

01421
133



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**“COMPARACIÓN DEL FLUOURURO
DISUELTO EN FÓRMULAS DE LECHE
MATERNIZADA MANUFACTURADAS
EN EU Y EN MÉXICO”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
CIRUJANA DENTISTA

P R E S E N T A :

SANDRA GARRIDO MANZO

DIRECTOR: M.S.P. ARCELIA MELÉNDEZ OCAMPO
ASESOR: C.D. JESÚS MANUEL DÍAZ DE LEÓN AZUARA



MÉXICO D.F.

• a Dirección General de Bibliotecas •
• a difundir en formato electrónico e impreso •
• el contenido de mi trabajo •
NOMBRE: Garrido Manzo Sandra 2003
FECHA: 25/06/03
FIRMA: [Firma]

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

A



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

**A la UNAM, profesores y amigos
que me recordaron que la excelencia
consiste en hacer de manera extraordinaria
las cosas ordinarias, por más
insignificantes que parezcan**

**En especial a la Dra. Arcelia Meléndez
Ocampo y al Dr. Jesús Manuel Díaz de León
Azuara por compartir conmigo parte
de su experiencia, conocimientos y tiempo**

A Dios:
por darme la
oportunidad de vivir.

A mis Padres:
por su amor, apoyo,
entrega y gran ejemplo.

A Benjamín:
por estar conmigo
en todo momento
y ser el amor de mi vida.

A Ramón e Ingrid:
por brindarme su cariño
y apoyo incondicional.

A Zaira:
por ser un gran ángel
y vivir en mi corazón.

A Alejandra, Flavia, Dafna,
Ma. Luisa y Liliana: por su amistad.

A mis abuelos, tíos y primos.

INDICE

RESUMEN	3
1. INTRODUCCIÓN Y REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	32
3. JUSTIFICACIÓN	33
4. HIPÓTESIS	34
5. OBJETIVOS	35
GENERAL	35
ESPECÍFICOS	35
6. METODOLOGÍA	36
6.1 MATERIAL Y MÉTODO	36
6.2 TIPO DE ESTUDIO	39
6.3 POBLACIÓN DE ESTUDIO	39
6.4 MUESTRA	39
6.5 CRITERIOS DE INCLUSIÓN	40
6.6 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	40
6.7 VARIABLE INDEPENDIENTE	40
6.8 VARIABLE DEPENDIENTE	40
6.9 VARIABLES (ESCALA DE MEDICIÓN)	41
7. RESULTADOS	42
8. DISCUSIÓN	49
9. CONCLUSIONES	51
10. BIBLIOGRAFÍA	52

RESUMEN

Este estudio se hizo para determinar la concentración de ion fluoruro presente en el polvo de cuatro marcas comerciales de leche maternizada manufacturadas en EU y compararlo con los resultados de un estudio similar de la Facultad de Odontología.

Se analizaron cuatro lotes diferentes de cuatro marcas de leche de mayor consumo en la Ciudad de San Antonio, Texas: GOOD START 1, HILL COUNTRY 1, SIMILAC 1 Y ENFAMIL 1 manufacturadas en EU. Para determinar la concentración del fluoruro, el polvo fue preparado con agua destilada. Para la determinación del fluoruro en las leches hecha la mezcla con agua potable de consumo, se obtuvo una muestra compuesta de un punto geográfico de la Ciudad de San Antonio, Texas (EU). La determinación del ion se realizó según la NMX-AA-077-SCFI-2001; además se destilaron todas las muestras.

En los resultados que obtuvimos encontramos que existen diferencias significativas en la concentración de fluoruro entre los lotes de leches norteamericanas: ($F=4.193$, $p<0.05$); existen diferencias altamente significativas entre los promedios de las leches mexicanas ($F=8.855$, $p<0.001$) y existen diferencias altamente significativas en la concentración de fluoruro entre las leches mexicanas y norteamericanas ($F=3.722$, $p<0.05$).

