?

Por elevada que sea la calidad y pureza del carbón, siempre tendrá una cantidad de polvo producido por el envasado, transporte y manipulación de las bolsas donde se envasan. De no tomarse adecuadas precauciones, el polvillo terminará dentro del acuario. Por lo tanto, lo más recomendable es poner el carbón activado que se va a utilizar en el filtro dentro de una media de mujer cortada al tamaño adecuado y cerrada con una bandita elástica. Hecho esto se enjuaga repetidamente hasta eliminar el polvo y luego se coloca la media, dentro del filtro, entre dos capas de perlón (o guata) de 2 cm de espesor.

El mayor rendimiento se obtiene colocando el carbón activado como última capa de material filtrante de cualquier filtro, tanto verticales como horizontales.

Los coloides o materias coloidales.

En el límite entre materia disuelta y materia no disuelta, se encuentran una cantidad de materias en “semidisolución”, denominadas materias coloidales. Estas se originan de dos formas: pueden proceder de materia mineral (en cuyo caso el carbono no interviene en su composición) o pueden proceder de una forma orgánica (en cuyo caso están compuesta de carbono y otros elementos). Coloide proviene del griego **kolla** [= pegar] y de alguna manera el término identifica la característica de estas sustancias. Por medios químicos, físicos y aún electrolíticos, pueden ser transformadas en sustancias insolubles por floculación o en solubles por fermentación bacteriana. Este último es el principio sobre el que actúa el filtro biológico.

Las sustancias insolubles floculadas en menor medida y en mucho mayor medida las solubles de moléculas grandes y complicadas (generalmente sustancias orgánicas) son adsorbidas por el carbón. Esto significa que debemos tener la precaución de desconectar el filtro con carbón cuando:

1. se deban utilizar vitaminas o acondicionadores coloidales al agua del acuario;
2. se utilicen medicamentos, en particular antibióticos.

Por el contrario, cuando se utilicen fertilizantes nitrogenados del tipo inorgánico, no será necesario desconectarlo.

Un filtro de carbón suele ser un excelente auxiliar para eliminar los restos de medicamentos luego de haber sido medicado un acuario, ya que en poco tiempo dejará el agua libre de pigmentos y coloides.

Cantidad de carbón:

La cantidad de carbón a utilizar está en relación directa a la cantidad de litros de agua a filtrar, la cantidad de sustancias a ser adsorbidas y el tiempo que el usuario pretende utilizarlo. Sin duda es un cálculo muy difícil de establecer “a priori”, y en este caso lo mejor será “testear” la efectividad del carbón cuando haya transcurrido algún tiempo de uso. La experiencia nos dirá la cantidad a utilizar y el tiempo de vida útil.

El testeo se efectúa colocando dentro del filtro o en la entrada del agua al filtro, unas cuantas gotas de azul de metileno. Si el carbón permanece activo, el agua saldrá del filtro cristalino y sin coloración alguna. Si, en cambio, el agua que sale del filtro es ligeramente azulada, el carbón está agotado o a punto de agotarse y deberá ser renovado.

Debe tenerse en cuenta que una misma cantidad de carbón (por ejemplo ½ litro), actúa mejor en una capa más alta que ancha. Por eso los filtros tipo “botella”, “canasta” o similares (o sea alto y estrecho) son preferibles.

Por lo anterior nos podemos dar cuenta de que estos procedimientos gracias a su eficiencia, costo y disponibilidad de equipo y materiales son las mejores técnicas para el procedimiento de remoción de fluoruros en México.:

En resumen podemos dividir en dos grupos la remoción de fluoruros del agua:

1.- métodos de remoción de alto costo: incluye osmosis inversa, intercambio iónico, métodos electroquímicos y destilación. Por su costo y sofisticación, no son susceptibles de aplicarse de forma masiva en el pozo de nuestro país.

2.- métodos de remoción de bajo costo: incluye coagulación-precipitación, adsorción con alumina activada, con carbón animal o con materiales locales de fácil adquisición. Pueden ser variables económicamente, pero las eficiencias de remoción no son suficientemente estables.

Para las condiciones socioeconómicas de México los métodos de alto costo no son factibles. Los procesos basados en coagulación-precipitación implican la adición de químicos al agua, los cuales procuran dejar residuos en ella, por lo que tampoco son recomendables para el medio mexicano.

No se cuenta con ningún material local que pueda emplearse en la remoción de fluoruros del agua, sin embargo, existen en el mercado diversos materiales adsorbentes que pudieran ofrecer buenos resultados, como la alúmina activada y el carbón animal. No obstante, las eficiencias varían en función del tipo de material utilizado.

