

DIAGNOSTICO DIFERENCIAL ENTRE FLUOROSIS DENTAL E  
HIPOCALCIFICACIONES

Nancy Angulo 912245  
Harold Avila 932210  
Claudia Cabrera 912326  
Ma. Cristina Gómez 932229  
Ricardo Pulido 932202



COLEGIO UNIVERSITARIO COLOMBIANO  
COLEGIO ODONTOLOGICO COLOMBIANO  
AREA DE EDUCACION AVANZADA  
PROGRAMA DE GRADO  
SANTAFE DE BOGOTA, D.C.

1998

**DIAGNOSTICO DIFERENCIAL ENTRE FLUOROSIS DENTAL E  
HIPOCALCIFICACIONES**

**Nancy Angulo  
Harold Avila  
Claudia Cabrera  
Ma. Cristina Gómez  
Ricardo Pulido**

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar por el título de Odontólogos**

**Director  
Carmenza Macías  
Odontóloga Especialista en Odontopediatría**

**Asesor Metodológico  
Elba María Bermúdez  
Odontóloga Maestría en Administración en salud**

**COLEGIO UNIVERSITARIO COLOMBIANO  
COLEGIO ODONTOLOGICO COLOMBIANO  
AREA DE EDUCACION AVANZADA  
PROGRAMA DE GRADO  
SANTAFE DE BOGOTA, D.C.  
1998**

## **INTRODUCCION**

El uso del flúor como preventivo de la caries dental, con sus ventajas de eficacia, seguridad y economía ha sido muy amplio y profundamente estudiado en el transcurso de los últimos cuatro decenios.

Se puede afirmar que es una de las medidas de salud pública más estudiadas en el mundo entero.

El flúor puede ser utilizado tanto en forma sistémica como tópica, su adecuada selección permite la utilización de esta medida en programas preventivos individuales, grupales o masivos con excelentes resultados.

Si no hay control y vigilancia adecuada se puede producir una intoxicación crónica cuya primera manifestación se da como fluorosis dental.

La fluorosis dental es una hipomineralización del esmalte y se debe diferenciar con las otras hipomineralizaciones con sus diferentes etiologías.



# **DIAGNOSTICO DIFERENCIAL ENTRE FLUOROSIS DENTAL E HIPOCALCIFICACIONES**

## **1. CONTEXTO DE LA INVESTIGACION**

### **1.1. Definición del problema**

De acuerdo con el Decreto 2024 de 1984; se implementó la fluoruración de la sal como una medida de salud pública para llevar fluoruro a toda la población colombiana. Esta medida pone en riesgo a nuestra población de presentar fluorosis dental.

Es necesario realizar un manual que guíe al odontólogo en la clínica para realizar un diagnóstico diferencial entre fluorosis dental y otras hipocalcificaciones.

Se debe tener un adecuado conocimiento profesional sobre el fluoruro: (metabolismo, mecanismos de acción, toxicidad y fluorosis dental) y de otras alteraciones de la mineralización del esmalte, (como las hipocalcificaciones: su etiología y signos clínicos), para llegar a dar un diagnóstico adecuado de estas alteraciones del esmalte dental.



## **1.2. Justificación**

Como la fluorosis dental no era una alteración de alta incidencia en la población no había una formación del odontólogo en esta área, lo que conlleva a que exista una confusión en el diagnóstico clínico de la fluorosis dental y otras hipocalcificaciones por otras causas como: efectos nutricionales, ingesta de medicamentos y alteraciones metabólicas.

## **1.3. Propósito**

Definir signos clínicos de la fluorosis dental y de las hipocalcificaciones para difundir este conocimiento entre los estudiantes y profesores.

## **1.4 Marco Teórico**

El odontólogo o cualquier persona utilice este trabajo investigativo como obra de consulta y desee encontrara información acerca del desarrollo y algunas anomalías que se presentan durante la mineralización del esmalte como es la amelogenesis imperfecta que es la que se tratara en este.

También se ofrece una información sobre las fuentes, los usos, el metabolismo, materiales, distribución en el esmalte y elementos que liberan flúor. Se tratara la patogénesis de la fluorosis dental.

#### **1.4.1. Información general sobre el esmalte dental**

El esmalte maduro de un diente humano funcional es el material más duro del cuerpo. Su dureza se debe principalmente a que está formado por 96 a 99% de matriz inorgánica. La matriz inorgánica es fosfato de calcio en forma de cristales de hidroxiapatita, que en este aspecto lo hace semejante a los otros tejidos calcificados, p.ej., hueso, dentina, cemento, cartilago. No obstante, este factor es la única semejanza que existe entre el esmalte y los otros tejidos calcificados. El esmalte es único en los siguientes aspectos:

1. Se deriva del ectodermo.
2. Su matriz orgánica es de naturaleza no colágena.
3. Sus cristales de hidroxiapatita son grandes en extremo, mucho más que los tejidos calcificados.
4. En el esmalte maduro humano no hay células ni prolongaciones celulares. Las células se pierden durante la erupción, y por ello no se puede elaborar nuevo esmalte por aposición después de la erupción, o sea que no hay crecimiento de esmalte maduro.
5. Las vesículas de la matriz en calcificación limitadas por membranas no participan en el proceso de calcificación del esmalte.

Estas características, así como otras más sutiles, hacen que el esmalte humano maduro sea único, entre todos los tejidos calcificados.

Físicamente, a causa de su 99% de contenido inorgánico, el esmalte maduro es de gran dureza, que lo capacita para resistir las fuerzas de la masticación, entre otras. También da origen a una extrema fragilidad, y si no fuera por la dentina subyacente más blanda, el esmalte se fracturaría repetidas veces. A pesar de su dureza, los estudios han demostrado que el tejido maduro es permeable.

#### - **Etapas del desarrollo del esmalte dental**

El desarrollo y morfogénesis del órgano del esmalte de origen ectodérmico incluye una repetida proliferación celular (mitosis) combinada con cito, histo y morfodiferenciación, así como diferenciación bioquímica y activación y expresión genética específicas. Es más probable que estos acontecimientos sean programados y controlados por la población de células ectomesenquimatosas asociadas, derivadas de las células de la cresta neural craneal, y es más probable que participen en ellos la inducción embrionaria y las interacciones entre epitelio y mesénquima. Para estas interacciones se necesita algún tipo de sistema de mensajes entre las dos poblaciones heterotípicas de células o sea el ectodermo bucal y el ectomesénquima. Este sistema de mensajes debe poseer la capacidad de atravesar la matriz intercelular (complejo lámina basal – membrana basal) interpuesta entre los dos tipos de células.



Este sistema podría incluir cualquiera de los siguientes mecanismos, a todos ellos:

1. Transporte de vesículas de la matriz limitadas por membrana portadoras de información
2. Comunicación intercelular con la participación de prolongaciones citoplásmicas y uniones comunicantes de baja resistencia
3. Transferencia de iones
4. Componentes específicos de la matriz extracelular (colágena, fibronectina, etc.)
5. Difusión molecular y transferencia de moléculas portadoras de información, como las de hormonas, factores específicos de crecimiento, etc.

La formación de un órgano del esmalte completo y funcional depende de la presencia de la matriz intercelular, así como del ectomesénquima de la papila dental.

#### - **Matriz del esmalte dental**

Se divide en matriz orgánica e inorgánica.

**La matriz orgánica** del esmalte dental a diferencia de la matriz orgánica de otros tejidos calcificados, en que predomina la presencia de colágena (por lo general tipo I), la matriz orgánica del esmalte está compuesta por proteínas no colágenas llamadas en conjunto proteínas del esmalte.

Los estudios de la síntesis de proteínas de la matriz del esmalte con microscopia óptica y microscopia electrónica por transmisión utilizando procedimientos autorradiográficos, y los estudios bioquímicos de la síntesis de proteínas del esmalte, han señalado que estas proteínas son polipéptidos glucosilados sintetizados y secretados por los ameloblastos. La secreción incluye un mecanismo tipo merocrito. Más adelante se describirá la vía intracelular característica para la síntesis de proteínas.

Esta vía incluye lo siguiente:

1. Síntesis de polipéptidos de las proteínas del esmalte en los polirribosomas relacionados con el retículo endoplásmico rugoso bien desarrollado
2. Transferencia y posterior glucosilación (con participación de la glucosiltransferasa) en el aparato de Golgi
3. Empaquetamiento en vesículas secretorias
4. Fosforilación en que participan las fosfocinasas
5. Secreción
6. Degradación extracelular por las peptidasas del esmalte, como la esterasa de serina.

El resultado final de este proceso es la formación de numerosos fragmentos de polipéptidos de peso molecular variable.

Avances recientes en los procedimientos de extracción bioquímica han identificado dos clases diferentes de proteínas en la matriz del esmalte: enamelinas y amelogeninas. Las enamelinas parecen ser glucoproteínas ácidas de alto peso molecular (72 000). Por su parte, las amelogeninas son glucoproteínas hidrófilas, ricas en prolina, con peso molecular de 30000. Las enamelinas también se caracterizan por la presencia de cantidades enriquecidas de glicina, ácido aspártico, serina (¿fosfoserina?) y ácido glutámico (quizá en forma de ácido gammacarboxiglutámico, que tiene una gran afinidad por el calcio). Se ha encontrado que las enamelinas poseen una gran afinidad por los cristales de hidroxiapatita de calcio.

Además de la prolina, se ha demostrado que las amelogeninas son ricas en ácido glutámico, leucina e histidina.

En la matriz orgánica del esmalte también se encuentran glucosaminoglicanos, proteoglicanos y diversas clases de lípidos. Estas moléculas orgánicas pueden desempeñar un papel en la calcificación de las proteínas del esmalte.

**La matriz inorgánica** igual que en el hueso, la dentina y el cemento, el principal cristal del esmalte es el fosfato de calcio en forma de hidroxiapatita cristalina, esto es  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ , la unidad celular. Los cristales del esmalte, a diferencia de los otros tejidos calcificados, son extremadamente grandes y se asemejan a placas de forma hexagonal. La longitud aproximada promedio de estos cristales es de 2 000 Å., pero no son raras las longitudes entre 5 000 y 60 000 Å., Los cristales del hueso y la dentina son



pequeños, aplanados y en forma de aguja. No parece haber una etapa de fosfato de calcio amorfo en la formación de la hidroxiapatita cristalina del esmalte (a diferencia del hueso y la dentina).

La unidad celular del cristal de hidroxiapatita contiene otros componentes además de calcio, fosfato y residuos hidroxilo. Por ejemplo, cuando se analiza, el esmalte de la unión amelo-dentinal (UDE) contiene altas concentraciones de sodio, magnesio y carbonato. La concentración de estos mismos materiales está muy reducida en la superficie del esmalte.

Por otro lado, se han encontrado altas concentraciones de elementos como flúor, plomo y cinc en las capas superficiales del esmalte, pero se reducen en las capas profundas del tejido maduro. Es probable que estos gradientes iónicos tengan importancia funcional. Por ejemplo, cuando se incorporan flúor, plomo y cinc a la hidroxiapatita del esmalte, hacen que los cristales sean extremadamente duros y resistentes a la disolución por ácidos. Por ello, este esmalte es más resistente a las caries, ya que hay una notable disminución de la solubilidad del esmalte de la superficie. Los iones relacionados con los cristales de hidroxiapatita del esmalte hacen que las estructuras más profundas sean más solubles en agua y ácidos. Es probable que a causa de esto el esmalte sea menos quebradizo y más resistente a las fracturas a lo largo de la UDE.

Otros elementos de los cuales se encuentran huellas en el esmalte humano son aluminio, bario, cobre, molibdeno, estroncio, azufre, estaño y titanio.

pequeños, aplanados y en forma de aguja. No parece haber una etapa de fosfato de calcio amorfo en la formación de la hidroxiapatita cristalina del esmalte (a diferencia del hueso y la dentina).

La unidad celular del cristal de hidroxiapatita contiene otros componentes además de calcio, fosfato y residuos hidroxilo. Por ejemplo, cuando se analiza, el esmalte de la unión amelo-dentinal (UDE) contiene altas concentraciones de sodio, magnesio y carbonato. La concentración de estos mismos materiales está muy reducida en la superficie del esmalte.

Por otro lado, se han encontrado altas concentraciones de elementos como flúor, plomo y cinc en las capas superficiales del esmalte, pero se reducen en las capas profundas del tejido maduro. Es probable que estos gradientes iónicos tengan importancia funcional. Por ejemplo, cuando se incorporan flúor, plomo y cinc a la hidroxiapatita del esmalte, hacen que los cristales sean extremadamente duros y resistentes a la disolución por ácidos. Por ello, este esmalte es más resistente a las caries, ya que hay una notable disminución de la solubilidad del esmalte de la superficie. Los iones relacionados con los cristales de hidroxiapatita del esmalte hacen que las estructuras más profundas sean más solubles en agua y ácidos. Es probable que a causa de esto el esmalte sea menos quebradizo y más resistente a las fracturas a lo largo de la UDE.

Otros elementos de los cuales se encuentran huellas en el esmalte humano son aluminio, bario, cobre, molibdeno, estroncio, azufre, estaño y titanio.



## - **Célula formadora del esmalte dental**

Las células diferenciadas por completo que producen el esmalte se conocen como ameloblastos. Cuando son activas, estas células son cilíndricas y altas en extremo, con citoplasma altamente polarizado. No obstante, los ameloblastos se originaron de las células escamosas del epitelio bucal o ectodermo bucal. Por ello, debe haber un grado considerable de cito, morfo e histodiferenciación, así como de diferenciación bioquímica durante el desarrollo de los ameloblastos aptos. Además, el ciclo vital de un ameloblasto es muy complejo. La misma célula puede adoptar uno de muchos estados morfológicos, lo cual depende de su estado funcional respecto de la formación, maduración, unión, etc., del esmalte. Ahora se describirán algunas de estas etapas en el ciclo vital de un ameloblasto típico.

1. **Los preameloblasto** Son células epiteliales cilíndricas bajas que se localizan más cerca del asa cervical del epitelio interno del esmalte. Estas células son inmaduras y están en el proceso de diferenciación. Con frecuencia demuestran actividad mitótica, lo que indica que aún no alcanzan su madurez.
2. **El ameloblasto secretor** Son células epiteliales cilíndricas altas en extremo con una gran polarización del citoplasma. Se originan por la actividad mitótica de un solo preameloblasto. El ameloblasto secretor es una célula diferenciada por completo, lo



que significa que ha llegado a ser tan especializada por cito, morfo e histodiferenciación, que es incapaz de efectuar más mitosis.

Por ello, durante la amelogénesis debe haber una fuente constante de ameloblastos. Esta fuente es la población de preameloblastos. Por la secuencia de la diferenciación, los ameloblastos secretores se localizan en situación más coronal o cuspeídea en el epitelio interno del esmalte que los preameloblastos, que se localizan en posición cervical.

A medida que los preameloblastos experimentan mitosis y la subsiguiente diferenciación, los ameloblastos secretores resultantes adoptan en su estructura fina las características de una típica célula sintetizadora y secretoria de proteínas. Por ello, el ameloblasto secretor se caracteriza por la presencia de un retículo endoplásmico rugoso bien desarrollado, un extenso aparato de Golgi y numerosos gránulos de secreción limitados por membrana. Las proteínas que están siendo sintetizadas y secretadas por esta célula son las proteínas del esmalte, características de la matriz del mismo (enamelina y amelogenina), así como algunas de las otras moléculas orgánicas mencionadas antes.

También se debe señalar que la prolongación de Tomes no se encuentra al principio en el ameloblasto secretor. Se forma sólo después de iniciarse la formación del esmalte, y de que los ameloblastos se han retirado una corta distancia en dirección

oclusal. El primer esmalte que se deposita es de naturaleza aprismática, o sea que no presenta los prismas característicos (hay que mencionar que también se encuentra una capa aprismática en el esmalte). El tipo prismático, que forma la mayor parte del esmalte, se forma en asociación con la prolongación de Tomes. Como resultado, sólo se puede formar cuando esta prolongación está presente.

También se debe recordar que aunque los ameloblastos del epitelio interno del esmalte se diferencian antes que las células ectomesenquimatosas de la papila dental, esta diferenciación no es terminal. Los ameloblastos no terminarán de diferenciarse en células productoras de esmalte sino hasta después que las células ectomesenquimatosas han terminado de diferenciarse en odontoblastos, en un proceso que necesita de las interacciones epitelio-mesénquima. Estas células producen dentina calcificada antes de la formación del esmalte. De hecho, el primer esmalte que se forma (la zona aprismática interna) se deposita por epitaxia en la superficie de los cristales de hidroxapatita de la dentina.