Estas diferencias entre las leches manufacturadas en México y EU pueden deberse al proceso de industrialización y al agua utilizada. Es necesario que los fabricantes conozcan la normatividad para la adquisición de fluoruro por vía sistémica y hacer mención del fluoruro en las etiquetas. Sin embargo, es importante realizar más estudios al respecto y considerar un adecuado muestreo de agua para estimar la concentración final de fluoruro presente en la leche.

1 INTRODUCCIÓN Y REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Es bien sabido que la caries dental permanece aún como una de las enfermedades de mayor prevalencia a nivel mundial y que afecta a una gran proporción de niños y adultos y que la utilización de los fluoruros, en diferentes formas, ha sido reconocido y utilizado como una medida segura de prevención para caries dental.

Desde la década de los años 50, existen evidencias de que la adición de fluoruro es un método efectivo para la prevención de caries dental en términos de eficacia, seguridad y costo.

El agua ha sido el vehículo que se ha utilizado con mayor frecuencia para adicionar fluoruro, teniendo en cuenta la cobertura de la red de suministro de agua y el costo de la prevención de caries dental más que el costo técnico de su adición, aunque autores como Pakhomov mencionan que existen inconvenientes como el hecho de que hay comunidades en donde estos métodos no pueden ser implementados debido a problemas técnicos o algunas veces por razones políticas o geográficas.¹

Pero no sólo el agua ha sido considerada para tal fin, en la década de los años 50 se da inicio a los programas de fluoración de la sal en Suiza, a finales de los años 60 en Colombia, mientras que en Francia, Costa Rica y Jamaica fue en la década de los 80. En la siguiente década se inició en nuestro país, al igual que en España,² aunque los beneficios de prevención no se extiendan a grupos de riesgo para otras enfermedades como hipertensos y cardiopatas por mencionar algunos.

En este sentido, tanto de la leche materna como de la leche de vaca, se ha reconocido ampliamente el valor nutricional de gran calidad por componentes como proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas, minerales y se le ha considerado, junto con el agua, como un vehículo alternativo para la administración de fluoruros para la prevención de caries dental así como para conservar una buena salud.³

Con relación a los minerales, la concentración de calcio, hierro, fósforo, magnesio, potasio, zinc y fluoruro no es afectada por la dieta materna y se reporta que no altera el metabolismo del niño, además, se ha observado que la caries dental es menos frecuente en niños que consumen leche materna.⁴

En estudios patrocinados por la Bureau Dental Milk Foundation, por mencionar algunos realizados en grupos pequeños de niños en ciertos países, se ha determinado una disminución en la prevalencia de caries dental debido al consumo de leche fluorada; otras publicaciones refieren la posibilidad de utilizar la leche como un vehículo para suplir la ingesta de fluoruro en niños que habitan en áreas con deficiencia de fluoruro.¹

Países como Chile han llevado a cabo programas para prevención de caries dental en la dentición primaria mediante el uso de leche en polvo y derivados lácteos fluorados utilizando monofluorofosfato disódico en lugar de fluoruro de sodio para evitar los problemas asociados con los vehículos ricos en calcio como la leche. Para tal efecto fueron seleccionadas dos comunidades (Codegua, comunidad control y La Punta, comunidad de estudio) que fueran semejantes con base en criterios de: proximidad geográfica, tamaño de la comunidad y similitud con respecto a la prevalencia de caries dental. La exposición de fluoruros provenientes del agua, comida y suplementos dietéticos de fluoruro fueron examinados antes de que empezara el programa con la leche. Los resultados mostraron significancia en los índices de ceo en los grupos de 3 a 6 años en Codegua cuando se compararon datos de 1994 con los de 1999.⁵

Asimismo en 1999, los niños de la comunidad de estudio mostraron significativamente menor ceo que los niños de la comunidad control. La proporción de niños libres de caries dental en la comunidad control aumentó después de 4 años de haber implementado el programa (de 22.0 % al 48.4%).⁵