IV. Normatividad en México (adición a) agua y técnica

NMX-AA-077-SCFI-2001 cancela a la NMX-AA-077-1982

- Objetivo y campo de aplicación.

Esta norma mexicana establece dos métodos de prueba para la determinación de fluoruros en aguas residuales, naturales y residuales tratadas.

- Propósito de la norma.

Para los propósitos de esta norma hay que establecer las siguientes definiciones:

1 Aguas naturales

Se define como agua natural el agua cruda, subterránea, de lluvia, de tormenta, residual y superficial.

2 Aguas residuales

Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, agrícolas, pecuarias, domésticos y similares, así como la mezcla de ellas.

3 Análisis de blanco analítico

Es el someter una alícuota de agua reactiva a todo el proceso de análisis por el cual pasa una muestra real. Los laboratorios deben realizar los análisis de blancos para corregir la señal de fondo del sistema de medición. El análisis de blancos se realizará en forma periódica o con cada lote de muestras según lo requiera el método.

4 Bitácora

Cuaderno de laboratorio debidamente foliado e identificado, en el cual los analistas anotan todos los datos de los procedimientos que siguen en el análisis de una muestra, así como todas las informaciones pertinentes y relevantes a su trabajo en el laboratorio. Es a partir de dichas bitácoras que los inspectores pueden reconstruir el proceso de análisis de una muestra tiempo después de que se llevó a cabo.

5 Blanco

Agua reactivo o matriz equivalente a la que no se le aplica ninguna parte del procedimiento analítico y sirve para evaluar la señal de fondo.

6 Blanco analítico o de reactivos

Agua reactivo o matriz equivalente que no contiene, por adición deliberada, la presencia de ningún analito o sustancia por determinar, pero que contiene los mismos disolventes, reactivos y se somete al mismo procedimiento analítico que la muestra problema.

7 Calibración

Conjunto de operaciones que establecen, bajo condiciones específicas, la relación entre los valores de una magnitud indicados por un instrumento o sistema de medición, o los valores representados por una medida materializada y los valores correspondientes de la magnitud, realizados por los patrones, efectuando una corrección del instrumento de medición para llevarlo a las condiciones iniciales de funcionamiento.

8 Descarga

Acción de verter, infiltrar o depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor en forma continua, intermitente o fortuita, cuando éste es un bien del dominio público de la Nación.

9 Disolución estándar

Disolución de concentración conocida preparada a partir de un patrón primario.

10 Disolución madre

Corresponde a la disolución de máxima concentración en un análisis. Es a partir de esta disolución que se preparan las disoluciones de trabajo.

11 Exactitud

Proximidad de concordancia entre el resultado de una medición y un valor verdadero del mensurando.

12 Límite de cuantificación del método (LCM)

Es la menor concentración de un analito o sustancia en una muestra que puede ser cuantificada con precisión y exactitud aceptables bajo las condiciones en que se lleva a cabo el método.

13 Límite de detección del método (LDM)

Es la mínima concentración de un analito o sustancia en una muestra, la cual puede ser detectada pero no necesariamente cuantificada bajo las condiciones en que se lleva a cabo el método.

14 Material de referencia

Material o sustancia en el cual uno o mas valores de sus propiedades son suficientemente homogéneas y bien definidas, para ser utilizadas para la calibración de aparatos, la evaluación de un método de medición, o para asignar valores a los materiales.

15 Material de referencia certificado

Material de referencia, acompañado de un certificado, en el cual uno o más valores de las propiedades están certificados por un procedimiento que establece la trazabilidad a una realización exacta de la unidad en la cual se expresan los valores de la propiedad, y en el que cada valor certificado se acompaña de una incertidumbre con un nivel declarado de confianza.

16 Medición

Conjunto de operaciones que tiene por objeto determinar el valor de una magnitud.

17 Mensurando

Magnitud particular sujeta a medición.

18 Muestra compuesta

La que resulta de mezclar un número de muestras simples. Para conformar la muestra compuesta, el volumen de cada una de las muestras simples deberá ser proporcional al caudal de la descarga en el momento de su toma.

19 Muestra simple

La que se tome en el punto de descarga, de manera continua, en día normal de operación que refleje cuantitativa y cualitativamente el o los procesos más representativos de las actividades que generan la descarga, durante el tiempo necesario para completar cuando menos, un volumen suficiente para que se lleven a cabo los análisis necesarios para conocer su composición, aforando el caudal descargado en el sitio y en el momento de muestreo.