Cuando está presente, la prolongación de Tomes es una extensión bulbosa y cónica del citoplasma distal de un ameloblasto secretor. En esencia se extiende del velo terminal distal hacia fuera. Su contenido citoplásmico se limita de manera casi exclusiva a microtúbulos, microfilamentos y gránulos de secreción limitados por membrana. Estos últimos contienen, entre otras cosas, las proteínas del esmalte. Los



gránulos de secreción son liberados por el polo secretor de la célula (prolongación de Tomes) por exocitosis.

Además de secretar la matriz del esmalte, algunos investigadores han postulado que la prolongación de Tomes también puede funcionar (al mismo tiempo) en la resorción (maduración) de la matriz del esmalte. En estas circunstancias, la prolongación de Tomes demostraría duplicidad de funciones.

Además de los cambios estructurales ocasionados por la diferenciación terminal de los ameloblastos, los ameloblastos secretores también muestran signos de diferenciación bioquímica. De esta manera, las enzimas del ciclo del ácido cítrico aparecen por primera vez al mismo tiempo que las glúcólisis. En este momento también se demuestran ATPasas y son fosfatasas específicas. En general, la actividad metabólica de los ameloblastos secretores se eleva muy por encima de la de los preameloblastos.

3. **El ameloblasto de maduración** Cuando se completa la formación del esmalte de la corona, los ameloblastos secretores experimentan cierto tipo de diferenciación para transformarse en ameloblastos de maduración. Estas células funcionan en la maduración del esmalte, proceso por el cual el esmalte inmaduro de la corona recién formada (aproximadamente 80% inorgánico y 20% orgánico) se convierte (por calcificación o cristalización secundaria) en el esmalte maduro típico (99%



inorgánico y menos del 1% orgánico). El ameloblasto ya no es una célula secretoria, sino más bien una célula absorbente y resorbente. Como consecuencia de este cambio aparente en la función, hay un correspondiente cambio en la citoarquitectura de las células. La prolongación de Tomes desaparece y es sustituida por microvellosidades, que forman un borde estriado muy semejante al que se ve en las células absorbentes del intestino delgado. El retículo endoplásmico rugoso y el complejo de Golgi, antes bien desarrollados, involucionan por la vía de los autofagosomas. En el compartimento citoplásmico distal supranuclear hay predominio de lisosomas, vacuolas y mitocondrias.

Hay aumento de tamaño y número de las uniones comunicantes entre células adyacentes.

Desaparece el velo terminal distal.

Todos estos cambios morfológicos son indicadores del antes mencionado cambio en la función celular. Las células ya no son sintetizadoras y secretorias de las proteínas del esmalte. En vez de eso, producen hidrolasas lisosómicas (proteasas entre otras), que digieren el exceso de matriz orgánica del esmalte para crear el espacio necesario para la cristalización adicional de la hidroxiapatita. De esta manera, al crearse el espacio (por eliminación de proteínas y agua), se puede agregar fosfato de calcio adicional de la hidroxiapatita existente para formar sus enormes cristales, tan

característicos del esmalte maduro. El ameloblasto de maduración funciona en la absorción y captación de la matriz orgánica digerida y el agua que le acompaña.

Cuando penetran en el compartimento vacuolar, las proteínas de la matriz sufren un catabolismo adicional.

#### **1.4.2. Formación del esmalte dental (amelogénesis)**

##### **\* Formación de la matriz orgánica:**

Parece algo dudoso que los ameloblastos secretores funcionen en la síntesis y secreción de la matriz orgánica del esmalte. Con su complemento de organitos citoplásmicos bien desarrollados, que incluyen el retículo endoplásmico rugoso, el complejo de Golgi y los numerosos gránulos de secreción limitados por membranas derivadas de este último, la célula aparece semejante en su morfología estructural fina a otras células bien establecidas como sintetizadoras y secretoras, como las células acinares de la parótida y páncreas.

Además de los ya mencionados organitos, pruebas recientes también han demostrado la posible participación de la fosfatasa ácida y los lisosomas en la formación de las proteínas del esmalte. De esta manera, se encuentran un complejo de cisternas de membrana en relación de continuidad llamado (Golgi-retículo endoplásmico-lisosomas) en los ameloblastos secretores, igual a la que se ha definido en otras células secretorias. Es



probable que los lisosomas actúen en la modificación ulterior, esto es, la división proteolítica de las proteínas del esmalte.

En la vía intracelular para la formación y transporte de proteínas de la matriz orgánica del esmalte participan:

1. El retículo endoplásmico rugoso
2. El aparato de Golgi
3. Los lisosomas
4. Los gránulos de secreción

En los tres primeros sin duda participa un complejo de cisternas membranosas conocido como GREL. En el retículo endoplásmico rugoso se sintetizan los polipéptidos de las proteínas del esmalte, probablemente en sus formas precursoras, esto es, proenamelina.

Estas formas precursoras se transportan luego al complejo de Golgi, donde tienen lugar algunas modificaciones específicas de los péptidos: glucosilación, sulfatación y fosforilación. En el complejo de Golgi también se pueden concentrar estas proteínas. El componente lisosómico del GREL, rico en enzimas proteolíticas, puede funcionar en la división de los polipéptidos nacientes. Los productos finales son empacados en gránulos de secreción, donde pueden tener lugar algunas modificaciones adicionales. No obstante, la mayor parte de estos gránulos actúa como un sistema para el transporte de los productos de



secreción hacia el frente de la matriz. En este mecanismo participan microtúbulos, microfilamentos e iones de calcio.

En muchos aspectos, el ameloblasto secretor es semejante al odontoblasto de la dentina, sintetizador y secretor de colágena.

#### - **Calcificación de la matriz:**

Estas observaciones han conducido a la teoría de que durante la fase secretoria algo de calcio pasa por el espacio intercelular lateral hacia el esmalte, hasta que alcanza el complejo de unión distal. En este momento, y por algún mecanismo aún no descrito, el calcio entra al ameloblasto secretor sólo para salir por el polo secretor, esto es, la prolongación de Tomes. De cualquier manera, se han acumulado pruebas suficientes que parecen indicar un papel para el ameloblasto secretor en el flujo transcelular de calcio hacia el frente de calcificación. También puede existir, al menos en parte, una segunda vía extracelular.

Una segunda población de las células que componen el órgano del esmalte también puede participar en el flujo vectorial de calcio hacia el esmalte en formación. Estas son células del estrato intermedio que se localiza inmediatamente por encima de los ameloblastos. Los estudios de microscopia electrónica han demostrado numerosas uniones comunicantes entre las células de la capa celular intermedia y los ameloblastos, lo que permite la comunicación

intercelular, y muy posiblemente el movimiento de iones calcio entre las capas celulares participantes o dentro del espacio intercelular lateral. Es interesante saber que las células del estrato intermedio posee actividad de ATPasa de calcio extremadamente alta.

- **Maduración del esmalte:**

La maduración del esmalte es el proceso o la serie de proceso que ocasionan la “conversión” del esmalte inmaduro en esmalte maduro. Esto produce un esmalte que por lo general contiene 99% de matriz inorgánica y 1% (o menos) de matriz orgánica. Se cree que la maduración del esmalte incluye lo siguiente:

1. Un cambio notable en la morfología celular de los ameloblastos secretores, que produce la formación de ameloblastos de maduración. Los primeros se caracterizan por la presencia de prolongaciones de Tomes, en tanto que los segundos se caracterizan por un borde estriado, señal de su poder de absorción.
2. Eliminación y subsiguiente degradación de una proporción importante de la matriz orgánica del esmalte. Esta degradación se acompaña de un flujo masivo de agua hacia fuera del esmalte.
3. A medida que el agua y las proteínas salen del esmalte, hay un notable flujo hacia adentro de iones inorgánicos, principalmente calcio y fosfato. Estos iones son

absorbidos a la superficie de los cristales de hidroxiapatita existentes, lo que ocasiona la formación de los cristales grandes en extremo antes descritos.

### 1.4.3. Cronología de la calcificación dental

| Diente                    | Formación de Tejido duro  | Cantidad esmalte formado al nacimiento | Esmalte completado |
|---------------------------|---------------------------|----------------------------------------|--------------------|
| <b>Dentición primaria</b> |                           |                                        |                    |
| <b>Maxilar</b>            |                           |                                        |                    |
| Incisivo central          | 4 meses v.i. <sup>1</sup> | cinco sextos                           | 1 ½ meses          |
| Incisivo lateral          | 4 ½ meses v.i.            | dos tercios                            | 2 ½ meses          |
| Canino                    | 5 meses v.i.              | un tercio                              | 9 meses            |
| Primer molar              | 5 meses v.i.              | cúspides unidas                        | 6 meses            |
| Segundo molar             | 6 meses v.i.              | puntas de cúspides aún aisladas        | 11 meses           |
| <b>Mandibular</b>         |                           |                                        |                    |
| Incisivo central          | 4 ½ meses v.i.            | tres quintos                           | 2 ½ meses          |
| Incisivo lateral          | 4 ½ meses v.i.            | tres quintos                           | 3 meses            |
| Canino                    | 5 meses v.i.              | un tercio                              | 9 meses            |
| Primer molar              | 5 meses v.i.              | cúspides unidas                        | 5 ½ meses          |
| Segundo molar             | 6 meses v.i.              | puntas de cúspides aún aisladas        | 10 meses           |



| Diente                      | Formación de Tejido duro | Cantidad esmalte formado al nacimiento | Esmalte completado |
|-----------------------------|--------------------------|----------------------------------------|--------------------|
| <b>Dentición permanente</b> |                          |                                        |                    |
| <b>Maxilar</b>              |                          |                                        |                    |
| Incisivo central            | 3 – 4 meses              | -----                                  | 4 – 5 años         |
| Incisivo lateral            | 10 – 12 meses            | -----                                  | 4 – 5 años         |
| Canino                      | 4 – 5 meses              | -----                                  | 6 – 7 años         |
| Primer premolar             | 1 ½ - 1 ¾ años           | -----                                  | 5 – 6 años         |
| Segundo premolar            | 2 ¼ - 2 ½ años           | -----                                  | 6 – 7 años         |
| Primer molar                | al nacer                 | a veces huellas                        | 2 ½ - 3 años       |
| Segundo molar               | 2 ½ - 3 años             | -----                                  | 7 – 8 años         |
| <b>Mandibular</b>           |                          |                                        |                    |
| Incisivo central            | 3 – 4 meses              | -----                                  | 4 – 5 años         |
| Incisivo lateral            | 3 - 4 meses              | -----                                  | 4 – 5 años         |
| Canino                      | 4 – 5 meses              | -----                                  | 6 – 7 años         |
| Primer premolar             | 1 ¾ - 2 años             | -----                                  | 5 – 6 años         |
| Segundo premolar            | 2 ¼ - 2 ½ años           | -----                                  | 6 – 7 años         |
| Primer molar                | al nacer                 | a veces huellas                        | 2 ½ - 3 años       |
| Segundo molar               | 2 ½ - 3 años             | -----                                  | 7 – 8 años         |

<sup>1</sup> V.i. vida intrauterina

#### 1.4.4. Anomalías de estructura del esmalte dental

Durante la amelogénesis (síntesis, secreción y mineralización de proteínas del esmalte) pueden ocurrir aberraciones, que producen esmalte hipoplásico o hiperplásico o un esmalte hipermineralizado o hipomineralizado. Estas son las que se consideran anomalías de estructura del esmalte.

De acuerdo a su etiología se clasifican así:

- Hereditaria
- Ambientales

La de **tipo hereditario** es la **Amelogénesis imperfecta** la única característica que distingue la amelogénesis imperfecta de otros defectos del esmalte es su confinamiento a distintos patrones de herencia y a su incidencia, aparte de cualquier trastorno sindrómico, metabólico o sistémico ( Witkop, 1989 ). Se describen las cuatro categorías principales según las etapas del desarrollo dental en que se considera ocurren.

La cual tiene diferentes características clínicas como son las de **tipo hipoplásico** los defectos hereditarios del esmalte que ocurren en la etapa de histodiferenciación en el desarrollo dental se ejemplifican por el tipo hipoplásico de amelogénesis imperfecta, en la que se forma una cantidad insuficiente de esmalte. Esto se debe a que las áreas del órgano del esmalte carecen de epitelio interno del esmalte, lo que produce que las células no se

diferencien en ameloblastos. Se altera tanto la dentición primaria como la secundaria, y la situación predominante se hereda como rasgo autosómico dominante, lo que depende del patrón del subgrupo. Los dientes afectados se observan pequeños, con contactos abiertos, y las zonas de las coronas tienen un esmalte muy delgado o inexistente, lo que produce mayor sensibilidad a los estímulos térmicos. Se observa mordida abierta anterior en 60% de los casos que se informan (Rowley y cols)., 1982.

**Tipo hipomaduración** es ejemplo de un defecto hereditario en la aposición de la matriz del esmalte, y se caracteriza porque los dientes tienen un esmalte de grosor normal, pero un valor bajo de radiodensidad y contenido mineral. El problema se relaciona con persistencia de contenido orgánico en la vaina prismática, lo que causa calcificación deficiente, bajo contenido mineral y una superficie porosa que se pigmenta.

**Tipo hipocalcificado** es una alteración heredable en la formación del esmalte en la fase de calcificación.

En lo cuantitativo la calcificación de la matriz es precaria, con resultado de fractura de la superficie del esmalte. El esmalte hipocalcificado es blando y frágil, en particular en las regiones incisales, y se fragmenta con facilidad, lo que expone la dentina subyacente, situación que produce un aspecto desagradable. La formación mayor de cálculo y un notable retraso en la erupción dentaria son hallazgos constantes. La mordida abierta anterior se observa en 60% de los casos que muestran este defecto. ( Rowley y cols., 1982 )



Las de **tipo ambiental** la hipoplásia del esmalte de origen ambiental ocurre por alteraciones sistémicas o locales

### **Locales**

**Alteraciones Sistémicas:** Producen hipoplásias en el esmalte las siguientes alteraciones sistémicas

- Las deficiencias nutricionales, en especial de vitaminas A, C y D
- Padecimientos exantémicos y febriles
- Rubéola
- Strees
- Parto
- Asma
- Radiación.

**Alteraciones Locales:** Producen hipoplásias en el esmalte dental del diente permanente las siguientes causas locales

- Procesos infecciosos crónicos en dentición temporal
- Traumatismos dentoalveolares en dentición temporal
- Iatrogenia quirúrgica en dentición temporal

#### **1.4.5. Información general sobre flúor**

El flúor es un elemento simple perteneciente al grupo VII del sistema periódico, denominado halógeno ósea formadores de sal y cuya característica principal es la de ser no-metal sumamente activo.

Es el elemento más electronegativo de la naturaleza, motivo por el cual nunca se le encuentra aislado, siempre esta formando compuestos.

Las propiedades físicas y químicas de los elementos son función periódica de sus números atómicos, esta ubicado el flúor en el segundo periodo en el intervalo comprendido entre dos elementos de propiedades semejantes y estas van variando a lo largo del mismo.

Pertenece al grupo VII denominado de los halógenos. Grupo es el conjunto de elementos situados en una forma vertical que poseen propiedades físicas y químicas muy similares.

Su símbolo es F, viene de Latín FLUER, que significa fluir, es decir que corre o fluye rápidamente.

El estado físico es puro; aislado en el laboratorio, es un gas profundamente tóxico. En la naturaleza no se encuentra solo siempre esta combinado formando compuestos denominados fluoruros.

El color en su estado puro, como gas, es amarillo claro, combinado adquiere una gama de colores.

El olor es irritante no soportable, su peso atómico es de 18.9984 u.m.a. es la suma de las masas de los isótopos dividido por el número de isótopos. ( Los isótopos son átomos de un mismo elemento que tienen masas diferentes)

El número de masa es, el 19, la cual es la suma de neutrones con el número de protones.

El número atómico es el de +9. Es igual al número de electrones presentes en el átomo.

El número de oxidación es de  $-1$ . Es la carga eléctrica que un átomo parece tener cuando se cuentan los electrones de acuerdo con ciertas normas orbitarias.

El símbolo electrónico es F. Es la transcripción gráfica de la última capa de electrones.