De igual forma Ivanova, en Bulgaria, observó el hecho de la reducción de la caries dental en una comunidad basada en un proyecto con leche fluorada. Tres mil niños de entre 3 y 10 años de edad recibían 200 ml de leche que contenía 1mg F⁻ (5ppm F⁻ como fluoruro de sodio) en periodos de 180 a 200 días por año. Panaguriche fue un lugar que sirvió como referencia. Después de 3 años se determinó una disminución significativa en la prevalencia de caries dental en aquellos que recibieron leche fluorada regularmente. La reducción en la incidencia de caries dental en este estudio varía del 15% al 60% en la dentición primaria y de 30% al 85% en la dentición permanente. Asimismo los resultados confirman que mientras más temprana sea la ingesta de leche fluorada de un niño, mayor será el efecto.⁶

Con el objetivo de diferenciar los efectos producidos por la adición de fluoruro a la leche y aquellos no adjudicables al ion, en Alemania se desarrolló un estudio donde se montaron cinco experimentos en ratas para investigar el efecto protector contra la caries dental. El estudio concluyó que la leche no fluorada tiene un efecto moderado contra la caries dental. Esta eficacia contra la caries dental puede incrementarse hasta 40 - 50% al adicionarle fluoruro, ya que no pierde su biodisponibilidad en la leche.⁷

Pese a que algunos estudios demuestran resultados prometedores en la prevención de caries dental, la mayoría no se sustentan en investigaciones largas y por lo tanto se necesitan más pruebas clínicas antes de que la leche fluorada sea recomendada como una alternativa a la fluoración del agua y la sal en algunas comunidades.¹

Sin embargo, en países como Bulgaria, Chile y China se llevan a cabo estudios a largo plazo para verificar los beneficios de la leche fluorada.^{1,2}

En el distrito de Haidian, China, se hizo un estudio para investigar la posibilidad de fluorar la leche como vehículo para la prevención de caries dental, basándose en un estudio epidemiológico actual y sus tendencias de caries dental en niños de preescolar. El proyecto aplicado se basó en las siguientes premisas:

1. El nivel del ion flúor en agua era bajo (0.2- 0.3 ppm).
2. Otros usos sistémicos de fluoruro no existían. La primera elección de los padres para alimentar artificialmente a los niños es la leche fresca o en polvo.
3. El costo de la leche era inferior a otros productos.

Los investigadores especificaron que en China la fluoración de la leche surgió a raíz de la necesidad de desarrollar métodos alternativos para dar suplementos de fluoruro a grupos de alto riesgo que viven en áreas donde la fluoración no existía.⁸

La experiencia en St. Helens en Inglaterra, caracterizada por ser una zona urbana con altos índices de caries dental, evidenció que la implementación del agua fluorada era difícil debido a las múltiples fuentes que abastecen de agua. Por lo tanto, con la investigación se examinaron los aspectos técnicos, organizacionales y legales para la fluoración de la leche como una alternativa al alcance de la población. Así, Lennon y col. proporcionaron a niños de 3 hasta 5 años 189 ml de leche con 0.5 mg de fluoruro (fluoruro de sodio). Con esto la fluoración de leche escolar para 2750 niños ha sido estructurada exitosamente por 9 meses.

Cabe mencionar que en Inglaterra la leche está destinada para los niños de recursos socioeconómicos bajos, quienes también son los que tienen mayor riesgo de presentar caries dental. Por esto la Comunidad Económica Europea da subsidios para la leche y productos lácteos consumidos por niños escolares.⁹

La leche se ha introducido como un vehículo para ser fluorada en regímenes comunitarios como un método para mejorar la salud bucal y el estado nutricional de niños de países tanto industrializados como en países en vías de desarrollo.

En Suecia se llevó a cabo un estudio en donde a niñas de entre 10 y 13 años, residentes de un área con bajo contenido de fluoruro, se les administró por la mañana, durante 7 días, leche a la que se le agregó 1 miligramo de fluoruro de sodio. En el estudio se evaluó la concentración de fluoruro en la saliva y en las secreciones de cada glándula parótida, sublingual y submandibular. Los resultados de esta investigación demostraron que la ingesta de fluoruro por medio de la leche se excreta por las glándulas salivales, indicando que la biodisponibilidad del fluoruro en la leche es semejante a la de otros vehículos. Los hallazgos indican que el fluoruro de la leche puede tener una doble modalidad de acción local sobre la cavidad bucal, uno por su ingesta y otro por su secreción.¹⁰