20 Parámetro

Variable que se utiliza como referencia para determinar la calidad del agua.

21 Patrón (de medición)

Material de referencia, instrumento de medición, medida materializada o sistema de medición destinado a definir, realizar, conservar o reproducir una unidad o uno o más valores de una magnitud para utilizarse como referencia.

22 Patrón nacional (de medición)

Patrón reconocido por una decisión nacional en un país, que sirve de base para asignar valores a otros patrones de la magnitud concerniente.

23 Patrón primario

Patrón que es designado o reconocido ampliamente como un patrón que tiene las más altas cualidades metrológicas y cuyo valor es aceptado sin referencia a otros patrones de la misma magnitud.

24 Patrón secundario

Patrón cuyo valor es establecido por comparación con un patrón primario de la misma magnitud.

25 Patrón de referencia

Patrón, en general de la más alta calidad metrológica disponible en un lugar dado, o en una organización determinada del cual se derivan las mediciones realizadas en dicho lugar.

26 Patrón de trabajo

Patrón que es usado rutinariamente para calibrar o controlar las medidas materializadas, instrumentos de medición o los materiales de referencia.

27 Precisión

Es el grado de concordancia entre resultados analíticos individuales cuando el procedimiento analítico se aplica repetidamente a diferentes alícuotas o porciones de una muestra homogénea. Usualmente se expresa en términos del intervalo de confianza o incertidumbre:

28 Trazabilidad

Propiedad del resultado de una medición o del valor de un patrón por la cual pueda ser relacionado a referencias determinadas, generalmente patrones nacionales o internacionales, por medio de una cadena ininterrumpida de comparaciones teniendo todas las incertidumbres determinadas

29 Verificación de la calibración

Una verificación periódica de que no han cambiado las condiciones del instrumento en una forma significativa.

- Recolección, preservación y almacenamiento de muestras:

1 Tomar un mínimo de 300 mL de muestra en un envase de polietileno o teflón, pueden ser muestras simples o compuestas.

2 No se requiere de ningún tratamiento especial en campo.

3 Mantener refrigerado a 4 °C.

4 El tiempo máximo de almacenamiento previo al análisis es de 28 días.

- Control de calidad:

1 Cada laboratorio que utilice este método debe operar un programa de control de calidad (CC) formal.

2 El laboratorio debe mantener los siguientes registros:

Los nombres y títulos de los analistas que ejecutaron los análisis y el encargado de control de calidad que verificó los análisis, y Las bitácoras manuscritas del analista y del equipo en los que se contengan los siguientes datos:

a) Identificación de la muestra;

b) Fecha del análisis;

c) Procedimiento cronológico utilizado;

d) Cantidad de muestra utilizada;

e) Número de muestras de control de calidad analizadas;

f) Trazabilidad de las calibraciones de los instrumentos de medición;

g) Evidencia de la aceptación o rechazo de los resultados, y

h) Además el laboratorio debe mantener la información original reportada por los equipos en disquetes o en otros respaldos de información.

De tal forma que permita a un evaluador externo reconstruir cada determinación mediante el seguimiento de la información desde la recepción de la muestra hasta el resultado final.

3 Cada vez que se adquiriera nuevo material volumétrico debe de realizarse la verificación de la calibración de éste tomando una muestra representativa del lote adquirido.

V. Fluorosis dental

El fluoruro es la forma iónica del flúor, es el elemento número 9 de la tabla periódica y es el más liviano y reactivo de la serie de los halógenos. Los fluoruros poseen carga negativa, combinándose con los iones positivos por consiguiente, nunca se encuentra en la naturaleza en su forma elemental. En el ser humano, la mayor parte del fluoruro está presente en los tejidos calcificados (huesos y dientes), debido precisamente a su gran afinidad por el calcio.

Los métodos más eficaces y más utilizados en la prevención y el control de la caries dental son los basados en la administración de fluoruros.



Ion fluor

- **Metabolismo del flúor**

El aporte de flúor al organismo es por vía oral en su mayor parte. Muchos alimentos lo contienen en mayor o menor medida. Unas veces está presente de forma natural como en el pescado o en el té y otras veces es agregado en el proceso de elaboración y manufactura como ocurre en algunos alimentos infantiles, sal de cocina, leche y otros. Mención especial merece el flúor presente en las aguas de consumo. La cantidad es muy variable. Puede ser excesiva (superior a 1 ppm), inexistente o estar presente en cualquier

concentración en este rango. La procedencia puede ser natural (aguas de zonas con minerales ricos en flúor) o ser añadida artificialmente.