#### 1.4.6. Fuentes de flúor

Lo encontramos en forma natural en:

##### 1. **Atmósfera**

En los polvos procedentes de suelos fluorados de los humos industriales, y en las emanaciones de gas en las regiones volcánicas y a la quema de carbón.

##### 2. **Suelos**

- + **Rocas:** Forma parte de otros minerales como fluorita, micas, orblenda, topacio y turmalina.
- + **Minerales:** los más importantes son la fluorita, flúor o fluoruro de calcio, la creolita o fluorapatita.

Las principales zonas productoras de fluoruro de calcio se encuentran en Estados Unidos en Illinois, Kentucky, Terranova, URSS, Inglaterra, Francia, Alemania (Vogtland, Turingia-harz-oberfalz)

3. **Aguas:** En el agua de mar se encuentran concentraciones de fluoruro que oscilan entre 0.8 y 1.4 p.p.m, depende de la existencia de contaminantes atmosféricos o de la presencia de minerales fluorados en las fuentes naturales. La mayor o menor cantidad depende de la porosidad de las rocas y suelos por donde corre el agua.

En las aguas con temperatura elevada hay mas posibilidad de mayores concentraciones de flúor.

4. **Alimentos**

El contenido de flúor en los alimentos depende del terreno donde se cosechen; si este es rico en fluoruro tendrán altos contenidos y si es pobre serán bajos.

|                            |           |        |
|----------------------------|-----------|--------|
| Te:                        | 97        | p.p.m. |
| Plátano:                   | 0.23      | p.p.m. |
| Manzana:                   | 0.22-1.32 | p.p.m. |
| Jugo:                      | 0.2-4.0   | p.p.m. |
| Maíz:                      | 0.1-0.6   | p.p.m. |
| Arroz:                     | 0.1-0.6   | p.p.m. |
| Naranja:                   | 0.17-0.07 | p.p.m. |
| Limón:                     | 0.02-0.05 | p.p.m. |
| Uva:                       |           |        |
| Cereales (trigo, centeno): |           |        |

- **Animales**

|           |      |        |
|-----------|------|--------|
| Salmón:   | 19   | p.p.m. |
| Sardinas: | 16.1 | p.p.m. |
| Bacalao:  | 7.0  | p.p.m. |
| Buey:     | 2.0  | p.p.m. |
| Pollo:    | 1.4  | p.p.m. |
| Huevos:   | 1.2  | p.p.m. |
| Cerdo:    | 0.2  | p.p.m. |

Se adiciona artificialmente al agua (1ppm), a la sal (180 – 220 ppm) y alimentos.

**1. Concentración de Fluoruro en Comidas Infantiles.**

En 1.975 Dabeka y sus colaboradores encontraron elevados niveles de fluoruro (100 – 800  $\mu\text{gF/g}$ ) para comidas infantiles con contenido de pollo, y concentraciones menores en otras comidas: Las carnes (0.05 – 393  $\mu\text{gF/g}$ ), vegetales (0.02-1.29  $\mu\text{gF/g}$ ), frutas (0.04 – 0.39  $\mu\text{gF/g}$ ) y cereales infantiles (1.24 – 4.89  $\mu\text{gF/g}$ )

Wiatrowski y sus colegas demostraron que existían amplias variaciones en la concentración de agua usada en procesarlas, así: frutas de 0.50 – 117  $\mu\text{gF/g}$ , cereales 0.63 – 117  $\mu\text{gF/g}$ , vegetales 0.28 – 0.8  $\mu\text{gF/g}$ , con una alta concentración de fluoruro en la espinaca y comidas



mezcladas desde 0.32 – 0.95  $\mu\text{gF/g}$ ; para platos mezclados con pollo el vegetal o almidón parece disminuir la concentración de fluoruro.

Stamm y Kuo evaluaron comidas infantiles en comunidades de agua no fluorizada. Ellos encontraron que los vegetales y frutas infantiles tenían  $\leq 0.10 \mu\text{gF/g}$  y la mayoría de carnes contenían  $\leq 0.10 \mu\text{gF/g}$  con excepción del pollo ( $\pm 1.82 \mu\text{gF/g}$ ).

Shields, Featherstone y Kumar analizaron canastas con comida y nutrientes para bebés de seis meses en un área con o sin agua fluorizada y siguió encontrándose en ambos casos, aumento en las concentraciones de flúor en la comida con pollo.

Se encontró que los jugos de uva blanca tenían las más altas concentraciones de fluoruro (1.45 ppm), en adición jugos de té, ciruela, frambuesa, pera, uva roja, cereza y manzana – uva, que tienen una concentración de fluoruro medio ( $> 0 = 0.6 \text{ ppm}$ ). Otros sabores analizados (salpicón, naranja, limonada y piña) tenían concentraciones bajas de fluoruro.

El mayor porcentaje de fluoruro en los jugos de uva blanca y roja se explica en la presencia de un insecticida que contiene fluoruro y se observa en la cáscara de dichas frutas.

#### **1.4.7. Metabolismo del flúor**

**La ingesta** de acuerdo con los resultados de extensos análisis publicados por varios autores, la ingesta diaria total de fluoruro puede oscilar desde 0.2 mg en lactantes hasta 5 mg en adultos. Niveles diarios de ingestión alimentaria de fluoruro superiores a 3.5 mg sólo se producen en circunstancias espaciales, como sería un consumo inhabitual o hábitos alimentarios particulares. La American Academy of Sciences (Academia Estadounidense de Ciencias) recomienda para los adultos una ingesta de flúor que varía de 1.5 a 4.0 mg por día.

Por lo general se trata de obtener una ingestión media de 2.0 mg. La ingesta en adultos proveniente de alimentos sólidos es bastante constante, y apenas varía de 0.3 a 0.5 mg diarios. Usualmente es insignificante la ingesta de flúor proveniente del aire a través de los pulmones, excepto en circunstancias especiales de contaminación atmosférica. En general, la fuente principal es el agua y se puede citar como fuentes complementarias a ciertos alimentos, bebidas y los dentífricos fluorados. Entre los alimentos ricos en flúor de consumo más o menos regular en la población general están los pescados marinos, y entre las bebidas, el té, que tiene una importante concentración del ion, si bien en el proceso de infusión pierde gran parte de él. La ingestión por esta vía no excede los patrones normales dados. Los dentífricos con flúor, de buena aceptación en el mercado, también contribuyen a aumentar la ingesta sobre todo en los niños, quienes pueden ingerir hasta 30% de la pasta



que utilizan. La cantidad de ión flúor ingerida varía según sea la concentración del mismo en el dentífrico y la cantidad de él utilizada.

**La absorción** los iones flúor procedentes de fluoruros inorgánicos solubles se absorben con rapidez. La absorción del fluoruro presente en el agua potable o añadido a los alimentos en forma de compuestos solubles, es casi total. Del total del flúor ingerido, 5 a 10% se elimina por las heces, lo cual significa que la bio - disponibilidad del elemento es de 90 a 95%. Los fluoruros parecen absorberse por un proceso de simple difusión, y el ion flúor se absorbe en todo el tracto gastrointestinal. Inmediatamente después de su ingestión, su concentración en la sangre se eleva durante pocas horas. Gran parte del ingerido es eliminada por el riñón, y la mayor parte del remanente se retiene en huesos y dientes.

**La excreción** Por regla general, se excreta cerca de 80% del flúor ingerido. No se puede proporcionar un dato exacto, ya que la cifra de excreción depende de hábitos dietéticos y de otros factores, como son:

- En personas jóvenes, en proceso de crecimiento óseo, la parte excretada de flúor puede ser baja.
- En individuos que viven en altitudes considerables y sufren acidosis crónica, la excreción posiblemente decrecerá, debido a la resorción durante el paso del ion por vejiga y uretra.



Con mucho, la principal vía de excreción es la renal, si bien ésta se puede realizar también por la piel, el sudor y la saliva, aunque en pequeñas cantidades.

En términos generales y según un gran número de estudios publicados, la regla sería que en adultos de entre 20 y 25 años alrededor de 60% del flúor ingerido (entre 55 y 70%) se excreta por la orina. En los niños, el porcentaje excretado es de cerca de 50%, y en los ancianos, superior a 70%.

Cabe destacar que el monitoreo de la excreción de flúor por medio de la fluoruria es un elemento indispensable para controlar la ingestión de flúor una vez iniciado un programa de fluoración.

**\* Intoxicación aguda:**

Producida por ingesta de 2.5 a 5 gramos del ión flúor y 5 gramos de flúor de sodio. Presenta los siguientes síntomas:

- Vómito
- Náuseas
- Diarrea
- Dolor abdominal
- Hipersalivación

**\* Toxicidad crónica:**

Producida por la ingestión repetida de cantidades mayores a la terapéutica. Puede producir diferentes patologías:

- Fluorosis dental
- Fluorosis ósea
- Osteoesclerosis
- Alteración tiroidea
- Retraso en el crecimiento

**1.4.8. Mecanismo de acción del flúor sistémico**

La disposición de los iones en la célula unitaria de hidroxipatito (fig. 1) es el modelo estructural común de todos los apatitos. Este modelo es el esqueleto en el que se insertan las sustituciones iónicas, y puede acomodar diversas sustituciones sin alteraciones drásticas.

Los efectos estructurales primarios que resultan de la sustitución iónica más sencilla, tal como el remplazo de iones calcio por otros cationes divalentes, la sustitución de iones sulfato por otros aniones trivalentes tetraédricos o el cambio de grupos hidroxilo por otros aniones monovalentes son perturbaciones de la distribución atómica que derivan de la

diferencia de los radios iónicos. Aunque se conserva la estructura del apatito, las perturbaciones químicas y estructurales que acompañan tales sustituciones iónicas pueden afectar sustancialmente a las propiedades físicas y químicas del mineral e influir en la estabilidad, la reactividad química y la dureza del esmalte.

Los grupos hidroxilo en el hidroxiapatito se disponen en columnas paralelas al eje  $c$ , rodeadas de canales formados por triángulos de iones de calcio. Esos triángulos están definidos por líneas de puntos y trazos en la parte inferior izquierda de la figura 1. En esta porción de la célula unitaria hay dos triángulos de calcio que se extienden perpendiculares al eje cristalográfico  $c$ . Uno de ellos está localizado en la primera cuarta parte de ese eje y el otro a los tres cuartos del mismo eje. Esos triángulos están rotados 180 grados entre sí, los triángulos de calcio se repiten a lo largo del eje  $c$  de una célula unitaria a la siguiente, dando por resultado una disposición cilíndrica de iones de calcio que en ausencia de una dislocación u otro efecto corren a lo largo de la longitud del cristal en la dirección del citado eje. Se consigue una mejor definición de estos triángulos al añadirse otros formados por átomos de oxígeno procedentes de los grupos fosfatos dispuestos alrededor de los canales (para  $z = 0.07, 0.43$  y  $z = 0.57, 0.93$  en la figura 1) los iones de calcio que forman los canales de calcio del eje  $c$  están coordinados con átomos de oxígeno de los grupos hidroxilo y fosfato. Estos últimos grupos ocupan la mayoría del espacio entre los canales de calcio en la estructura. Los grupos hidroxilos están alineados a lo largo de los ejes centrales de los canales de los iones de calcio formando en consecuencia columnas que corren en la dirección del eje  $c$ . Cada grupo de hidroxilo está ligeramente desplazado de los planos de



los triángulos del calcio; sin embargo uno solo de estos grupos se encuentra estrechamente asociado con cada triángulo y se orienta con su átomo de hidrogeno dirigido hacia fuera de ese triángulo a lo largo del eje del canal.

La prueba presentada por los rayos x señala que para la mitad aproximadamente de los triángulos de calcio, el grupo de hidroxilo se encuentra por encima del plano del triángulo y para la otra mitad, se halla debajo. El modelo más razonable que explica la prueba de los rayos x tiene los grupos hidroxilo dentro de una determinada columna apuntando generalmente los hidrógenos la misma dirección. sin embargo la orientación varia en forma aleatoria de columna a columna, con la mitad de ellas teniendo los hidroxilos apuntando a la dirección + c, y la otra mitad en la dirección -c.

De esta forma, las columnas adyacentes se orientan en la misma dirección a lo largo del eje a, pero en dirección opuesta a lo largo del b. Esta distribución no sé a encontrado en el esmalte. La forma hexagonal del hidroxiapatito, que corresponde al mineral del esmalte carece de este orden y la orientación de las columnas varia de modo aleatorio del plano a b.

Como se menciona anteriormente, el eje c de la célula unitaria de apatito se corresponde con el eje longitudinal del cristalito del esmalte y esto se hallan alineados de forma que sus ejes longitudinales corren aproximadamente paralelos a los del bastoncito. Dado que los bastoncitos tienden a extenderse desde la unión esmalte dentina hacia la superficie del esmalte, los canales con grupos hidroxilos se hallan generalmente apuntando en sentido

perpendicular a la superficie externa de aquel. De aquí que si se observa desde la superficie, la célula unitaria de apatito del esmalte.

Los iones fluoruros se incorporan al hidroxiapatito sustituyendo a los grupos hidroxilo, estos iones ocupan entonces posiciones a lo largo de las columnas de los citados grupos hidroxilo dentro de los canales formados por los triángulos de calcio.

Los estudios del fluorapatito mediante difracción de rayos x muestran que los iones de fluoruro en contraste con los grupos hidroxilo, están situados en el plano de los triángulos de calcio, equidistando de los tres iones de este elemento.

La incorporación de estos iones a las columnas de los grupos hidroxilo puede ejercer varios efectos sustanciales sobre las propiedades químicas y físicas del hidroxiapatito.

Al ocupar una posición en el centro del triángulo de calcio, el relativamente pequeño ion fluoruro puede formar interacciones de Coulomb más fuertes con los iones de calcio que las del grupo hidroxilo, como se evidencia por las distancias de contacto calcio-fluoruro, apreciablemente mas cortas que las correspondientes al calcio-hidroxilo. Evidencia adicional de estas interacciones más fuertes es la contracción del triángulo de calcio con los iones de este elemento tirando mas fuerte de los de fluoruro a pesar de las mayores fuerzas de repulsión entre los cationes.



Las distancias calcio-calcio y calcio-anion en el triángulo de calcio de fluorapatito se comparan con los valores correspondientes para el hidroxiapatito.

Los iones fluoruros sustituidos pueden también afectar a las propiedades químicas y físicas de los apatitos al establecer interacciones por enlaces de hidrogeno con los grupos hidroxilos adyacentes. En las columnas, los grupos hidroxilo adyacentes están separados por un espacio de 3.44, esta distancia es demasiado grande para permitir los enlaces del hidrogeno. Sin embargo, la separación entre los iones fluoruro (que se hallan en el centro de los triángulos de calcio) y en los grupos hidroxilo vecinos (que pueden encontrarse desplazados hacia los fluoruros sustituyentes) es lo suficientemente corta para permitir los fuertes enlaces de hidrogeno O-H...F dentro de las columnas de hidroxilo que contienen fluoruro.

Datos espectroscopios confirman la importancia de los enlaces de hidrogeno O-H...F en los apatitos con la sustitución del fluoruro. Tales interacciones del enlace del hidrogeno, junto con los efectos iónicos amplificados, son probablemente responsables de la mayor parte de la estabilidad incrementada de los apatitos con la sustitución del fluoruro en relación con el hidroxiapatito puro. Incluso cantidades muy reducidas de fluoruro producen espectaculares efectos en la estabilidad del esmalte, como se refleja por la menor solubilidad de ácidos, reducción de las tasas de desmineralización y aumento de la remineralización. Todos estos efectos pueden atribuirse a los efectos estabilizadores que ejerce el fluoruro sobre el apatito



del esmalte, y es posible que todos esos factores contribuyan directa o indirectamente a la actividad cariostática del fluoruro.

Este proceso puede suceder en cualquier etapa, en la de la mineralización, o durante el periodo de maduración per y post eruptiva.

Se ha calculado que durante la mineralización original puede tolerarse hasta un máximo del 5% de apatita del esmalte en forma de fluorapatita sin fluorosis clínica, dando como resultado un nivel cariostático que se aproxima al óptimo

#### **1.4.9. Antecedentes generales de la fluoruración en Colombia**

##### **- Fluoruración de acueductos**

##### **Recursos Necesarios**

Desde 1979 se gastaron 531 toneladas de fluoruro de sodio y 402 toneladas de silicofluoruro de sodio para satisfacer las necesidades de las 53 ciudades del programa MINISTERIO DE SALUD-INSFOPAL.