Por su parte, Ericsson demostró que el fluoruro se absorbía en el intestino a partir de la leche con la misma facilidad que a partir del agua, refutando la idea de que el elevado contenido en calcio de la leche haría inasimilable el fluoruro. Sin embargo, la combinación del fluoruro añadido al calcio o las proteínas podría reducir el efecto tópico de aquél en la boca en comparación con el fluoruro del agua.¹¹ La fijación de fluoruro añadido al calcio o las proteínas de la leche no es un problema importante, pero el efecto tópico del fluoruro en la boca podría ser más pequeño que el del fluoruro en el agua.¹²

Tanto la leche de vaca como la leche humana contienen poco fluoruro, aproximadamente 0,03 mg de F⁻ por litro.¹ Por ser la leche un alimento recomendado para los niños, ampliamente disponible en los hogares y las escuelas de numerosos países, hace más de 20 años se le consideró como un vehículo adecuado para complementar la ingesta de fluoruro de los niños.¹³

Al respecto, se han publicado cinco ensayos clínicos de pequeña escala sobre el uso de la leche fluorada; en general, muestran que la caries dental es menos frecuente en los grupos que consumen la leche fluorada. No se ha tenido información, empero, sobre los ensayos clínicos de mayor escala, y los estudios de más larga duración se han llevado a cabo por sólo 5 ó 6 años.¹³

La distribución de leche fluorada puede ser más complicada que la de los suplementos de fluoruro en forma de tabletas o gotas. La producción de leche fluorada requiere un alto grado de motivación y competencia de parte de la industria lechera para garantizar inspecciones adecuadas del contenido de fluoruro. Un elemento común de casi todos los estudios publicados es la distribución de la leche en la escuela, y el éxito de los esquemas escolares depende de la dedicación de los maestros, padres y personal auxiliar. Si bien se han logrado resultados alentadores en la reducción de la caries dental con la fluoración de la leche, es menester realizar más estudios antes de recomendar su aplicación en gran escala. Si una comunidad tiene un sistema de distribución de leche bien desarrollado, el trabajo de laboratorio requerido para introducir la leche fluorada es sencillo. En Bulgaria, Chile, China, la Federación de Rusia y el Reino Unido se han instituido nuevos esquemas escolares comunitarios en los cuales se añaden 5 mg de fluoruro a un litro de leche. Anualmente, cada niño recibe 200 ml de leche fluorada en cada jornada escolar por unos 200 días.²

Con relación al contenido de fluoruro disuelto en leche materna, se ha recomendado que la alimentación al seno materno se continúe, por lo menos, durante los primeros 6 meses, con el objetivo de que el bebé reciba nutrientes de calidad disueltos en ella, esto incluye al ion fluoruro. En cuanto al fluoruro, se ha comprobado que la caries dental es menos frecuente en los niños alimentados al seno materno.¹⁴

Silva y Reza citan a autores como Lewis y Curran que mencionan que para los recién nacidos y los niños, los objetivos básicos son un crecimiento satisfactorio y evitar las situaciones deficitarias, y la leche materna parece aportar todos los elementos esenciales durante un intervalo prolongado. La leche de una madre cuya dieta es adecuada y suficientemente equilibrada aportará los nutrientes necesarios, excepto, quizá, el fluoruro, si los aportes de agua no están lo suficientemente fluorados (menos de 0.3 ppm) considerándose que el lactante deberá recibir 0.25 mg de fluoruro al día.⁴ En este sentido, se hace una comparación sobre la cantidad de fluoruro en la leche materna y de vaca. (Tabla 1)

Tabla 1. Fluoruro estimado en la leche materna y de vaca

Leche Materna							Leche de Vaca	
Leche madura (15 días posparto)			Leche de Transición (6-10 días posparto)		Calostro (1-5 días posparto)			
Media	Límites experimentales		Media	Límites experimentales	Media	Límites experimentales	Media	Límites experimentales
F ⁻ (mg/L)	0.107	0.0-0.24	-	-	0.131	0.0-0.35	-	0.10-0.28