El uso racional de los fluoruros entraña el conocimiento previo del aporte total de flúor de una persona. Se hace necesario conocer la concentración en el agua de la zona en que vive, las bases de su alimentación, y si incluye rutinariamente elementos fluorados.

El flúor procedente del agua se absorbe prácticamente en su totalidad mientras que el flúor que procede de los alimentos se absorbe entre 50-80%. El flúor procedente de la inhalación es esporádico y no representa una cantidad significativa. La absorción mayor ocurre en el estómago y en menor medida en el intestino. A los 30 minutos de la ingesta, el 40% ya se encuentra en los líquidos circulantes. A las cuatro horas el 90% ya se ha absorbido desde el tubo digestivo. La excreción se realiza fundamentalmente por el riñón (60-70%), heces (5-10%) y en pequeñas cantidades por otras secreciones corporales.

El nivel de fluoruros en saliva es aproximadamente 0,01 ppm, pero pueden existir variaciones. Algunos estudios muestran que un cambio en la concentración de fluoruro salivar de 0,01 ppm a 0,02 ppm puede ser suficiente para que un niño sea caries-activo o caries-resistente. La placa dental es también un reservorio de fluoruro. Aquí se encuentra en proporciones más altas que en la saliva (14-20 ppm). La mayor parte se encuentra combinado con el calcio pero puede liberarse cuando el pH desciende.

- **Mecanismo de acción de los fluoruros en la prevención y control de la caries dental:**

Los fluoruros presentes en la boca también son retenidos y concentrados en la placa dental y contribuyen de varias formas a controlar las lesiones iniciales de la caries dental.

Los fluoruros concentrados en la placa dental y en la saliva inhiben la desmineralización del esmalte sano y estimulan su remineralización. A medida que las bacterias cariógenas metabolizan los hidratos de carbono y producen ácidos, la reducción del pH induce la liberación de fluoruros de la placa dental, los cuales, junto con los fluoruros de la saliva son captados con el calcio y el fosfato por el esmalte desmineralizado para mejorar su estructura y hacerlo más resistente a los ácidos. Los ciclos de desmineralización y

remineralización continúan a lo largo de toda la vida de los dientes. Los fluoruros de la placa dental también inhiben el proceso mediante el cual las bacterias cariógenas metabolizan los hidratos de carbono para producir ácidos y alteran la producción bacteriana de polisacáridos adhesivos.

Inicialmente se pensó que los fluoruros solo beneficiaban a los niños, pues su acción se limitaría a los dientes preeruptivos, pero en la actualidad se sabe que también son beneficiosos para los adultos.

Los niños y los adultos con bajo riesgo de caries dental pueden mantener ese estado mediante la exposición frecuente a pequeñas cantidades de fluoruros, a través del consumo de agua fluorada o del uso de dentífricos fluorados. Los niños y adultos con alto riesgo de caries dental pueden beneficiarse de una mayor exposición a los fluoruros mediante el uso de colutorios, suplementos dietéticos o productos aplicados por profesionales.

- **Las propiedades preventivas del ión fluoruro se atribuyen a tres mecanismos de acción:**

1. Favorece la remineralización, incorporándose a los nuevos cristales de fluorapatita y dando, como consecuencia, una superficie más resistente. Aunque todavía es motivo de estudio, la aplicación frecuente de dosis bajas de fluoruro de forma tópica sobre lesiones de mancha blanca y en presencia de iones de calcio y fosfato favorece una remineralización más profunda que si las dosis de fluoruros aplicadas tópicamente fuesen más altas. Podría entenderse como si las concentraciones elevadas dieran lugar a una capa superficial muy remineralizada y poco porosa que impediría el paso de iones a zonas más profundas.
2. Inhibe la desmineralización. Los iones fluoruro penetran a la estructura dentaria simultáneamente con la pérdida de minerales durante el ataque ácido. En este sentido se ha comprobado que el fluoruro presente es mucho más efectivo que el fluoruro incorporado al esmalte durante su formación. Por tanto, es necesario el flúor tópico para proteger de la desmineralización.
3. Inhibición de la actividad bacteriana. El ión flúor tiene acción sobre el crecimiento de la placa, como agente bactericida. Su mecanismo de acción es múltiple. Disminuye la capacidad de entrada de carbohidratos a las bacterias y por tanto

disminuye la formación de ácidos. Asimismo interfiere con la biosíntesis de los polisacáridos extracelulares disminuyendo la adhesión al esmalte.