## **Reglamentación**

En la tercera reunión de Ministros de Salud del Area Andina realizada en Santiago de Chile en 1972, Colombia acordó con los demás países del área, dar prioridad a los programas tendientes a proporcionar agua potable fluorurada con el fin de disminuir la morbilidad oral, especialmente de caries dental como enfermedad prevalente y multiplicadora del problema oral.

La fluoruración constituye un proceso normal en el tratamiento de las aguas para consumo humano y el nivel óptimo del ion fluoruro en el agua potable es un requisito de su calidad, tal como se estableció en el Seminario Internacional de Fluoruración, celebrado en Bogotá en Noviembre de 1976.

Es importante buscar garantías legales y técnicas que aseguren una correcta utilización del flúor como elemento preventivo de la caries dental.

Los programas de 1978 a 1982 fueron los siguientes

### **➤ Ministerio de Salud - INSFOPAL**

En diciembre de 1978 INSFOPAL comenzó a trabajar con las siguientes ciudades, beneficiando a sus habitantes:

*DEPARTAMENTO**MUNICIPIO*<    **Antioquía**

Envigado

San Pedro

<    **Atlántico**

Galapa

Ponedera

Soledad

<    **Bolívar**

Magangué

Mompós

<    **Boyacá**

Duitama

Tunja

<    **Caldas**

Chinchiná

La Dorada

<    **Cauca**

Popayán

Santander

Silvia

<    **Cesar**

Valledupar

<    **Cundinamarca**

La Mesa



Madrid

Rafael Reyes

Tocaima

< **Córdoba**

Cereté

Ciénaga

Sahagún

San Carlos

Lorica

Momil

Purísima

San Antero

< **Huila**

Neiva

Pitalito

< **Magdalena**

Santa Marta

Fundación

< **Nariño**

Ipiales

Pasto

< **Quindío**

La Tebaida

Montenegro

Quimbaya

< **Norte de Santander**

Barichara

Barbosa

Lebrija

Piedecuesta

< **Tolima**

Guamo

Ibagué

Líbano

< **Valle**

Andalucía

Florida

Ginebra

Roldanillo

Restrepo

< **Amazonas**

Leticia

➤ **Ministerio de Salud – Empresas Públicas**

14 acueductos fluorurados en el año de 1980

*DEPARTAMENTO*

*MUNICIPIOS*

< **Antioquía**

Granada

Medellín

San Carlos

< **Atlántico**

Barranquilla

< **Bolívar**

Cartagena

< **Caldas**

Manizales

< **Cundinamarca**

Bogotá

< **Quindío**

Armenia

< **Risaralda**

Pereira

Santa Rosa



$\wedge$  $\wedge$ 

## Buga

## Palmira

1999

De acuerdo con la información obtenida por el Ministerio de salud del inventario de agua potable realizado en 1988 los municipios con aguas fluoradas naturalmente son:

4

| <i>Municipio</i> | <i>f(ppm)</i> |
|------------------|---------------|
| Abriauí          | 0.058         |
| Alejandro        | 0.010         |
| Altamira         | 0.071         |
| Amagá            | 0.056         |

|                   |       |
|-------------------|-------|
| Amalfi            | 0.031 |
| Andes             | 0.020 |
| Angelópolis       | 0.038 |
| Angostura         | 0.016 |
| Anorí             | 0.010 |
| Anzá              | 0.107 |
| Apartadó          | 0.186 |
| Aroboletes        | 0.128 |
| Argelia           | 0.010 |
| Armenia           | 0.063 |
| Barbosa           | 0.041 |
| Bello             | 0.038 |
| Belmira           | 0.014 |
| Betulia           | 0.074 |
| Buriticá          | 0.067 |
| Cáceres           | 0.017 |
| Caicedo           | 0.032 |
| Caldas            | 0.045 |
| Campamento        | 0.015 |
| Caracolí          | 0.033 |
| Caramanta         | 0.042 |
| Carmen de Viboral | 0.010 |

|                |       |
|----------------|-------|
| Carolina       | 0.010 |
| Caucasia       | 0.111 |
| Cañasgordas    | 0.028 |
| Cisneros       | 0.022 |
| Ciudad Bolívar | 0.028 |
| Chigorodó      | 0.112 |
| Dabeiba        | 0.064 |
| Don Matías     | 0.013 |
| El Bagre       | 0.033 |
| El Retiro      | 0.014 |
| Entrerrios     | 0.021 |
| Envigado       | 0.035 |
| Ebéjico        | 0.109 |
| Fredonia       | 0.020 |
| Frontino       | 0.051 |
| Giraldo        | 0.065 |
| Girardota      | 0.025 |
| Gómez Plata    | 0.016 |
| Granada        | 0.019 |
| Guadalupe      | 0.042 |
| Guarne         | 0.015 |
| Guatapé        | 0.011 |



|                        |       |
|------------------------|-------|
| Heliconia              | 0.067 |
| Ituango                | 0.050 |
| Jardín                 | 0.031 |
| Jericó                 | 0.010 |
| La Ceja                | 0.023 |
| Montebello             | 0.034 |
| Nariño                 | 0.010 |
| Necoclí                | 0.031 |
| Peque                  | 0.087 |
| Remedios               | 0.020 |
| Rionegro               | 0.019 |
| Salgar                 | 0.075 |
| San Francisco          | 0.017 |
| San Jerónimo           | 0.076 |
| San José de la Montaña | 0.013 |
| San Luis               | 0.019 |
| San Pedro              | 0.013 |
| San Rafael             | 0.031 |
| San Vicente            | 0.015 |
| Santa fe               | 0.098 |
| Santo Domingo          | 0.014 |
| Támesis                | 0.020 |

|          |       |
|----------|-------|
| Tarazá   | 0.042 |
| Titiribí | 0.046 |
| Toledo   | 0.100 |
| Turbo    | 0.290 |
| Venecia  | 0.046 |
| Urrao    | 0.020 |
| Yarumal  | 0.017 |
| Yolombó  | 0.026 |
| Zaragoza | 0.015 |

➤ **ATLANTICO**

|                  |       |
|------------------|-------|
| Baraona          | 0242  |
| Barranquilla     | 0105  |
| Campo de la cruz | 0.088 |
| Candelaria       | 0.084 |
| Galapa           | 0118  |
| Juan de Costa    | 0.482 |
| Luruaco          | 0.171 |
| Malambo          | 0.070 |
| Manatí           | 0.083 |
| Palmar de Varela | 0.095 |

|                 |       |
|-----------------|-------|
| Piojó           | 0.286 |
| Polonuevo       | 0.180 |
| Ponedera        | 0.088 |
| Puerto Colombia | 0.106 |
| Repelón         | 0.253 |
| Sabanagrande    | 0.099 |
| Santa Lucía     | 0.088 |
| Soledad         | 0.106 |
| Suan            | 0.088 |
| Tubará          | 0.400 |
| Usiacurí        | 0.638 |



➤ **BOGOTA**

|                  |       |
|------------------|-------|
| Planta de Tibitó | 0.030 |
| Planta el Sapo   | 0.020 |
| Planta Vitelma   | 0.080 |



➤ **BOLÍVAR**

|                        |       |
|------------------------|-------|
| Achí                   | 0.055 |
| Arjona                 | 0.097 |
| Barranco de Loba       | 0.103 |
| Calamar                | 0.070 |
| Carmen de Bolívar      | 0.228 |
| Cartagena              | 0.088 |
| Córdoba                | 0.149 |
| Magangué               | 0.089 |
| Mahates                | 0.125 |
| María la Baja          | 0.176 |
| Mompós                 | 0.113 |
| Morales                | 0.093 |
| Rioviejo               | 0.197 |
| San Fernando           | 0.331 |
| San Jacinto            | 0.282 |
| San Juan de Nepomuceno | 0.265 |
| Santa Catalina         | 0.298 |
| Santa Rosa             | 0.105 |
| Soplaviento            | 0.104 |
| Talaigua Nuevo         | 0.219 |

|            |       |
|------------|-------|
| Turbaco    | 0.136 |
| Villanueva | 0.102 |
| Zambrano   | 0.051 |

➤ **BOYACA**

|              |       |
|--------------|-------|
| Almeida      | 0.030 |
| Arcabuco     | 0.010 |
| Belén        | 0.040 |
| Boyacá       | 0.160 |
| Briceño      | 0.090 |
| Caldas       | 0.250 |
| Busbanza     | 0.290 |
| Cerinza      | 0.060 |
| Chiquinquirá | 0.070 |
| Chiscas      | 0.210 |
| Chita        | 0.090 |
| Chivatá      | 0.020 |
| Cómbita      | 0.100 |
| Duitama      | 0.020 |
| Floresta     | 0.040 |
| Guacamayas   | 0.060 |

|               |       |
|---------------|-------|
| Guateque      | 0.050 |
| Jericó        | 0.040 |
| La Victoria   | 0.100 |
| Monguí        | 0.080 |
| Moniquirá     | 0.020 |
| Muzo          | 0.120 |
| Nobsa         | 0.060 |
| Nuevo Colón   | 0.140 |
| Paipa         | 0.020 |
| Paz de Río    | 0.040 |
| Puerto Boyacá | 0.230 |
| Quípama       | 0.110 |
| Ramiriquí     | 0.120 |
| Sáchica       | 0.140 |
| San Mateo     | 0.040 |
| Santa María   | 0.030 |
| Santa Sofía   | 0.110 |
| Santana       | 0.060 |
| Siachoque     | 0.190 |
| Soatá         | 0.080 |
| Sogamoso      | 0.060 |
| Sora          | 0.200 |



|                |       |
|----------------|-------|
| Soracá         | 0.200 |
| Sutamarchan    | 0.180 |
| Tibasosa       | 0.030 |
| Toca           | 0.040 |
| Tipacoque      | 0.100 |
| Tinjacá        | 0.150 |
| Tópaga         | 0.180 |
| Turmequé       | 0.160 |
| Ventaquemada   | 0.040 |
| Villa de Leiva | 0.030 |
| Zetquirá       | 0.010 |

➤ **CALDAS**

|            |       |
|------------|-------|
| Anserma    | 0.036 |
| Belalcazar | 0.021 |
| Chinchiná  | 0.119 |
| Filadelfia | 0.111 |
| La Dorada  | 0.083 |
| Manizales  | 0.083 |
| Marmato    | 0.116 |
| Marulanda  | 0.027 |

|             |       |
|-------------|-------|
| Palestina   | 0.043 |
| Pensilvania | 0.021 |
| Risaralda   | 0.020 |
| Salamina    | 0.060 |
| Villamaría  | 0.079 |
| Viterbo     | 0.081 |

➤ **CAQUETA**

|                        |       |
|------------------------|-------|
| Albania                | 0.050 |
| Belén                  | 0.030 |
| Cartagena del Chairá   | 0.050 |
| El Doncello            | 0.050 |
| Florencia              | 0.150 |
| Morelia                | 0.010 |
| Puerto Rico            | 0.030 |
| San José               | 0.130 |
| San Vicente del Caguán | 0.030 |
| Solano                 | 0.050 |
| Valparaiso             | 0.030 |

➤ **CASANARE**

|              |       |
|--------------|-------|
| Aguazul      | 0.110 |
| Hato Corozal | 0.020 |
| La Salina    | 0.090 |
| Maní         | 0.020 |
| Orocué       | 0.040 |
| Nunchía      | 0.100 |
| Sabanalarga  | 0.050 |
| Sácama       | 0.020 |
| Trinidad     | 0.090 |
| Villanueva   | 0.010 |
| Yopal        | 0.120 |



➤ **CAUCA**

|              |       |
|--------------|-------|
| Argelia      | 0.050 |
| Balboa       | 0.050 |
| Belalcázar   | 0.100 |
| Buenos Aires | 0.050 |
| Caldono      | 0.020 |
| El Tambo     | 0.010 |



|               |       |
|---------------|-------|
| Inzá          | 0.120 |
| La Sierra     | 0.250 |
| Miranda       | 0.060 |
| Morales       | 0.010 |
| Padilla       | 0.180 |
| Popayán       | 0.080 |
| Puerto Tejada | 0.080 |
| Puracé        | 0.300 |
| San Sebastián | 0.040 |
| Silvia        | 0.060 |
| Timbiquí      | 0.020 |
| Toribío       | 0.070 |
| Totoró        | 0.050 |

➤ **CESAR**

|             |       |
|-------------|-------|
| Aguachica   | 0.143 |
| Becerril    | 0.108 |
| Bosconia    | 0.334 |
| Chimichagua | 0.068 |
| Chiriguaná  | 0.137 |
| Codazzi     | 0.099 |

|             |       |
|-------------|-------|
| El Copey    | 0.183 |
| El Paso     | 0.300 |
| La Gloria   | 0.047 |
| La Paz      | 0.122 |
| Río de Oro  | 0.373 |
| San Alberto | 0.175 |
| San Diego   | 0.123 |
| San Martín  | 0.513 |
| Valledupar  | 0.146 |

➤ **CHOCO**

|                     |       |
|---------------------|-------|
| Acandí              | 0.086 |
| Bahía Solano        | 0.017 |
| Quibdó              | 0.010 |
| Condoto             | 0.011 |
| Istminia            | 0.010 |
| Lloró               | 0.021 |
| Juradó              | 0.000 |
| Nóvita              | 0.023 |
| San José del Palmar | 0.010 |
| Tadó                | 0.018 |

➤ **CORDOBA**

|                   |       |
|-------------------|-------|
| Ayapel            | 0.026 |
| Buenavista        | 0.082 |
| Canalete          | 0.098 |
| Cereté            | 0.055 |
| Cienaga de Oro    | 0.052 |
| Lorica            | 0.056 |
| Los Córdoba       | 0.186 |
| Moñitos           | 0.219 |
| Monteliebano      | 0.051 |
| Planeta Rica      | 0.257 |
| Puerto Escondido  | 0.368 |
| Puerto Libertador | 0.005 |
| San Carlos        | 0.051 |
| Tierralta         | 0.054 |
| Valencia          | 0.052 |



➤ **CUNDINAMARCA**

|              |       |
|--------------|-------|
| Agua de Dios | 0.110 |
| Albán        | 0.110 |
| Anapoima     | 0.190 |
| Apulo        | 0.140 |
| Arbeláez     | 0.110 |
| Beltrán      | 0.360 |
| Bojacá       | 0.140 |
| Cajicá       | 0.040 |
| Cáqueza      | 0.080 |
| Chipaque     | 0.180 |
| Choachí      | 0.120 |
| Chocontá     | 0.030 |
| El Peñon     | 0.120 |
| Fómeque      | 0.060 |
| Funza        | 0.060 |
| Gachalá      | 0.050 |
| Gachancipá   | 0.040 |
| Gachetá      | 0.002 |
| Girardot     | 0.120 |
| Guaduas      | 0.160 |

|                            |       |
|----------------------------|-------|
| Guayabetal                 | 0.040 |
| Jerusalen                  | 0.400 |
| La Calera                  | 0.030 |
| La Mesa                    | 0.130 |
| La Vega                    | 0.160 |
| Madrid                     | 0.070 |
| Manta                      | 0.050 |
| Mesitas del Colegio        | 0.100 |
| Mosquera                   | 0.250 |
| Nemocón                    | 0.050 |
| Nilo                       | 0.340 |
| Pacho                      | 0.120 |
| Pandi                      | 0.080 |
| Quebradanegra              | 0.120 |
| Ricaurte                   | 0.130 |
| San Antonio del Tequendama | 0.460 |
| San Francisco              | 0.130 |
| Sasaima                    | 0.060 |
| Sesquilé                   | 0.080 |
| Sibaté                     | 0.050 |
| Silvania                   | 0.100 |
| Soacha                     | 0.040 |

|             |       |
|-------------|-------|
| Sopó        | 0.040 |
| Subachoque  | 0.040 |
| Suesca      | 0.060 |
| Tabio       | 0.100 |
| Tenjo       | 0.260 |
| Tibacuy     | 0.150 |
| Tibirita    | 0.020 |
| Tocaima     | 0.150 |
| Topaipí     | 0.120 |
| Une         | 0.110 |
| Utica       | 0.150 |
| Venecia     | 0.160 |
| Vianí       | 0.040 |
| Villapinzón | 0.030 |
| Villeta     | 0.200 |
| Zipacón     | 0.020 |
| Zipaquirá   | 0.070 |