Fuente: Silva y Reza

Aunque se considera que la mayoría de las mujeres pueden amamantar a sus hijos, existen casos en que es necesario suspender total o definitivamente la lactancia materna, lo que realmente constituye excepciones, como sucede en casos de enfermedades graves como el cáncer de mama, síndrome de inmunodeficiencia adquirida, la hepatitis B y la infección por citomegalovirus, y hay controversia para suspenderla en caso de rubéola.⁴

De igual forma, Joy y Constance hacen hincapié en que la alimentación al seno tiene una base biológica antigua y es todavía la más universalmente recomendada para proporcionar alimentación al bebé. Afirman que cuando la leche materna se

madura tiene aproximadamente la misma calidad calórica que la leche de vaca entera (20 calorías por onza). Existen en el mercado numerosas fórmulas preparadas de patente que contiene el hierro y las vitaminas necesarias.¹⁴

Johnson J y col. reportan los resultados de las mediciones de fluoruro de varias marcas comerciales de leche maternizada derivadas de leche en forma de polvo, listo para alimentar y concentrado y de leches maternizadas a base de soya que se adquirieron en siete diferentes lugares de EU. Las determinaciones del fluoruro se llevaron a cabo utilizando el método de Taves (método de microdifusión) modificado por Whitford y Reynolds con el electrodo de fluoruro de estado sólido Orion para probar las muestras de difusión. Los resultados obtenidos demostraron que no existen diferencias significativas entre los valores determinados en el concentrado y el polvo de leches maternizadas derivadas de leche.

Se encontraron variaciones en el contenido de fluoruro entre muestras del mismo producto recolectado en diferentes lugares. Esta variación fue más notable en el grupo de listo-para-alimentar. Este grupo (listo-para-alimentar) contiene más fluoruro que las fórmulas concentradas o en polvo. Los valores promedio para los productos concentrados y en polvo no fueron significativamente diferentes.

El contenido de fluoruro de las fórmulas a base de soya fue mayor que en las fórmulas a base de leche en los 3 grupos; las diferencias fueron estadísticamente significativas solo en las fórmulas concentradas y en polvo. La recuperación del fluoruro añadido en el agua fluorada fue del 92 al 100%, porque el contenido de fluoruro para cualquier producto puede ser estimado con precisión si el contenido del fluoruro se conoce.¹⁵

Ahora bien, en la Facultad de Odontología se realizó un estudio sobre la concentración de fluoruro presente en leches maternizadas de uso más frecuente en la Ciudad de México. Para tal efecto, se analizaron cuatro marcas comerciales (SMA 1, NAN 1, ENFALAC 1 y ENFAMIL 1), de cada marca se analizaron 5

muestras de diferentes lotes de producción. Para determinar la concentración de ion fluoruro presente en el polvo se prepararon las muestras utilizando agua destilada, las muestras fueron destiladas (como se recomienda en la NMX-AA-073-SCFI-2001) y la determinación cuantitativa de fluoruro se realizó utilizando el electrodo de ion selectivo. Los resultados pusieron en evidencia que la marca comercial SMA 1 es la que presentó mayor contenido de fluoruro con 25.270 mg/L y las marcas NAN 1 y ENFAMIL 1 presentaron concentraciones de fluoruro del orden de 7.29 y 7.56 mg/L respectivamente; solamente la marca ENFALAC 1 presentó concentración de fluoruro cercana a la recomendada por la OMS, la concentración de fluoruro determinada fue de 1.131 mg/L.⁴

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL FLÚOR

Se dice que el flúor fue descubierto por el químico Scheele en 1771. Según Arnold, el primer interés sobre el fluoruro fue cuando éste se descubrió como parte del contenido de los huesos. En 1802, Morozzo describió un fósil de elefante: un par de años más tarde el contenido de fluoruro en los dientes de los animales se determinó. En 1805, Morichini encontró fluoruro en el esmalte humano, a pesar de que por muchos años existió mucha controversia sobre la presencia o ausencia del fluoruro en los huesos y dientes dependiendo del método químico utilizado. Posteriormente, en 1809, Gay Lussac y Thenard sucesivamente prepararon altas concentraciones acuosas de ácido fluorhídrico y en 1813 Humphry concluyó que el ácido fluorhídrico combina fuertemente con cuerpos metálicos y el hidrógeno.