Actualmente la acción preventiva de los fluoruros frente a la caries no se discute, sin embargo su utilización debe ser cuidadosa para lograr su efecto beneficioso limitando sus efectos tóxicos. El conocimiento, aunque sea somero, de su metabolismo y capacidad tóxica nos permitirá evitar correr riesgos innecesarios.

- Fluorosis dental:

1. - ¿Que es la fluorosis dental?

Es una intoxicación por flúor debido a la hipo mineralización del esmalte dental por aumento de la porosidad.

La fluorosis dental por otro lado es una condición que aparece como el resultado de la ingesta de demasiado fluoruro durante el periodo de desarrollo de los dientes, generalmente desde que se nace hasta que se cumplen 6-8 años.

Niveles demasiado altos de fluoruros pueden perturbar el buen funcionamiento de las células que forman el esmalte (odontoblastos) y por lo tanto impiden que el esmalte madure normalmente.



fluorosis dental

2. - ¿Cuales son las causas de la fluorosis dental?

Se debe a una excesiva ingesta de Flúor durante el desarrollo del esmalte antes de la erupción.

El período de mayor riesgo en el que se puede presentar fluorosis en los dientes anteriores, es entre el año y medio y los 3 años de edad. A esta edad los niños no

comprenden completamente el acto de cepillarse los dientes y escupir, por lo general el niño se traga la mezcla aumentando la dosis de Flúor diaria para su edad.

El niño obtiene Flúor, a través de alimentos, agua, pasta dental y complementos vitamínicos.

El exceso de flúor en los dos primeros años de vida provocará Fluorosis en los dientes definitivos que por lo general salen entre los 7 y años de edad.

3. - Toxicidad de los fluoruros:

Los riesgos de la utilización de fluoruros se derivan de una ingesta excesiva sea a corto o a largo plazo.

La toxicidad aguda es un cuadro grave que resulta de la ingestión de grandes dosis de fluoruros. Si la cantidad es suficiente puede acusar con la muerte del niño. Esto no es solamente una posibilidad sino que numerosos trabajos publicados por los Servicios de Salud de diversos países, muestran que la hospitalización de pacientes infantiles por consumo de dosis tóxicas de fluoruros es relativamente frecuente.

Se considera que la dosis tóxica probable (DTP) es de 5 mg/kg de peso corporal. En el caso de ingesta masiva de flúor el riesgo de accidente agudo dependerá, por tanto, del peso del niño. Los accidentes graves y con riesgo de toxicidad aguda suelen provenir de la ingestión masiva de suplementos de flúor administrado en forma de pastillas. Sin embargo, hay que considerar la posibilidad de que una dosis excesiva provenga de otras fuentes.

La toxicidad crónica se deriva de la ingestión continua de pequeñas dosis de fluoruros pero que son suficientes, por su efecto acumulativo, para provocar la fluorosis dental. Los mecanismos por los que se produce la fluorosis no son todavía bien conocidos. Se le atribuye una acción tóxica sobre los ameloblastos, disminuyendo su número e interfiriendo en la maduración y mineralización del esmalte maduro.

Los efectos de la ingestión de fluoruros parecen ser acumulativos durante la etapa formativa del diente. La duración de la exposición a los fluoruros durante la amelogénesis será el determinante más importante al explicar el desarrollo de fluorosis dental. Se considera que el riesgo es menor durante la fase secretora (antes de los quince meses de edad) y mayor si se administra durante el estadio de maduración del esmalte.

Los primeros años de vida son los más críticos para el desarrollo de fluorosis en los incisivos centrales permanentes, los de principal implicación estética, reportándose el mayor riesgo entre los 21 y 30 meses de edad para las niñas y 15 y 24 meses para los niños. Los dientes que se desarrollan y mineralizan más tarde, como los premolares, tienen una mayor prevalencia de fluorosis y son afectados más severamente. Los dientes primarios también presentan riesgo de desarrollo de fluorosis, en particular los segundos molares primarios.

La fluorosis puede presentar grados. La manifestación menor son manchas blancas opacas con una zona superficial mineralizada y una zona subsuperficial hipocalcificada que le da un aspecto opaco y una mayor fragilidad. Cuando aumenta la severidad de la afectación encontramos alteraciones de la formación del esmalte visibles como estrías, veteados, manchas marrones, etc. En el grado más severo la desmineralización es mucho más profunda pudiendo alcanzar la unión esmalte-dentina. Tras la erupción hay fracturas de la superficie y pronto se observan áreas opacas teñidas con aspecto de superficie descascarillada.