➤ **GUAINIA**

|                |       |
|----------------|-------|
| Puerto Inirida | 0.010 |
| Río Guaviare   | 0.030 |
| Río Inirida    | 0.005 |
| San Felipe     | 0.007 |

➤ **HUILA**

|             |       |
|-------------|-------|
| Acevedo     | 0.120 |
| Agrado      | 0.200 |
| Aipe        | 0.070 |
| Algeciras   | 0.250 |
| Altamira    | 0.180 |
| Baraya      | 0.170 |
| Campoalegre | 0.300 |
| Colombia    | 0.180 |
| Elías       | 0.080 |
| Garzón      | 0.120 |
| Gigante     | 0.140 |
| Guadalupe   | 0.200 |
| Hobo (red)  | 0.890 |

|                            |       |
|----------------------------|-------|
| Hobo (Consult. od)         | 0.890 |
| Hobo (Quebrada Hobito)     | 0.890 |
| Isnos                      | 0.070 |
| La Argentina               | 0.030 |
| La Plata                   | 0.160 |
| Neiva                      | 0.450 |
| Oporapa                    | 0.160 |
| Pital                      | 0.060 |
| Pitalito                   | 0.110 |
| Rivera (Tanque-almacen)    | 1.010 |
| Rivera (Agua-fuente Ulloa) | 0.620 |
| Rivera (grifo cll4 9-79)   | 1.010 |
| Rivera (Vereda Riverita)   | 0.560 |
| Rivera (Riofrío)           | 0.890 |
| San Agustín                | 0.030 |
| Santa María                | 0.140 |
| Suaza                      | 0.640 |
| Tello                      | 0.300 |
| Teruel                     | 0.090 |
| Tesalia                    | 0.060 |
| Villavieja                 | 0.110 |
| Yaguará                    | 0.280 |

➤ **LA GUAJIRA**

|                    |       |       |
|--------------------|-------|-------|
| Barrancas          |       | 0.113 |
| Fonseca            |       | 0.174 |
| Maicao             |       | 0.204 |
| Manaure            |       | 0.335 |
| San Juan del Cesar | EB1   | 0.117 |
| San Juan del Cesar | EB2   | 0.586 |
| San Juan del Cesar | EST B | 0.610 |
| Uribia             |       | 0.286 |
| Urumita            |       | 0.233 |
| Villanueva         |       | 0.111 |

➤ **MAGDALENA**

|                   |  |       |
|-------------------|--|-------|
| Aracataca         |  | 0.068 |
| Cerro San Antonio |  | 0.140 |
| El Piñon          |  | 0.109 |
| Fundación         |  | 0.092 |
| Pedraza           |  | 0.103 |
| Plato             |  | 0.086 |
| Remolino          |  | 0.106 |



|           |       |
|-----------|-------|
| Salamina  | 0.105 |
| Santa Ana | 0.120 |
| Tenerife  | 0.106 |

➤ **META**

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| Acacias, Acueducto regional | 0.380 |
| Cabuyaro                    | 0.330 |
| Castilla La Nueva           | 0.040 |
| Cubarral                    | 0.003 |
| Cumaral                     | 0.030 |
| El Castillo                 | 0.020 |
| Fuente de Oro               | 0.030 |
| Granada                     | 0.010 |
| La Macarena                 | 0.040 |
| Lejanías                    | 0.060 |
| Mesetas                     | 0.010 |
| Puerto Gaitán               | 0.070 |
| Puerto Lleras               | 0.010 |
| Puerto López                | 0.470 |
| Puerto López                | 0.560 |
| Puerto Rico                 | 0.180 |

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| Restrepo                    | 0.030 |
| San Juan de Arama           | 0.010 |
| San Martín                  | 0.010 |
| Villavicencio               | 0.050 |
| Villavicencio Caño Buque    | 0.030 |
| Villavicencio Caño La Linda | 0.010 |
| Villavicencio Caño Maizaro  | 0.030 |
| Villavicencio Caño Pardo    | 0.030 |
| Vista Hermosa               | 0.100 |

➤ **NARIÑO**

|              |       |
|--------------|-------|
| Aldana       | 0.090 |
| Ancuyá       | 0.140 |
| Barbacoas    | 0.010 |
| Berruecos    | 0.060 |
| Colón-Génova | 0.140 |
| Contadero    | 0.070 |
| Consacá      | 0.100 |
| Caspud       | 0.170 |
| El tambo     | 0.030 |
| Funes        | 0.090 |

|                |       |
|----------------|-------|
| Guachucal      | 0.030 |
| Gualmatán      | 0.040 |
| Lies           | 0.050 |
| Ipiales        | 0.180 |
| La Cruz        | 0.100 |
| La Florida     | 0.060 |
| Linares        | 0.070 |
| Mallama        | 0.020 |
| Ospina         | 0.030 |
| Payán          | 0.010 |
| Policarpa      | 0.080 |
| Potosí         | 0.020 |
| Pupiales       | 0.070 |
| Samaniego      | 0.080 |
| San José Albán | 0.060 |
| Sandoná        | 0.110 |
| Taminango      | 0.030 |
| Tumaco         | 0.030 |
| Túquerres      | 0.050 |
| Yacuanquer     | 0.060 |



➤ **NORTE DE SANTANDER**

|                        |       |
|------------------------|-------|
| Abrego                 | 0.100 |
| Arboledas              | 0.510 |
| Bochalema              | 0.120 |
| Cáchira                | 0.050 |
| Cacota                 | 0.040 |
| Convención             | 0.060 |
| Cúcuta                 | 0.070 |
| Cucutilla              | 0.070 |
| El Carmen              | 0.160 |
| La Zulia               | 0.130 |
| Hacarí                 | 0.080 |
| Herrán                 | 0.160 |
| La Playa               | 0.070 |
| Lourdes                | 0.110 |
| Ocaña                  | 0.130 |
| Pamplona               | 0.090 |
| Pamplonita             | 0.120 |
| Salazar del las Palmas | 0.730 |
| San Calixto            | 0.060 |
| San Cayetano           | 0.180 |

|               |       |
|---------------|-------|
| Sardinita     | 0.080 |
| Tibú          | 0.200 |
| Villa Caro    | 0.100 |
| Villa Rosario | 0.150 |

➤ **PUTUMAYO**

|               |       |
|---------------|-------|
| Colón         | 0.040 |
| Limón         | 0.060 |
| Mocoa         | 0.060 |
| Orito         | 0.010 |
| Puerto Asis   | 0.050 |
| Puerto Guzmán | 0.010 |
| San Francisco | 0.050 |
| Santiago      | 0.020 |
| Sibundoy      | 0.020 |
| Villa Garzón  | 0.020 |

➤ **QUINDIO**

|            |       |
|------------|-------|
| Armenia    | 0.073 |
| Barcelona  | 0.052 |
| Buenavista | 0.035 |
| Calarcá    | 0.089 |
| Circasia   | 0.054 |
| Córdoba    | 0.051 |
| Filandia   | 0.048 |
| Génova     | 0.111 |
| La tebaida | 0.058 |
| Montenegro | 0.143 |
| Pijao      | 0.037 |
| Quimbaya   | 0.042 |
| Salento    | 0.072 |

➤ **RISARALDA**

|                 |       |
|-----------------|-------|
| Apía            | 0.106 |
| Balboa          | 0.037 |
| Belén de Umbria | 0.080 |
| Guática         | 0.040 |



|                     |       |
|---------------------|-------|
| La Celia            | 0.028 |
| La Virginia         | 0.100 |
| Marsella            | 0.031 |
| Mistrató            | 0.120 |
| Pereira             | 0.164 |
| Pueblo Rico         | 0.024 |
| Quinchía            | 0.033 |
| Santa Rosa De Cabal | 0.219 |
| Santuario           | 0.024 |

➤ **SANTANDER**

|                 |       |
|-----------------|-------|
| Albanía         | 0.180 |
| Aratoca         | 0.060 |
| Barbosa         | 0.060 |
| Barbosa         | 0.040 |
| Barichara       | 0.150 |
| Barrancabermeja | 0.040 |
| Betulia         | 0.030 |
| Bolívar         | 0.050 |
| Cabrera         | 0.190 |
| Capitanejo      | 0.020 |

|               |       |
|---------------|-------|
| Cepitá        | 0.610 |
| Cerrito       | 0.090 |
| Cimitarra     | 0.050 |
| Confines      | 0.004 |
| Coromoro      | 0.060 |
| Charalá       | 0.030 |
| Charta        | 0.100 |
| El Carmen     | 0.040 |
| Enciso        | 0.110 |
| Floridablanca | 0.100 |
| Galán         | 0.040 |
| Girón         | 0.110 |
| Guapotá       | 0.010 |
| Guavatá       | 0.090 |
| Guepsa        | 0.110 |
| Hato          | 0.010 |
| Jesús María   | 0.040 |
| La Aguada     | 0.030 |
| La Paz        | 0.050 |
| Los Santos    | 0.020 |
| Málaga        | 0.050 |
| Mogotes       | 0.040 |

|                   |       |
|-------------------|-------|
| Ocamonte          | 0.020 |
| Oiba              | 0.070 |
| Onzaga            | 0.100 |
| Páramo            | 0.020 |
| Piedecuesta       | 0.080 |
| Puente Nacional   | 0.050 |
| Puerto Wilches    | 0.140 |
| Rionegro          | 0.120 |
| Sabana de Torres  | 0.008 |
| San Andrés        | 0.040 |
| San Benito        | 0.120 |
| San Gil           | 0.030 |
| San Miguel        | 0.220 |
| Simacota          | 0.020 |
| Santa Barbara     | 0.150 |
| Valle de san José | 0.040 |
| Tona              | 0.310 |
| Villanueva        | 0.060 |
| Zapatoca          | 0.030 |



➤ **SUCRE**

|                 |       |
|-----------------|-------|
| Buenavista      | 0.142 |
| Caimito         | 0.139 |
| Coloso          | 0.091 |
| Corozal         | 0.171 |
| Chalán          | 0.319 |
| Galeras         | 0.060 |
| La Unión        | 0.021 |
| Los Palmitos    | 0.335 |
| Ovejas          | 0.225 |
| Palmito         | 0.205 |
| Sampué          | 0.362 |
| San Benito Abad | 0.275 |
| San Marcos      | 0.092 |
| San Onofre      | 0.168 |
| San Pedro       | 0.285 |
| Sincelejo       | 0.142 |
| Tolú            | 0.174 |
| Toluviejo       | 0.284 |

➤ **TOLIMA**

|                   |       |
|-------------------|-------|
| Alpujarra         | 0.040 |
| Alvarado          | 0.290 |
| Ambalema          | 0.110 |
| Guayabal          | 0.070 |
| Ataco             | 0.330 |
| Cajamarca         | 0.100 |
| Carmen de Apicalá | 0.230 |
| Casablanca        | 0.030 |
| Coello            | 0.390 |
| Cunday            | 0.150 |
| Dolores           | 0.080 |
| Espinal           | 0.140 |
| Flandes           | 0.120 |
| Fresno            | 0.020 |
| Guamo             | 0.190 |
| Honda             | 0.100 |
| Ibagué            | 0.150 |
| Lérida            | 0.140 |
| Libano            | 0.090 |
| Mariquita         | 0.040 |

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| Melgar                | 0.380 |
| Murillo               | 0.110 |
| Natagaima             | 0.110 |
| Purificación          | 0.110 |
| Saldaña-Pozo Profundo | 0.280 |
| San Antonio           | 0.100 |
| San Luis              | 0.210 |
| Suárez                | 0.250 |
| Santa Isabel          | 0.060 |
| Valle de San Juan     | 0.220 |
| Venadillo             | 0.200 |
| Villahermosa          | 0.030 |
| Villarrica            | 0.060 |

➤ **VALLE**

|              |       |
|--------------|-------|
| Alcalá       | 0.033 |
| Andalucía    | 0.045 |
| Argelia      | 0.047 |
| Bolívar      | 0.060 |
| Buenaventura | 0.010 |
| Buga         | 0.022 |



|            |       |
|------------|-------|
| Caicedonia | 0.040 |
| Cali       | 0.105 |
| Candelaria | 0.138 |
| Cartago    | 0.064 |
| El Cerrito | 0.058 |
| Dagua      | 0.038 |
| Darién     | 0.023 |
| El Aguila  | 0.025 |
| El Cairo   | 0.015 |
| Florida    | 0.038 |
| Ginebra    | 0.012 |
| Jamundí    | 0.014 |
| La Cumbre  | 0.013 |
| La Unión   | 0.103 |
| Obando     | 0.146 |
| Palmira    | 0.051 |
| Pradera    | 0.067 |
| Restrepo   | 0.030 |
| Riofrío    | 0.042 |
| Roldanillo | 0.053 |
| Sevilla    | 0.030 |
| Trujillo   | 0.027 |



|           |       |
|-----------|-------|
| Tuluá     | 0.052 |
| Ulloa     | 0.030 |
| Versalles | 0.032 |
| Yotoco    | 0.091 |
| Yumbo     | 0.049 |
| Zarzal    | 0.070 |

➤ **VAUPES**

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| Agua Río Vaupés             | 0.003 |
| Mitú-acueducto              | 0.020 |
| Mitú-acueducto del hospital | 0.004 |
| Mitú-pozo hospital          | 0.010 |

➤ **VICHADA**

|                |       |
|----------------|-------|
| Puerto Carreño | 0.050 |
|----------------|-------|

- **Fluoruración de la sal**

En Colombia, como estrategia para la prevención de la caries dental, se optó inicialmente por la adición de flúor a las aguas de consumo público medida reconocida mundialmente como la más efectiva para el suministro del citado elemento, por vía sistémica y carácter masivo.

Dada la cobertura de la disposición de agua potable que sólo beneficia el 40% de la población, principalmente los centros urbanos, El Ministerio de Salud atendió las recomendaciones de la Organización Panamericana de la salud OPS/OMS, considero necesario cambiar el vehículo utilizado por uno que permitiera mejores coberturas y que, por su empleo universal, beneficiara al mayor porcentaje de la población colombiana.

Con el programa de adición de flúor a las aguas de consumo público, durante 18 años, logró beneficiar a 28 comunidades de grandes y pequeñas ciudades. Se alcanzó una cobertura de 10.000.000 de personas cuando Bogotá, primer centro urbano del país, con 5.000.000 habitantes fluoraba sus aguas.



Para el cambio de vehículo, se consideraron varios aspectos como:

- Cobertura de agua potable
- Empresas participantes en la ejecución
- Capacitación del personal
- Morbilidad oral 77/80 que indicaba el 96.7% de la población colombiana con caries dental.

Mediante la resolución 2773 de 1970, el Ministerio de Salud constituyó el comité encargado de estudiar la factibilidad del programa de fluorización, se hicieron varias recomendaciones entre las cuales se encuentra la adición de flúor en el agua, cumpliéndose realizando el inventario nacional del contenido natural de flúor en las aguas para consumo público. Esta evaluación determinó las cantidades de flúor por adicionar, destacando las poblaciones que pudieran exponerse al riesgo potencial de sufrir efectos colaterales indeseados por la ingesta de sal fluorada (fluorosis dental) y las poblaciones que por los contenidos naturales de flúor en sus aguas pudieran indicar un claro riesgo de sufrir fluorosis dental endémica y a las cuales no se les debería suministrar la sal enriquecida.

En 1964, los Doctores DARIO RESTREPO (odontólogo), y HERNAN VELEZ (Médico), iniciaron una investigación sobre los resultados que podrían obtenerse con la fluoruración de la sal para la prevención de la caries dental.

En 1972 los doctores RAUL MEJIA VILLA y FABIO ESPINAL obtuvieron los siguientes resultados:

- < La sal de cocina sirve perfectamente como vehículo para suministrar flúor.
- < El flúor a través de la sal de cocina previene la caries dental entre 60 y 65%, similar al logrado con el flúor adicionado en agua.
- < Cuando se utiliza el fluoruro de sodio y el fluoruro de calcio en la sal de cocina, se obtiene una similitud en la fuerza preventiva de la caries dental.
- < La dosis de 200mg de ion por kilogramo de sal de cocina probó ser eficiente.
- < Esta investigación puede ser de gran utilidad en programas de Salud Pública.

El proyecto de fortificación de la sal con yodo y flúor tiene como propósito principal el enriquecimiento de la sal con fluoruro, una medida preventiva de tipo masivo para la prevención de las lesiones de caries dental, cumpliendo así las normas del decreto 2024 de 1984, en donde se determinan las normas para yodación y fluoruración de la sal para consumo humano.