Debido a esta fuerte afinidad y elevada acción de "descomponer", el químico francés Moussan, concluyó que esta sustancia podría ser difícil de aislar y examinarse en forma pura y siguiendo la sugerencia de Ampere, dió a este elemento el nombre de flúor (le fluor), aislándolo por primera vez en 1886.¹⁶

Es raro encontrar al ion flúor en un estado libre en la naturaleza; sin embargo se encuentra ampliamente distribuido en la corteza terrestre (0.06 % a 0.09%). El flúor ocupa el decimoséptimo lugar entre los elementos por orden de frecuencia de aparición, en forma de fluoruros insoluble de los metales electropositivos, particularmente como espato flúor, criolita y fluorapatita.¹⁷

El flúor es un gas diatómico, de color verdusco. Pertenece a la VII familia de la tabla periódica, grupo de los halógenos. Los halógenos se caracterizan por tener capas exteriores de valencia con un electrón menos de la configuración de gas noble, razón por la cual presentan elevadas electronegatividades y tienen afinidad para formar sales (en oxidación de haluros); a este grupo pertenecen el cloro (Cl⁻), bromo (Br⁻), yodo (I⁻), flúor (F⁻) y el astato (At⁻). El nombre de halógenos les fue asignado por Bersilius.¹⁸

El flúor es el elemento más electronegativo, ya que enlaza fácilmente electrones de otros elementos, lo cual forma sales de flúor con ellos; en todas las sales de fluoruro su valencia es 1, su peso atómico es de 19 y su densidad 1.14. Su excepcional reactividad química, la mayor entre todos los elementos de la tabla periódica postergó su descubrimiento durante mucho tiempo. El F⁻ se combina directamente con todos los elementos, con excepción del oxígeno y los gases nobles más livianos, a temperaturas ordinarias o a temperaturas elevadas, haciéndolo a menudo con suma energía. También reacciona con numerosos compuestos, particularmente con los orgánicos, transformándolos en fluoruros.⁴

Se puede encontrar en la atmósfera como parte de los gases de la actividad volcánica, carbón de piedra, agua del mar, alimentos y aguas dulces. Se halla en diferentes concentraciones en compuestos como la roca volcánica que contiene entre 80 y 2 500 ppm, en la piedra arenisca con una concentración de entre 80 y 400 ppm, el yeso contiene hasta 870 ppm de fluoruro y la piedra de granito contiene entre 20 y 2 300 ppm.¹⁹

Los yacimientos más grandes se encuentran en nuestro país, en Estados Unidos de Norteamérica, en Argentina, España, República Checa, Federación de Rusia, Francia y Holanda entre otros. El contenido del flúor tiende a ser alto en aguas templadas y alcalinas como las que se encuentran en áreas de actividad volcánica.¹⁹

Es utilizado comercialmente en la industria del acero para la manufactura de productos de aluminio, en la preparación de fluorocarburos como catalizador en la industria petrolera, en producción de cauchos, aceites, resinas, freón, esmaltes para cerámica y también como agente para prevenir la fermentación por microorganismos como moho, bacterias o levaduras y como antiséptico. En 1930, se utilizó por primera vez en la preparación del gas freón en la refrigeración; en la década de los 40 tuvo más importancia en la investigación para producir la bomba atómica. El óxido de fluoruro (F_2O) fue considerado como un buen candidato como oxidante de los sistemas propulsores de proyectiles o misiles pero era altamente tóxico.^{19, 20}

En tejidos biológicos mineralizados como huesos y dientes, se presenta como una sal de la apatita, no como fluorapatita, sino como hidroxapatita. Es decir, solamente algunos de los hidroxilos de los cristales de la apatita son remplazados por los iones de flúor; este cambio altera profundamente la resistencia del esmalte a la desmineralización.