El uso inapropiado de suplementos fluorados y el uso de fórmulas para infantes en la forma de concentrados en polvo han sido asociados a riesgo de fluorosis en áreas que cuentan con agua fluorada. Actualmente los suplementos fluorados están reconocidos por muchos autores como un factor de riesgo de fluorosis dental cuando se administran a niños menores de 5-6 años ya que la maduración pre-eruptiva de los dientes permanentes no se ha completado. Los factores metabólicos personales son determinantes sin que podamos saber, a ciencia cierta, quien presenta una mayor predisposición por lo que las variables manejadas en la práctica son las dosis ingeridas y el estadio de maduración dentaria.

El nivel de ingesta de fluoruro por encima del cual se desarrollará fluorosis se estima en 0,05-0,07 mg F/kg peso corporal por día. Ellwood et al. proponen como dosis de riesgo leve 0,02 mg/kg por día y riesgo severo de fluorosis 0,1 mg/kg diarios.

4.- ¿Cuál es el tratamiento para la fluorosis dental?

Se realizó un estudio en 38 pacientes quienes fueron seleccionados a través de un método no probabilística consecutivo, siendo el índice de superficie dental el examen de fluorosis dental antes y después del tratamiento; este estudio fue realizado a base de peróxido de carbamida, los resultados muestran diferencias estadísticas significativas

entre antes y después del tratamiento y así se pudo llegar a la conclusión de que este tratamiento ofrece ventajas como bajo costo, fácil aplicación y desgaste mínimo de esmalte.



Antes y después de tratamiento para la fluorosis dental

con peroxido de carbamida

5. - Prevención

Para que estés bien

- Si tienes niños menores de dos o tres años, te sugerimos cepillarle los dientes simplemente con agua.
- La cantidad de pasta que debes utilizar en niños pequeños es mínima (equivalente al tamaño de una lenteja).
- Después de cepillarle los dientes, procura que escupa todo el líquido que tiene en su boca para crear en él, el reflejo de escupir.
- No le des ningún medicamento que contenga Flúor si no fue recetado por su pediatra.
- Es un error creer que entre más Flúor menos caries se presentarán.
- Lleva a tu hijo al dentista por lo menos una vez al año, de esta forma él crecerá con una dentadura sana y no le tendrá miedo al dentista.



Tratamiento realizado en niños con éxito

6. - Riesgo de fluorosis del esmalte

La fluorosis del esmalte solo ocurre en menores de 8 años que ingieren cantidades excesivas de fluoruros durante períodos críticos del desarrollo de los dientes. La mayor susceptibilidad corresponde a las fases de transición y maduración temprana, que ocurren en diferentes momentos según el tipo de dientes (incisivos, caninos, etc.). Una vez completada la maduración preeruptiva, el esmalte deja de ser susceptible a la fluorosis. En los menores de 8 años, las fuentes de fluoruros son el agua potable, las bebidas y comidas procesadas, los dentífricos fluorados, los suplementos dietéticos que contienen fluoruros y otros productos dentarios.

Este informe solo trata de la fluorosis del esmalte en menores de 6 años, porque después de esa edad solo son susceptibles los dientes más posteriores, difícilmente visibles. Incluso en sus formas más graves, la fluorosis del esmalte no tiene efectos funcionales adversos; sus efectos son exclusivamente cosméticos.

- Agua potable, comidas y bebidas procesadas fluoradas

El agua potable fluorada contiene concentraciones de fluoruro, naturales o añadidas, eficaces para prevenir la caries dental. La ingesta de fluoruros en adultos

estadounidenses y canadienses oscila entre $< 1,0$ mg/día en zonas con aguas no fluoradas y 1 a 3 mg/día en zonas con aguas fluoradas. En niños que residen en zonas con aguas fluoradas, la ingesta de fluoruros con la dieta es de unos 0,05 mg/kg/día (0,02 a 0,10); en los que residen en zonas con aguas no fluoradas, dicha cantidad es de aproximadamente la mitad. En los EE.UU., el agua y las bebidas procesadas pueden proporcionar cerca de un 75% de la ingesta de fluoruros. Agua potable. Las actuales normas federales de fluoración del agua, mantenidas por el Servicio de Salud Pública de los EE.UU. desde 1962, establecen que el contenido de fluoruros del agua potable municipal debe ser de 0,7 a 1,2 ppm, dependiendo de la temperatura máxima media anual del aire. Los estudios iniciales sobre la fluoración del agua indicaron que la reducción de la caries dental infantil atribuible a la fluoración del agua era del 50 al 60%.

En estudios más recientes la cifra ha sido menor (18 a 40%), probablemente debido al aumento del uso de otras fuentes de fluoruros, sobre todo los dentífricos fluorados. La fluoración del agua también reduce las disparidades entre los niños pobres y no pobres con respecto a la caries.