El decreto está basado en recomendaciones de la sección de odontología OPS/OMS al Gobierno Nacional, quienes están conscientes que la caries dental afecta a más del 90% de la población, situación que se agrava por:

- < Distribución irregular de la población.
- < La difícil topografía de Colombia.
- < La baja cobertura de los servicios de agua potable en el país.

Por los anteriores hechos, por más que sea recomendable la fluoruración del agua, no podrá generalizarse a toda la población quedando varios sectores sin recibir los beneficios de los fluoruros, por esto se crea la necesidad de utilizar otros medios con cobertura amplia, apoyados con estudios, seguimientos, evaluaciones, programas por parte de organismos interesados.

### **Producción de Sal en Colombia**

Incluye la explotación de la sal en la Guajira, Se realiza por medio de la evaporación natural del agua del mar, obteniendo sal marina. En Zipaquirá la sal que se obtiene en sal gema o sal de mina y su producción se lleva a cabo por procedimientos mecánicos y el sistema de inundación o inyección de agua(mina de Nemocón).



El 90% de la sal explotada se disuelve para producir Salmuera de 300 grs/lt materia prima para producir sal refinada, realizada por la compañía Alcalis de Colombia en dos centros Mamonal, Cartagena, con capacidad de 460 toneladas al día y otro en Zipaquirá.

### **Evolución de la Industria de la Sal en el País**

En 1930 la sal se elabora por un procedimiento primitivo, evaporando salmuera en calderas.

En el mismo año se instaló la primera planta de proceso continuo para evaporar salmuera.

En el año de 1950 se crearon empresas estatales, dependientes del Instituto de Fomento Industrial Concesión Salina y Planta Colombiana de Soda, hoy Alcalis de Colombia.

En 1958 se instaló la primera planta de producción de sal refinada yodada; en 1986 en Mamonal, Cartagena, se obtenía una capacidad de 460 toneladas al día; a finales de 1983, entró en producción un nuevo sistema de evaporación de 230 toneladas al día en la planta de Betania.

## **Descripción técnica sobre las plantas de sal refinada.**

### **➤ Materia Prima**

Es salmuera que sus características en crudo o antes del tratamiento son cloruros, calcio, magnesio, sulfatos y un ph de 6.8.

### **➤ Purificación de la Salmuera**

Se realiza adicionando Carbonatos de Sodio y Soda Cáustica con el fin de precipitar el Calcio, Cloro Magnesio y el Hierro. Una vez realizado este proceso la salmuera pasa por un sistema de filtración y para luego ser bombeada a las plantas de sal refinada.

### **➤ Descripción del proceso**

- <    Precalentamiento de Salmuera.
- <    Evaporación de Salmuera: este sistema esta formado por cuatro evaporadores:
  - a. Parte inferior: depósito de sal.
  - b. Parte intermedia: cámara de calefacción.
  - c. Parte superior: cámara de evaporados.
- <    Centrifugado y secado.
- <    Yodación empaque de sal.

Para el secado utilizan tambores rotatorios consistentes en un secador y un enfriador de donde sale la sal seca o transportador y se disminuye al sitio de almacenamiento o de empaque.

La sal proveniente del Silo pasa a un sistema de trituradores, luego por Zarandas y de allí al punto de tornillos mezcladores donde está la adición de yodo y después empacado en bolsas de papel de 50 kilos.

### **Desarrollo de tecnología sobre agregado de yodo a la sal**

Desde que Alcalis de Colombia inició la producción de sal refinada, se estableció la yodación de la sal como un contenido de 50ppm-100ppm.

En 1982 se inició un sistema de yodación en forma líquida mediante el uso de solución al 11% a partir de yoduro de potasio del 99% aplicable después de la centrifuga y antes del secador.

Actualmente se esta utilizando un sistema fácil y económico para aplicar soluciones; se basa en el principio de flujo hidráulico. Estos se gradúan manualmente y trabajan independientemente de la mayor o menor cantidad de sal que descargue la centrifuga.



Estos sistemas son utilizables para el caso del Yodo por un rango distanciado de dosificación, pero en el caso de dosificación Yodo - Flúor es necesario un sistema automático que regule la dosificación de acuerdo al amperaje de la centrífuga.

- **INVIMA Programa de vigilancia y control de la fluoruración de la sal**

Las autoridades de salud con el Ministerio de Salud a la cabeza, como Ente normatizador y considerando que la ingesta de yodo y flúor, originada en sus contenidos naturales en los alimentos es escasa, en atención a las prevalencias del bocio endémico y de la caries dental que siguen afectando a la población colombiana; decidieron emplear la sal para consumo humano como vehículo para el suministro de micronutrientes de iodo y flúor por vía sistémica. Esta estrategia permitirá llevar la ingestión de estos elementos a niveles adecuados para obtener la prevención de las citadas patologías, Igualmente es indispensable que la sal para consumo humano no contenga elementos que puedan constituir factor de riesgo para la salud de los colombianos.

El gobierno Nacional a través del Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y alimentos y de las Instituciones territoriales correspondientes deben garantizar a la población que la sal para consumo humano, cumpla con los recursos fisicoquímicos y condiciones sanitarias de procesos de reempaque comercialización y rotulado de los envases.

La vigilancia y el control de este producto de uso diario en la alimentación de los colombianos tiene gran importancia dadas las circunstancias de su origen y su comercialización ya que la sal para consumo humano en el país paso de ser un monopolio estatal a un producto de libre procesamiento , comercialización e importación.

+ **Objetivos**

- < Establecer las líneas de acción orientadas a controlar la calidad de la sal para consumo humano que se produzca, procese, reempaque y comercialice en el territorio nacional.
  
- < Garantizar que la población colombiana consuma sal adicionada con yodo y flúor en concentraciones adecuadas para prevenir los desórdenes por deficiencia de yodo y la caries dental eliminando los efectos indeseados por adiciones inadecuadas o contenido de elementos que puedan constituir factores de riesgo para la salud de los colombianos.

## **+ Estrategias**

### **➤ Identificación de establecimientos**

En el país hay 5 procesadoras de sal para el consumo humano y 141 reempacadoras, con 153 marcas de sal para consumo humano.

### **➤ Vigilancia y control a los establecimientos**

Se realiza mediante visitas de inspección en coordinación con las Entidades Territoriales de Salud, para verificar el cumplimiento de las normas sanitarias, asesorías y unificación de procedimientos con los laboratorios

### **➤ Control de calidad de los productos**

Este control lo realiza el Laboratorio Nacional de Referencia del INVIMA y los laboratorios de análisis de alimentos del Laboratorio de Salud Pública de las direcciones seccionales de salud. EL INVIMA les ofrece a los laboratorios capacitación, asesoría en la estandarización de los métodos analíticos y unificación de técnicas.



### ➤ **Muestreo y análisis**

La toma de muestras la realizan las entidades territoriales de salud a nivel de procesadoras y expendios, dos veces al año de acuerdo al diseño del Programa Nacional de Vigilancia y control de sal para consumo humano y la sal importada a nivel de puertos.

### ➤ **Materiales y métodos**

Para el análisis de flúor se utiliza el método de ion específico basado en la medida del potencial de una solución que contiene iones fluoruro, cuando se sumergen dentro de ella un electrodo específico para fluoruro y un electrodo de referencia, debido a que se crea una corriente eléctrica entre la solución muestra y la interna del electrodo de ion selectivo. El potencial es una medida de la concentración de fluoruro.

Durante 1995 dentro del Programa Nacional de Vigilancia y control de la sal para consumo humano se analizaron 2512 muestras, las cuales no cumplieron con los niveles de flúor 922 correspondientes a un 37% de rechazo de las cuales 174 reportaron niveles superiores a 220 ppm y 633 niveles por debajo de 180 ppm.

En 1996 el 25% de las muestras analizadas 3392 no cumplieron 922 con los requisitos exigidos del Ministerio de Salud en lo referente al contenido de flúor de los cuales 212 muestras contienen niveles superiores a 220ppm y 633 por debajo de 180ppm

Hasta Julio de 1992 Del Laboratorio Nacional con lo referente al INVIMA los laboratorios de análisis de alimentos del laboratorio de salud pública han reportado 1087 resultados analíticos de sal para consumo humano de los cuales 294 no cumplen con los niveles de flúor correspondientes a un 27% por debajo de 180ppm.

Según el Decreto 0547 de 1996 del Ministerio de Salud la sal para consumo humano debe tener entre 180-220ppm. de flúor.

#### **1.4.10. Fluorosis dental**

Un estudio de composición de aminoácidos de las proteínas de matriz en las zonas porosas de esmalte fluorado humano demostraron un contenido de proteínas similar a las de esmalte maduro normal, el esmalte fluorado retuvo una relativamente alta proporción de proteínas de matriz inmaduras, indicando que, durante maduración, relativamente menos amelogeninas que enamelinas fueron perdidas desde el esmalte fluorado.

Después de la erupción, las formas más severas están sujetas al rompimiento mecánico extensivo de la superficie. Los continuos cambios inducidos por el flúor pueden ser clasificados mejor por el índice TF lo cual refleja, en una escala ordinal las características histopatológicas y aumento en concentraciones de flúor en el esmalte. Estudios animales y humanos han mostrado que es posible desarrollar fluorosis dental por exposición durante la maduración del esmalte solamente. Es menos aparente si bien un efecto de flúor sobre la tapa de secreción de matriz de esmalte, solo, es posible producir cambios en el esmalte similares a aquellos descritos como fluorosis dental en el hombre. El concepto clínico de maduración post-eruptiva de esmalte humano, erupcionado, resultante en forma de flúor más probablemente refleja cambios sub clínicos. Incorporación de flúor dentro del esmalte es posible principalmente solo como un resultado de disolución del esmalte (desarrollo de lesión cariosa). En concentraciones más altas de flúor pueden formar materiales como calcio-fluor si embargo la formación, identificación y disolución de este compuesto esta lejos de ser resueltos.

Es concluido que la fluorosis dental es una forma sensitiva de registrar la anterior exposición de flúor porque, ningún otro agente o condición en el hombre es conocido de crear cambios entre la dentición similares a aquellos inducidos por flúor. A partir del efecto cariostático predominante de flúor no es debido a su toma por el esmalte durante el desarrollo dental, es posible obtener extensas reducciones de caries sin un riesgo de fluorosis dental.



**Clinicamente la fluorosis dental** es caracterizada por un espectro de cambios clasificados desde la acentuación delicada del patrón pericromático a una pérdida casi completa de la parte más externa del esmalte ( Thylstrup and Fejerskov 1978 ). Entre estos extremos de la translúcidez del esmalte, gradualmente disminuye hasta que la superficie aparezca completamente blancusca u opaca. Luego sigue la pérdida incipiente focal de la superficie del esmalte ( picado ). La cual gradualmente comprende o causa de las mayores partes de la corona hasta que la destrucción de la superficie es tan extensiva que deja solamente un margen angosto y cervical del esmalte intacto. La apariencia clínica de la fluorosis dental es el resultado del volumen o hipomineralización, gradualmente incrementado, especialmente de esa parte del esmalte, la cual esta situada inmediatamente bajo la superficie del esmalte altamente mineralizado. ( Thylstrup y Fejerkov 1978 ).

La acentuación del pericromato es causada por el volumen del poro incrementado en relación con la parte más exterior de las líneas Retzius. Sin embargo, la porocidad no es muy marcada en esta etapa, y el secante es requerido para hacerlo clinicamente visible. Un incremento gradual en el volumen del poro es acompañado por una acentuación posterior del pericromato el cual frecuentemente se vuelve confluyente, formando unas bandas beteadas y angostas, detectables sin secante. Luego las bandas se unen, formando áreas opacas difusas y confluentes, cuya dimensión más larga es siempre paralela con el pericromato cuando la superficie entera del esmalte ha llegado a ser opaca, la formación de la porocidad comprende una parte más larga del esmalte, y al mismo tiempo el volumen del poro inmediatamente bajo las cantidades de la superficie del esmalte acerca del 5%. La

pérdida localizada en la superficie del esmalte puede ocurrir cuando el volumen del poro en el área es del 10 al 15% ( Thylstrup y Fejerskov 1978 ).

Más marcada la hipomineralización es asociada al incremento gradual de la destrucción de la superficie del esmalte picado. También la destrucción de la superficie más pronunciada es consecuencia directa de la reducción gradual en el grado de mineralización del esmalte caracterizando el desarrollo del esmalte bajo la influencia de cantidades de flúor. Además incrementada la estructura porosa del esmalte fluorotico causa diferentes formas de cambios posteruptivos, tales como un marcado desgate y diferentes grados de decoloración ( Moller 1965 ). Estos cambios en la apariencia clínica de fluorosis dental es altamente dependiente en variaciones en el ambiente oral posteruptivo, por otro lado el grado de la oscuridad del esmalte y la destrucción de la superficie es un signo confiable de cambios de fluoruro derivados en el esmalte humano (Thylstrup y Fejerskov 1978 ).

Este, es un hallazgo característico en que la formación de la porocidad se extiende al margen cervical y a la superficie oclusal y que el ancho de esta área en cada diente es relativamente constante, sin tener en cuenta el grado de severidad. Clínicamente, esto en ocasiones da la impresión el esmalte en la zona cervical es más delgado y opáco. Además, los diferentes grados de aire secante puede dar variaciones de los cambios clínicos en la superficie dental. (Thylstrup y Fejerkov 1978 ).



La apariencia macroscópica de fluorosis dental es producto de variaciones en el espesor del esmalte, la estructura y un incremento generalmente del volumen del poro la parte más externa del esmalte. Por el contrario, otras formas de oscuridades del esmalte son localizadas y bien definidas ( Zimmermann 1954, Russel 1961, Newitt et al. 1963 ).

También es caracterizado por un cambio gradual en la translúcidez del esmalte, debido a la acción general en el grado de mineralización del esmalte. Un grado reducido de mineralización es acompañado por el volumen del poro incrementado. De esta manera la variación en las manifestaciones clínicas de la fluorosis dental, de los más suaves a los cambios más severos, es el resultado de un incremento en el volumen del poro en el área bajo la superficie del esmalte. Cuando el poro ha excedido cierto nivel (10 al 15%) de pérdida de la superficie del esmalte (picado) presenta una destrucción más marcada.

Cuando hay incremento del volumen del poro. Se aplica a todos los grados de fluorosis dental, la superficie entera del poro es afectada, pero su apariencia clínica depende de las variaciones en el espesor y en las características estructurales del esmalte, consecuentemente una evaluación de los cambios del esmalte derivados del flúor presupone un conocimiento de los principios del desarrollo normal del esmalte y la manera como está puede ser reflejada e influenciada por la actividad del flúor.



## **Riesgo de fluorosis en una población fluorada. Implicaciones para el odontólogo e higienista.**

La prevalencia de fluorosis en esmalte ha aumentado en áreas fluoradas óptimamente, razón por la cual se trata de establecer la efectividad preventiva del flúor, minimizando el riesgo de fluorosis. La parte informativa está a cargo del odontólogo e higienista, los cuales deben orientar a los padres sobre la cantidad apropiada de crema dental (tamaño de un guisante). en los primeros ocho años de vida con el fin de evitar la fluorosis aún en áreas donde encontramos un grado óptimo de fluorización.

Con esta cantidad de crema dental en el cepillado diario (tres veces), no se presentan problemas en el esmalte dental, sin embargo si la cantidad de crema es mayor y se reduce la frecuencia de cepillado, si estaríamos en un riesgo moderado de fluorosis.

Existen recomendaciones que deben dárseles a los padres:

- Niños menores de seis años no deberían usar una pasta dental que contenga más de 1100 ppm de flúor y que las pastas dentales que contengan dosis mayores deben estar marcadas y no usarlas a esta edad.
- Supervisar a niños menores de seis años mientras se cepillas sus dientes con crema dental del tamaño de un guisante (más no es recomendable).

- A nivel de fabricantes debe introducirse una pasta que contenga una concentración de flúor reducida (menos que la convencional 1.000 ppm), específicamente para niños preescolares, limitando la cantidad de flúor ingerido por unidad tragada de crema dental. Este tipo de crema dental de 250 – 500 ppm existe en Europa, nueva Zelanda y Australia pero a pesar de las bases científicas se necesitan permisos y tiempo para que llegue a Estados Unidos.
- Se recomienda además que los padres no compren cremas dentales con sabores (lo que aumenta la ingesta de flúor) y que guarden estas pastas fuera del alcance de los niños, puesto que el principal contribuyente a la prevalencia total de la fluorosis es el uso de cantidad inadecuada de crema dental.