En algunas zonas donde no era factible la fluoración del agua potable municipal, se promovió durante muchos años la fluoración de los suministros de agua de las escuelas públicas. Como los niños solo están en la escuela parte del día, la concentración de fluoruros recomendada en estos casos era 4,5 veces mayor que la del agua municipal de la misma zona geográfica. Los estudios iniciales sobre los efectos de esta práctica indicaron que habría reducido en un 40% la incidencia de la caries dental entre los escolares, pero estudios más recientes indican que en la actualidad el efecto podría no ser tan pronunciado. Además, esta práctica se ha ido abandonando a partir de los años ochenta y se desconoce su difusión actual.

Algunas personas solo consumen agua embotellada y muchas aguas embotelladas contienen una cantidad de fluoruros $< 0,3$ ppm, lejos de la concentración óptima de 1,0 ppm.



CONCLUSIONES

En la presente recopilación de datos se estudiaron diferentes puntos importantes, que no tan solo depende de el área de salud en la que nosotros nos encontramos sino también a las autoridades y al publico en general; por ello quise no tan solo concluir mi trabajo sino también algunas recomendaciones; que como mencione anteriormente no tan solo para nosotros que estamos dentro del área medica sino a las diferentes ares que tienen relación a este tema.

I. Salud pública y práctica clínica

- Nosotros como médicos de la salud pública debemos continuar y ampliar la fluoración del agua potable municipal; ya que es una forma segura, eficaz y barata de evitar la caries dental beneficiando así a todos los grupos de edad y de todos los niveles socioeconómicos.
- Nosotros, miembros de salud bucodental tenemos la obligación de aconsejar a los padres o tutores a cargo de los menores sobre el uso de dentífricos fluorados; ya que como lo hemos mencionado el uso de dentífricos fluorados es una forma de reducir la prevalencia de la caries dental que. Sin embargo, hay un riesgo considerable de fluorosis del esmalte que se puede reducir realizando dos o menos cepillados al día, aplicando una pequeña cantidad de pasta de dientes (0,25 g), supervisando el cepillado e instruyendo al niño para que escupa la pasta.
- Los puntos anteriores solo para casos de personas o comunidades con alto riesgo de caries dental; y esto, siempre y cuando sea recomendado y autorizado por un profesional de la salud bucal.
- En cuanto a prescribir suplementos de fluoruro, no es una idea errónea, ni fallida pero siempre y cuando se haga un estudio profundo y minucioso de la persona a la cual se le prescribe y no nada mas prescribir al momento de ver un alto riesgo de caries dental, ya que sino el beneficio seria mas bien un grave problema de fluorosis.

- Por ultimo solo podemos mencionar que tanto el consumir productos ya fluorados que son de uso rutinario como lo son la sal y el agua potable no se debe descartar, sin embargo si se tiene que hacer una determinación de las cantidades que consumimos al día para saber si esta dentro del rango establecido.

II. Industrias y organismos sanitarios

- Declarar el contenido de fluoruros en la etiqueta de las aguas embotelladas. Esto les permite a los consumidores tomar decisiones con conocimiento de causa y a los dentistas y otros profesionales sanitarios aconsejar a los pacientes sobre el consumo de fluoruros y el uso de productos fluorados.
- Promover el uso de pequeñas cantidades de dentífricos fluorados por los menores de 6 años. Los fabricantes deberían especificar en las etiquetas y publicidad de sus productos la necesidad de que estos niños usen una pequeña cantidad de pasta de dientes (0,25 g) en cada cepillado e indicar que no se debe de ingerir.
- Producir dentífricos con bajo o nulo contenido de fluoruros para los menores de 6 años. Estos productos “infantiles” deberían contener una cantidad de fluoruros que siga siendo eficaz para prevenir la caries dental, pero que al mismo tiempo reduzca el riesgo de fluorosis del esmalte.
- Colaborar en la educación de los profesionales sanitarios y del público. Las organizaciones de profesionales sanitarios, los organismos de salud pública y los fabricantes y distribuidores de productos dentales deberían colaborar en la educación de los profesionales sanitarios y del público en general acerca de las recomendaciones de este informe.

III. Nuevas investigaciones

- Realizar estudios metabólicos sobre los fluoruros. Se deben proseguir los estudios metabólicos en animales y humanos para determinar la influencia de las condiciones ambientales, fisiológicas y patológicas sobre la farmacocinética y los efectos de los fluoruros.

- Identificar marcadores biológicos de los fluoruros. La identificación de marcadores biológicos como alternativa a la medición directa de la ingesta de fluoruros podría llevar a mayor eficiencia en las investigaciones.
- Reevaluar el método de determinación de la concentración óptima de fluoruros en el agua potable municipal. Debido a los cambios ambientales que se han producido desde 1962, fecha de su adopción, se debería reevaluar el método actual, basado en la temperatura máxima media anual del aire. También es necesario investigar los actuales patrones de consumo de agua y de bebidas y comidas procesadas
- Evaluar los efectos de los colutorios fluorados, de los suplementos de fluoruros y de otras modalidades de administración de fluoruros sobre la caries dental. Son necesarios nuevos ensayos clínicos para evaluar los efectos individuales y combinados de diferentes modalidades de administración de fluoruros, especialmente en individuos con alto riesgo de padecer la enfermedad, incluidos los mayores de 50 años.
- Estudiar la relación costo-efectividad de las actuales modalidades de administración de fluoruros. Las múltiples modalidades existentes en la actualidad y la baja prevalencia de la caries dental en los EE.UU. hacen necesaria la realización de estos estudios en poblaciones con diferentes riesgos de caries dental.
- Realizar estudios epidemiológicos descriptivos y analíticos. Su objetivo sería determinar la asociación entre la caries dental y la exposición a diferentes fuentes de fluoruros, así como el papel de la fluoración del agua potable municipal en la prevención de la caries coronal y radicular en adultos. Asimismo, es necesario perfeccionar los métodos de valoración del riesgo de caries dental.
- Identificar estrategias eficaces para promover la adopción de las recomendaciones actuales sobre el uso de fluoruros. Dichas estrategias deben estar dirigidas tanto a los adultos como a los niños, a sus padres y a los profesionales sanitarios.
- Al elaborar las recomendaciones formuladas en este informe, el grupo de trabajo tuvo en cuenta la calidad de las pruebas sobre los efectos de cada modalidad de administración de fluoruros en la caries dental y la fluorosis del esmalte, así como su relación costo-efectividad. Antes de promover el uso de una modalidad o de una

combinación de modalidades, los profesionales sanitarios deben considerar el riesgo de caries dental de la persona o del grupo, el uso actual de otras fuentes de fluoruros y el riesgo de fluorosis del esmalte. Como el riesgo de caries dental puede variar a lo largo del tiempo, puede ser necesario modificar el tipo y frecuencia de las intervenciones preventivas en función de dichos cambios.

- Cuando se usan de forma adecuada, los fluoruros son un agente seguro y eficaz para la prevención y el control de la caries dental. Los fluoruros, necesarios durante toda la vida para evitar la caries, han contribuido de forma muy importante a mejorar la salud dental de la población de los EE.UU. y de otros países. Para mejorar todavía más la salud bucodental de la población es necesario seguir ampliando los programas de fluoración del agua potable y el uso de dentífricos fluorados. La adopción de las recomendaciones formuladas en este informe podría proporcionar considerables ahorros públicos y privados, sin comprometer los beneficios ofrecidos por los fluoruros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. NMX-AA-077-SCFI-2001
2. XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental Cancún, México, 27 al 31 de octubre, 2002
3. salud pública de México / Vol.43, no.2, marzo-abril de 2000.
4. Rev Panam Salud Publica/Pan Am J Public Health 11(1), 2002
5. Rev. Cubana Salud Pública 2003; 29(3):268-74
6. Loyola-Rodríguez JP, Pozos-Guillén AJ, Berumen-Maldonado MR, et al Tratamiento de fluorosis dental con peróxido de carbamida Revista ADM 2000; 57 (3): 89-93
7. salud pública de México / Vol.43, no.2, marzo-abril de 2001.
8. BARBERIA LEACHE, Elena, CARDENAS CAMPOS, Dora, SUAREZ CLUA, M^a Cruz *et al.* **Fluoruros tópicos: revisión sobre su toxicidad.** *Rev. Estomatol. Herediana*, jan./junio 2005, vol.15, no.1, p.86-92. ISSN 1019-4355.
9. Norma Oficial Mexicana NOM 014-SSA1 1993. Procedimientos para el muestreo de agua para uso y consumo humano en sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados. México, DF: Diario Oficial de la Federación, 8 de diciembre de 1994.
10. Díaz-Barriga F, Navarro-Quezada A, Grijalva MI, Grimaldo M, Loyola- Rodríguez JP, Ortiz MD. Endemic fluorosis in Mexico. *Fluoride* 1997; 30(4):233-239.