Entre responsabilidades del odontólogo e higienista tenemos:

- Poseer Información y aconsejar a los padres sobre el estado de fluoración del niño.
- Trabajar conjuntamente con el pediatra o médico de la familia, para asegurarse de un manejo apropiado del suplemento de flúor (evitando fluorosis).
- Ser fuente educacional de médicos y familia.

Es la manifestación crónica por flúor. La célula más sensible al flúor es el ameloblasto



Hasta ahora se ha establecido que existe una relación lineal entre las dosis de flúor y fluorosis de esmalte en poblaciones humanas. Con aumentada severidad, la superficie de esmalte a lo largo de todo el diente se vuelve más poroso (hipomineralizado) y las lesiones se extienden hacia el esmalte profundo. En dentina, la hipomineralización resulta en un realzamiento de las líneas de incremento.

Es concluido que la fluorosis dental es una forma sensitiva de registrar la anterior exposición de flúor porque, ningún otro agente o condición en el hombre es conocido de crear cambios entre la dentición similares a aquellos inducidos por flúor. A partir del efecto cariostático predominante de flúor no es debido a su toma por el esmalte durante el desarrollo dental, es posible obtener extensas reducciones de caries sin un riesgo de fluorosisi dental.

**Las características histológicas de la fluorosis dental** de acuerdo a los estudios realizados con microscópico electrónico y de luz de esmalte fluorado humano iluminado, ha sido revisado recientemente y en lo siguiente serán presentadas solamente las características principales. Las manifestaciones tempranas de fluorosis dental aparecen como una porosidad aumentada a lo largo de las estrías de Retzius. Lo cual refleja hipomineralización del esmalte como es mostrado en microradiografías, es observado principalmente en las superficies del esmalte, y la extensión y grado de mineralización aumenta con el aumento de la exposición de flúor.



Así, en las más severas formas registradas en el hombre, las lesiones hipomineralizadas se extienden a través del esmalte hacia la unión esmalte-dentina en el tercio cervical de la corona, mientras en los dos tercios oclusales de los dientes, las zonas de hipomineralización se extiende cerca de la mitad hacia el esmalte. El grado más severo de hipomineralización o porosidad es localizado inmediatamente profundo a la capa de la superficie, el cual es relativamente bien mineralizado en el tiempo de la erupción. La distribución total de porosidades inducidas por flúor puede ser vistas. Es importante precisar que en tiempo de erupción de los dientes, no ha sido tan documentado, que el flúor induce a hipoplásias del esmalte en el hombre.

La distribución estructural de los cristales de esmalte, en esmalte fluorado severamente hipomineralizado, es posible definir claramente las formas de los cristales individuales, desde que estos están separados por espacios intercristalinos de varios anchos.

El diente más hipomineralizado al tiempo de la erupción, es el más probable para desarrollar cambios post eruptivos. Como discutió, las formas más leves estarán sujetas a la atrición de la superficie. En particular, las superficies oclusales son rápidamente gastadas, muchas veces en una extensión que la capa porosa hipomineralizada es abrasiva más allá.

En muchas caras, la hipomineralización es tan extensa que la capa superficial bien mineralizada es más quebradiza, y las fuerzas de mordida podrán resultar en formación de los defectos de la superficie del esmalte dental.

#### 1.4.11.        **Indices de fluorosis dental**

##### -    **Indice de Dean**

0. *Normal* : La superficie del esmalte es suave, brillante y habitualmente de color blanco – crema pálido
1. *Discutible*: El esmalte muestra ligeras alteraciones de la translucidez del esmalte normal, que pueden variar entre algunos puntos blancos manchas dispersas.
2. *Muy ligera*: Pequeñas zonas, blancas como papel y opacas, dispersas irregularmente en el diente, pero que afecta menos del 25% de la superficie dental labial.
3. *Ligera*: La capacidad blanca del esmalte es mayor que la correspondiente a la clave 2, pero abarca menos del 50% de la superficie dental.
4. *Moderada*: Las superficies del esmalte de los dientes muestran un desgaste marcado; además, el tinte pardo es con frecuencia una característica que afea al individuo.
5. *Intensa*: La superficie del esmalte está muy afectada y la hipoplasia es tan marcada que puede afectarse la forma general del diente. Se presentan zonas excavadas o gastadas y se halla un extendido tinte pardo; los dientes presentan a menudo un aspecto corroído.
8. *Excluida*
9. No registrada



- **Índice de Thylstrup y Fejerskov también llamado TF**

0. *Normal*: El esmalte blanco cremoso, brillante permanece después de enjuagada y secada la superficie
1. Líneas blancas opacas delgadas que se ven correr a través de la superficie dental. Tales líneas son encontradas en todas las partes de la superficie. En algunos casos, una leve “capa de nieve” de los bordes cúspideos o incisales puede ser vista también.
2. Las líneas blancas opacas son más pronunciadas y frecuentemente emergen para formar pequeñas áreas turbias esparcidas sobre la superficie entera. “Capa de nieve” de los bordes incisales y puntas de las cúspides.
3. La emergencia de las líneas blancas ocurre en áreas turbias de opacidad dispersa sobre muchas partes de la superficie. Entre las más turbias, pueden ser vistas líneas blancas.
4. La superficie entera exhibe una opacidad que parece tiza blanca. Partes de la superficie expuesta a la atrición o al desgaste irán apareciendo menos afectadas
5. La superficie entera es opaca, y hay hoyos redondos (perdida focal del esmalte más externo) que son menores de 2mm de diámetro.
6. Los pequeños hoyos pueden ser vistos frecuentemente emergiendo en el esmalte opaco para formar bandas que son menores de 2mm en altura vertical. En esta clase también son incluidas superficies donde el reborde cúspideo del esmalte vestibular ha sido astillado, y la dimensión vertical del daño resultante es menor de 2mm
7. Hay una pérdida del esmalte más externo en áreas irregulares, y menos de la mitad de la superficie es involucrada. El esmalte intacto restante es opaco



8. La pérdida del esmalte más externo es más de la mitad. El esmalte intacto restante es opaco
9. La pérdida de la mayor parte del esmalte externo resulta con un cambio en la forma anatómica de la superficie del diente. Un reborde cervical del esmalte opaco es notado muchas veces.

- **Indice de Horowitz**

0. El esmalte no muestra ninguna incidencia de fluorosis
1. El esmalte muestra evidencia definitiva de fluorosis, llamadas áreas con parches blancos que cubren menos del tercio de la superficie visible del esmalte. Esta categoría incluye solo los bordes incisales de los dientes anteriores y puntas de las cúspides de dientes posteriores (capa de nieve)
2. Fluorosis total de parches blancos en por lo menos un tercio de la superficie visible, pero menos de dos tercios
3. Fluorosis total de parches blancos en por lo menos dos tercios de la superficie visible.
4. El esmalte muestra tinción en conjunto con cualquiera de los niveles anteriores de fluorosis. La tinción es definida como un área de decoloración definida que puede estar en rangos de café claro a muy oscuro.
5. Existen concavidades discretas en el esmalte, no acompañado por evidencia de tinción del esmalte intacto. Una concavidad es definida como un defecto físico definitivo en la superficie del esmalte con un piso rugoso que esta circundada por

una pared de esmalte intacto. El área de la concavidad esta usualmente teida ó difiere en color con el esmalte circundante.

6. Existe concavidad y tinción del esmalte intacto.
7. Concavidades confluentes de la superficie del esmalte existente. Grandes áreas de esmalte pueden estar pérdidas y la anatomía del diente puede estar alterada. Generalmente presenta una tinción café oscuro.

#### **1.4.12. Otras pautas que se deben tener en cuenta para diagnosticar fluorosis dental**

1. Revisión de la historia clínica
  - Origen de la persona
  - Hábitos alimenticios
  - Ingesta de dentífricos
2. Fluoruria ( Medición de Flúor en la orina )
3. Citar otros miembros que compongan el núcleo familiar

## **1.5 OBJETIVOS**

### **1.5.1. Objetivo general**

Diseñar un manual que contenga el diagnóstico diferencial entre fluorosis dental e hipocalcificaciones del esmalte.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

- Establecer las etapas del desarrollo del esmalte dental
- Establecer la cronología de la calcificación dental
- Determinar la apariencia clínica de la hipocalcificación
- Determinar las fuentes naturales y artificiales de flúor
- Determinar el metabolismo del flúor
- Determinar el mecanismo de acción del flúor sistémico
- Establecer los antecedentes generales de la fluoruración en Colombia
- Determinar la apariencia clínica de la fluorosis dental
- Determinar el índice de fluorosis dental. Índice de Dean.
- Establecer un diagnóstico diferencial entre fluorosis e hipocalcificación



## **2. METODO**

### **2.1. Tipo de estudio**

Descriptivo



### **2.2. Definición de variables**

- Etapas de formación del esmalte dental
- Cronología de la calcificación dental
- Antecedentes generales de la fluoruración en Colombia
- Fuentes naturales y artificiales de flúor
- Metabolismo del flúor
- Apariencia clínica de la fluorosis dental
- Índice de fluorosis dental. Índice de Dean
- Características clínicas de la hipocalcificación
- Diagnóstico diferencial entre fluorosis e hipocalcificación

### **2.3. Instrumento**

Se elaboró un manual donde se explican las diferentes características que se presentan entre la hipocalcificación dental y la fluorosis dental, para la ayuda diagnóstica tanto para alumnos como para docentes.

## **2.4 Procesamiento de la información**

En este trabajo se contó con la colaboración de la doctora Carmenza Masias asesora científica y jefe de la sección de odontopediatría del Colegio Universitario Colombiano, La doctora Elba María Bermúdez, asesora metodológica y jefe de la sección de salud pública del Colegio Universitario Colombiano, el doctor Benjamín Herazo Acuña consultor de nuestro trabajo de grado y jefe de post grado de La Pontificia Universidad Javeriana, La doctora Elizabeth Suárez Zuñiga, directora del programa de salud bucodental del Ministerio de salud.

Los centros de investigación en los cuales se buscó toda la información contenida en este trabajo investigativo son:

- Biblioteca Pontificia Universidad Javeriana
- Biblioteca Escuela Colombiana de Medicina
- Biblioteca Luis Angel Arango
- Biblioteca Colegio Universitario Colombiano
- Biblioteca Universidad Nacional
- Med Line del Colegio Universitario Colombiano
- Internet del Colegio Universitario Colombiano



### **3. RESULTADOS**

Por la ausencia de conocimientos que la mayoría de profesionales y estudiantes de odontología presentan sobre el tema, se vio la necesidad de realizar un manual en el cual se explican los conceptos y características que nos permiten diferenciar estas patologías ya que por su similitud se puede dar un diagnóstico equivocado.

Este contiene los siguientes ítems:

- Etapas del desarrollo del esmalte dental
- Cronología de la calcificación dental
- Apariencia clínica de la hipocalcificación
- Fuentes naturales y artificiales de flúor
- Metabolismo del flúor
- Fuentes de flúor sistémico
- Apariencia clínica de la fluorosis dental
- Índice de fluorosis. Índice de Dean
- Diagnóstico diferencial entre fluorosis e hipocalcificación



#### 4. DISCUSIÓN

- **La formación del esmalte** A partir de la amelogénesis se inicia la formación de la matriz orgánica, la calcificación y maduración de esta. La formación del órgano del esmalte depende de la presencia de la matriz intercelular que esta compuesta por matriz orgánica e inorgánica. La célula formadora del esmalte es el ameloblasto. (15)
- **La cronología de la calcificación dental**

| Diente                    | Formación de Tejido duro  | Cantidad esmalte formado al nacimiento | Esmalte completo |
|---------------------------|---------------------------|----------------------------------------|------------------|
| <b>Dentición primaria</b> |                           |                                        |                  |
| <b>Maxilar</b>            |                           |                                        |                  |
| Incisivo central          | 4 meses v.i. <sup>2</sup> | cinco sextos                           | 1 ½ meses        |
| Incisivo lateral          | 4 ½ meses v.i.            | dos tercios                            | 2 ½ meses        |
| Canino                    | 5 meses v.i.              | un tercio                              | 9 meses          |
| Primer molar              | 5 meses v.i.              | cúspides unidas                        | 6 meses          |
| Segundo molar             | 6 meses v.i.              | puntas de cúspides aún aisladas        | 11 meses         |

<sup>2</sup> Vi. vida intrauterina

| <b>Diente</b>               | <b>Formación de<br/>Tejido duro</b> | <b>Cantidad esmalte<br/>formado al<br/>nacimiento</b> | <b>Esmalte<br/>completo</b> |
|-----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------|
| <b>Mandibular</b>           |                                     |                                                       |                             |
| Incisivo central            | 4 ½ meses v.i.                      | tres quintos                                          | 2 ½ meses                   |
| Incisivo lateral            | 4 ½ meses v.i.                      | tres quintos                                          | 3 meses                     |
| Canino                      | 5 meses v.i.                        | un tercio                                             | 9 meses                     |
| Primer molar                | 5 meses v.i.                        | cúspides unidas                                       | 5 ½ meses                   |
| Segundo molar               | 6 meses v.i.                        | puntas de cúspides<br>aún aisladas                    | 10 meses                    |
| <b>Dentición permanente</b> |                                     |                                                       |                             |
| <b>Maxilar</b>              |                                     |                                                       |                             |
| Incisivo central            | 3 – 4 meses                         | -----                                                 | 4 – 5 años                  |
| Incisivo lateral            | 10 – 12 meses                       | -----                                                 | 4 – 5 años                  |
| Canino                      | 4 – 5 meses                         | -----                                                 | 6 – 7 años                  |
| Primer premolar             | 1 ½ - 1 ¾ años                      | -----                                                 | 5 – 6 años                  |
| Segundo premolar            | 2 ¼ - 2 ½ años                      | -----                                                 | 6 – 7 años                  |
| Primer molar                | al nacer                            | a veces huellas                                       | 2 ½ - 3 años                |
| Segundo molar               | 2 ½ - 3 años                        | -----                                                 | 7 – 8 años                  |
| <b>Mandibular</b>           |                                     |                                                       |                             |
| Incisivo central            | 3 – 4 meses                         | -----                                                 | 4 – 5 años                  |
| Incisivo lateral            | 3 - 4 meses                         | -----                                                 | 4 – 5 años                  |
| Canino                      | 4 – 5 meses                         | -----                                                 | 6 – 7 años                  |
| Primer premolar             | 1 ¾ - 2 años                        | -----                                                 | 5 – 6 años                  |
| Segundo premolar            | 2 ¼ - 2 ½ años                      | -----                                                 | 6 – 7 años                  |
| Primer molar                | al nacer                            | a veces huellas                                       | 2 ½ - 3 años                |
| Segundo molar               | 2 ½ - 3 años                        | -----                                                 | 7 – 8 años (16)             |

- **Fuentes de flúor sistémico** De acuerdo con el decreto 2024 que reglamentó la fluoruración de la sal para consumo humano debe tener de 180 a 220 ppm de fluoruro de potasio.(26)

La entidad encargada para la vigilancia es el INVIMA (Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos) con autorización del gobierno nacional garantizan a la población que la sal para consumo humano, cumple con los requisitos o condiciones necesarias para la prevención de la caries dental, esto se hace cumpliendo los siguientes objetivos: 1. Establecer las acciones orientadas a controlar la calidad de sal que se produzca para el consumo humano. 2. Garantizar que la población colombiana consuma sal adicionada con flúor en concentraciones adecuadas para prevenir caries dental. (27)

El único vehículo para la administración de flúor que debe recibir la población colombiana es la sal, cuando hay consumo sistémico a través de otra fuente de flúor se entra en riesgo de fluorosis dental. (10-28)



Otras fuentes de flúor sistémico y que producen **riesgo de fluorosis** son:

- Flúor natural en el agua En 1988 se realizó un inventario del contenido natural del flúor en las aguas para consumo público como estrategia para la prevención de la caries dental. Los acueductos que presentan más de 0.5 ppm son en el Atlántico (Luruaco 0.75, Usiacuri 0.63), Bolívar (Margarita 0.86), Cesar (San Martín 0.51), Huila (Gigante (Potrerillo) 0.85, Hobo 0.89, Rivera 1.010). (18 - 12)
- Suplementos de flúor En Colombia esta prohibido el uso de este.
- Flúor natural en los alimentos por ejemplo: Té, plátano, manzana, jugo maíz, arroz, naranja, limón, uva, cereales, salmón, sardinas, bacalao, buey, cerdo, pollo y huevos. (13)

Y los de flúor adicionado como las bebidas con sabor a jugo (6), comidas infantiles con contenido de pollo, frutas, cereales y vegetales (espinaca) (4).

- Flúor tópico que mal administrado se lleva a la ingesta como es el consumo de crema dental y enjuagues fluorados.

El uso temprano de crema dental fluorada y sus grandes cantidades, son factores de riesgo de fluorosis dental.

Observamos:

- Que el uso de crema dental aumenta sustancialmente de 6 – 9 – 12 meses de tal manera que la mayoría de los infantes han recibido crema dental antes del año aunque en algunos niños no se practica el cepillado dental hasta no tener la dentición temporal completa, por lo que se exponen menos al fluoruro y con ello a la frecuencia de fluorosis.
- Las madres son responsables de la frecuencia de cepillado y la cantidad de crema utilizada.
- Las variaciones de fluorosis se determinan en diferentes ingestas de flúor y es un patrón individual.
- Se debe instruir a las personas encargadas de los niños sobre las técnicas y patrones adecuados de higiene oral.
- El uso de pasta dental con sabor, debe ser evaluada y monitoreada recordándole a los padres que suele ser más fácil ingerir debido al sabor agradable.

La cantidad total de flúor ingerida es el factor biológico de riesgo para fluorosis dental. Se debe considerar la toma del flúor de agua en casa y el cuidado del niño (comidas, bebidas, jugos, fórmulas infantiles y suplementos dietarios). Deben así considerarse las diferentes fuentes de fluoruro en forma grupal e individual. (8)

- Las fuentes naturales (atmósfera, suelos, agua y alimentos) y artificiales (agua 1ppm, sal 180 – 220 ppm y alimentos) de flúor. (13- 17)
- **El metabolismo del flúor** se inicia con la ingesta diaria total de fluoruro que oscila desde 0.2 mm en lactantes hasta 5mm en adultos. La American Academy of Ciencias recomienda para los adultos una ingesta de flúor que varía de 1.5 a 4.0 mg por día. La fuente principal es el agua. La absorción del total del flúor ingerido es 5 a 10%. Se absorbe en el tracto gastrointestinal y se elimina por el riñón y la mayor parte se retiene en huesos y dientes. La ingesta mayor 2.5 a 5 gr del ion flúor y 5 gr de flúor sodio produce intoxicación aguda presentando los siguientes síntomas: vómito, náuseas, diarrea, dolor abdominal e hipersalivación. La ingesta repetida de grandes cantidades de flúor produce toxicidad crónica presentando las siguientes patologías: fluorosis dental, fluorosis ósea, osteoesclerosis y fluorosis anquilosante. (17)
- **La Fluorosis dental** es una hipomineralización superficial del esmalte que se produce en el periodo de maduración del esmalte. La célula más sensible al flúor es el ameloblasto ya que se produce una desaceleración de este y como consecuencia una persistencia en la matriz orgánica y aumento del contenido proteico.



La apariencia clínica de la fluorosis dental es caracterizada por una translucidez del esmalte, que gradualmente disminuye hasta que la superficie aparezca completamente blancuzca u opaca formando unas bandas veteadas y angostas detectables sin secante, luego las bandas se unen, formando áreas opacas difusas con apariencia de esmalte moteado. Esta apariencia es producto de las variaciones en el espesor del esmalte, la estructura y un incremento generalmente del volumen de la parte más externa del esmalte.

De acuerdo a los estudios realizados con microscópico electrónico y de luz de esmalte fluorado humano iluminado, ha sido revisado recientemente y en lo siguiente serán presentadas solamente las características principales. Las manifestaciones tempranas de fluorosis dental aparecen como una porosidad aumentada a lo largo de las estrias de Retzius. Lo cual refleja hipomineralización del esmalte como es mostradas en micro radiografías, es observado principalmente en las superficies del esmalte, y la extensión y grado de mineralización aumenta con la exposición de flúor. (14)

- **Indice de Dean**

0. *Normal* : La superficie del esmalte es suave, brillante y habitualmente de color blanco – crema pálido
1. *Discutible*: El esmalte muestra ligeras alteraciones de la translucidez del esmalte normal, que pueden variar entre algunos puntos blancos manchas dispersas.
2. *Muy ligera*: Pequeñas zonas, blancas como papel y opacas, dispersas irregularmente en el diente, pero que afecta menos del 25% de la superficie dental labial.
3. *Ligera*: La capacidad blanca del esmalte es mayor que la correspondiente a la clave 2, pero abarca menos del 50% de la superficie dental.
4. *Moderada*: Las superficies del esmalte de los dientes muestran un desgaste marcado; además, el tinte pardo es con frecuencia una característica que afea al individuo.
5. *Intensa*: La superficie del esmalte está muy afectada y la hipoplásia es tan marcada que puede afectarse la forma general del diente. Se presentan zonas excavadas o gastadas y se halla un extendido tinte pardo; los dientes presentan a menudo un aspecto corroído.
8. *Excluida*
9. *No registrada*

Los dientes a los cuales se les aplica el índice deben cumplir los siguientes **requisitos**:

- Debe estar totalmente erupcionado
  - No debe presentar caries dental
  - No debe presentar obturaciones
  - Se aplica en dientes anteriores
- 
- **La Hipocalcificación del esmalte** es de origen ambiental, ocurre por alteraciones sistémicas (deficiencias nutricionales por vitaminas A, C y D; deficiencia de calcio y fósforo (Jorgenson y Yost 1982), padecimientos exantémicos y febriles; rubéola; strees; asma, irradiación, sífilis y parálisis cerebral) o locales (procesos crónicos en dentición temporal; traumatismos dentoalveolares en dentición temporal; iatrogenia quirúrgica de un diente temporal). Estas se presentan en permanentes.

Clínicamente el esmalte hipocalcificado es blando y frágil, en particular en las regiones incisales, las cuales se fragmentan con facilidad, se presenta de forma bilateral y la mancha es circunscrita con bordes definidos y puede ir de color blanco hasta café. (16)



• **Diagnóstico diferencial entre hipocalcificación y fluorosis dental**

|                                 | <b>Fluorosis</b>                                                                                                                                                           | <b>Hipocalcificación</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Etiología</b>                | <p>Ingesta de flúor en el momento de maduración del esmalte</p>                                                                                                            | <p>Se dividen en:</p> <p><u>Sistémicas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Deficiencias nutricionales por vitaminas A, C, D.</li> <li>- Deficiencia de Ca y P</li> <li>- Padecimientos exantémicos y febriles</li> <li>- Rubéola</li> <li>- Strees</li> <li>- Asma</li> <li>- Sífilis</li> <li>- Irradiación</li> <li>- Parálisis cerebral</li> </ul> <p><u>Locales:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Procesos crónicos en dentición temporal</li> <li>- Traumatismos dentoalveolares en temporales</li> <li>- Iatrogenia quirúrgica en un diente temporal</li> </ul> |
| <b>Características clínicas</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Esmalte translucido</li> <li>- Superficie blancuzca u opaca</li> <li>- Mancha difusa con apariencia de esmalte moteado</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Esmalte blando y frágil</li> <li>- Mancha circunscrita con bordes definidos</li> <li>- Puede ir de color blanco a café</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

## **5. CONCLUSIONES**

- Mientras que haya una medida de salud pública por vía sistémica para suministrar flúor a la población hay riesgo de fluorosis y por esto se debe controlar.  
Esta no debe ser de más del 5% de fluorosis leve.
- Debe haber un conocimiento adecuado de las indicaciones y mecanismos de acción del flúor sistémico y tópico.
- Las terapias de flúor se deben individualizar teniendo en cuenta los factores de riesgo de cada paciente.
- Realizar un diagnóstico adecuado de la fluorosis permite establecer las condiciones de esta en la población.
- El diagnóstico adecuado de la fluorosis y la hipocalcificación determinan un tratamiento adecuado.

## **6. RECOMENDACIONES**

- El odontólogo y el estudiante, deben realizar una buena historia clínica, teniendo en cuenta el sitio de procedencia del paciente, el tiempo en que permaneció en el lugar de procedencia, si ha recibido aplicaciones tópicas de flúor, para realizar un diagnóstico acertado y poder realizar el tratamiento que el individuo necesite.
- Como ayuda alterna a éste trabajo de investigación, se realizó un manual, especificando la información necesaria para que el odontólogo y el estudiante la tengan en cuenta en su práctica diaria.
- Se debe actualizar el censo de aguas fluoradas en Colombia
- Se debe realizar una vigilancia epidemiológica de la fluorosis dental





## **BIBLIOGRAFIA**

1. BASES BIOLOGICAS DE LA CARIES DENTAL, Menaker Lewis.Salvat editores  
1986 páginas 209-214.
2. ODONTOLOGIA PEDIATRICA, Fernando Escobar. Edit Universitaria 1990 páginas  
114 – 119.
3. EL FLUOR EN LA PREVENCIÓN Y CONTROL, publicación: Farmacia Moderna,  
Bogotá No. 13, 1988 páginas 15 – 16.
4. HEILMAN, Judy et. Al. EN: Journal of American Dental Association. Vol 128. Julio de  
1997. Páginas 857 – 863
5. EN: American Academy of Pediatrics, Committe on Nutrition Pediatrics. No. 5 Mayo  
de 1997 página 777
6. KIRISTY, Mary C. Et. Al. EN: Journal of american Dental Association. Vol 127, julio  
de 1996 páginas 895 – 901
7. PENDRYS, David G. EN: Journal of American Dental Association. Vol 126,  
Diciembre de 1995. Páginas 1617 – 1623
8. LEVY, Steven M. et. al. EN: Pediatric Dentistry. American Academy of Pediatric  
Dentistry. Enero – Febrero 19:1; 1997 páginas 50 – 54
9. SHULMAN, Jay D. et. al. EN: Pediatric Dentistry. American Academy of Pediatric  
Dentistry. Enero – Febrero 17:1; 1995 páginas 13 – 17

10. ESTUDIO DE LA SAL COMUN O DE COCINA, Sección de odontología, división de salud de la familia, organización panamericana de la salud, oficina sanitaria panamericana, oficina regional de la organización Mundial de la Salud. 1976
11. DENTAL TISSUE EFFECTS OF FLUORIDE, O. Fejeskov, M.J. Larsen, A. Richards, V. Baelum. Department Pathology and Operative Dentistry and Department of Periodontology and Oral Gerontology, Royal Dental College, Faculty of Health Sciences, University of Aarhus, Vennelyst Boulevard DK – 8000 Aarhus C, Denmark. Adv Dent Res 8 (1): 15 – 31. June, 1994.
12. INVENTARIO DEL CONTENIDO NATURAL DE FLUOR EN LAS AGUAS PARA CONSUMO PUBLICO, 1988. Publicado por el Instituto Nacional de Salud INS. Informe técnico No. 1, 1995. División de Investigaciones Especiales, Orlando A. Moncada y Guillermo Jiménez. Santa fé de Bogotá, D.C., Colombia.
13. FLUORUROS, Benjamín Herazo Acuña. Ediciones Monserrate. Primera edición 1988
14. EFFECT OF FLUORIDE UPON HUMAN ENAMEL FORMATION WITH PARTICULAR REFERENCE TO THE DECIDUOUS DENTITION. Anders Thylstrup
15. HISTOLOGIA Y EMBRIOLOGIA BUCAL, W.L. Davis. Edit. Interamericana-McGraww-Hill, 1988
16. ODONTOLOGIA PEDIATRICA, Sidney B. Finn, Edtit. Interamericana, Cuarta Edición
17. MANUAL DE ODONTOPEDIATRIA, Dra. María del Carmen López Jordi, Edit. Interamericana, 1997



18. INVENTARIO DEL CONTENIDO NATURAL DE FLUOR EN LAS AGUAS PARA CONSUMO PUBLICO, Orlando A. Moncada, Guillermo Jiménez, Colombia, 1988
19. SEMINARIO INTERNACIONAL DE FLUOR, Edit. Organización Panamericana de la Salud, 1977
20. REVISTA DE LA FEDERACION ODONTOLOGICA COLOMBIANA, 1997
21. WATER FLOURIDATION DRINKING, Instituto Nacional de la Salud, Indice de Fluorosis de Dean
22. ESTADO DE LOS PROGRAMAS DE SALUD EN EL MUNDO, Centro de Documentación del Ministerio de Salud, 1994
23. FLUORUROS, Yamil Augusto Lesmes Otavo, cesar Augusto Tavera Zafra, 1985
24. FLUORIZACION DE AGUA Y SAL EN COLOMBIA, ACCION PREVENTIVA ODONTOLÓGICA, PLANES NACIONALES DE PREVENCION, Luz Alicia Bernal, Sánchez, Guiomar Corrales Acevedo, Rosa Elvira Díaz Galindo, 1986
25. LA ESTABILIDAD DEL FLUOR EN LA SAL DE COCINA, Estudio de Laboratorio, Daniel Fernando Galindo, 1992
26. FLUORURACION DE LA SAL EN COLOMBIA, sección de prevención y educación, división de salud oral, dirección de atención médica, Alfonso Jaramillo, septiembre de 1979.
27. INVIMA Programa Nacional de Vigilancia y Control, comportamiento del flúor en la sal para consumo; Decreto 0547/96 1988 - 1997



28. FORTIFICACION DE LA SAL CON YODO Y FLUOR, presentado durante la reunión de expertos sobre fluoruración y yodación de la sal para consumo humano, realizado en Antigua - Guatemala Nov. 17 y 18 de 1986, Ingeniero Químico Fernando Suarez.

29. A NEW METHOD FOR ASSESSING THE PREVALENCE OF DENTAL FLUOROSIS – THE TOOTH SURFACE INDEX OF FLUOROSIS, Herschel S. Horowitz, William S. Driscoll, Rhea J. Meyers, Stanley B. Heifetz and Albert Kingman. 1942

## **TABLA DE CONTENIDO**

### **Pág.**

#### **INTRODUCCION**

|        |                                             |    |
|--------|---------------------------------------------|----|
| 1.     | Contexto de la investigación                | 6  |
| 1.1.   | Definición del problema                     | 6  |
| 1.2.   | Justificación                               | 7  |
| 1.3.   | Propósito                                   | 7  |
| 1.4.   | Marco Teórico                               | 7  |
| 1.4.1. | Información general sobre el esmalte dental | 8  |
| -      | Desarrollo del esmalte dental               | 9  |
| -      | Matriz del esmalte dental                   | 10 |
| -      | Células formadoras del esmalte dental       | 14 |
| 1.4.2. | Formación del esmalte dental                | 19 |
| *      | Formación de la matriz orgánica             | 19 |
| *      | Calcificación de la matriz                  | 21 |
| *      | Maduración del esmalte                      | 22 |
| 1.4.3. | Cronología de la calcificación dental       | 23 |
| 1.4.4. | Anomalías de estructura del esmalte         | 25 |
| 1.4.5. | Información general sobre el flúor          | 28 |
| 1.4.6. | Fuentes de flúor                            | 29 |

|                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1.4.7. Metabolismo del flúor                                           | 33  |
| 1.4.8. Mecanismo de acción del flúor sistémico                         | 37  |
| 1.4.9. Antecedentes generales de la fluoruración en Colombia           | 42  |
| - Fluoruración de acueductos                                           | 42  |
| - Fluoruración de la sal                                               | 82  |
| - INVIMA Programa de vigilancia y control de la fluoruración de la sal | 90  |
| 1.4.10. Fluorosis dental                                               | 94  |
| 1.4.11. Indices de fluorosis dental                                    | 103 |
| 1.4.12. Otras pautas para determinar fluorosis dental                  | 106 |
| 1.5. OBJETIVOS                                                         |     |
| 1.5.1. Objetivo general                                                | 107 |
| 1.5.2. Objetivos específicos                                           | 107 |
| 2. METODO                                                              |     |
| 2.1. Tipo de estudio                                                   | 108 |
| 2.2. Definición de variables                                           | 108 |
| 2.3. Instrumento                                                       | 108 |
| 2.4. Procesamiento de la información                                   | 109 |
| 3. RESULTADOS                                                          | 110 |
| 4. DISCUCION                                                           | 111 |
| 5. CONCLUSIONES                                                        | 121 |
| 6. RECOMENDACIONES                                                     | 122 |
| BIBLIOGRAFIA                                                           | 123 |