No hay duda del efecto anticariogénico del fluoruro, aunque todavía no hay unanimidad en el exacto mecanismo de cómo el fluoruro disminuye la caries dental. Existen diferentes hipótesis para explicar esta acción:

1. El fluoruro actúa sobre la hidroxapatita del esmalte:
 - Disminuyendo su solubilidad
 - Mejorando su cristalinidad
 - Remineralizando el mineral calcio

2. Acciones sobre las bacterias de la placa dental:

Inhibiendo las enzimas

Suprimiendo la flora cariogénica

Estos dos puntos han sido apoyados en parte en pruebas de laboratorio y en hallazgos clínicos.¹⁷

Últimamente se ha dado mayor énfasis en la habilidad del fluoruro para promover y acelerar la remineralización de la estructura dental de calcio agotada. La remineralización es el proceso en donde el esmalte parcialmente desmineralizado es reparado mediante la recristalización del esmalte dental por las sales minerales. Aún pequeñas cantidades de fluoruro aceleran este proceso, basándose en incrementos de microdureza y radiopacidad observados en técnicas microradiográficas, según Arends y Gelhard en su trabajo de 1983 "Demineralisation and Remineralisation of the Teeth," citados por Newbrun.¹⁷

Fluoruros en el medio

Fluoruros en el suelo

El fluoruro abunda en el mundo, su mayor proporción se halla firmemente combinado en minerales y otros compuestos químicos y, por tanto, no está disponible biológicamente en su forma habitual. Las concentraciones del fluoruro aumentan con la profundidad del suelo. Las rocas volcánicas, así como los yacimientos de sal de origen marino, contienen cantidades considerables de fluoruro, que pueden llegar hasta 2500 mg/kg.²

En las altas regiones montañosas, el contenido de fluoruro del suelo suele ser relativamente bajo debido a una erosión constante que se lleva los fluoruros y, como sucede con los demás halógenos, los transporta a mesetas inferiores o al

océano a través de ríos y torrentes. Así pues, los continentes van perdiendo sin cesar su contenido inicial de fluoruros, y a ello se debe probablemente el contenido relativamente elevado en el agua marina.²¹

Fluoruro en el agua

Dada la presencia general de los fluoruros en la corteza terrestre, toda el agua contiene fluoruros en concentraciones diversas. La mayor parte de la que normalmente puede utilizar el hombre participa en el ciclo hidrológico, lo cual significa que tiene su origen en los océanos. La propia agua del mar contiene cantidades considerables de fluoruro que oscilan entre 0.8 y 1.4 mg/L. El contenido de fluoruros del agua de lagos, ríos o pozos artesianos es casi siempre inferior a 0.5 mg/L, aún cuando se han registrado concentraciones de hasta 95 mg/L en la República Unida de Tanzania. El agua retenida en los sedimentos desde su depósito y las aguas termales relacionadas con volcanes y yacimientos minerales epitermales suelen tener niveles de 3-6 mg/L.²¹

Fluoruro en el aire

Los fluoruros se encuentran también ampliamente diseminados en la atmósfera, provenientes del polvo de los suelos ricos en fluoruro, de los desechos industriales gaseosos, de la combustión del carbón en las casas y de los gases emitidos en zonas de actividad volcánica.

El contenido de fluoruro del aire de algunas fábricas puede alcanzar niveles de hasta 1.4 mg de F⁻ por m³ de aire y de 0.2 mg de F⁻ por m³ en los alrededores de esas fábricas. Si el control de las emisiones es inadecuado, es de prever que habrá contaminación en el medio ambiente.²¹

Al levantarse el polvo rico en fluoruros que el viento lleva a grandes distancias y se deposita en las plantas, entraría así en la cadena alimenticia. El uso de plaguicidas que contienen fluoruro puede tener un efecto parecido, de modo que habrá que limitarlo todo lo posible.²

Presencia del fluoruro en la dieta

La concentración del fluoruro en los alimentos no elaborados generalmente es baja (0.1-2.5 mg/kg). No obstante, los productos en los que inadvertida o intencionalmente se han incorporado tejido esquelético durante la elaboración pueden tener altas concentraciones de fluoruro. Se ha notificado, por ejemplo, una concentración de fluoruro de 21-761 mg/kg en el concentrado de proteína de pescado.²

Florez menciona que el contenido de fluoruro de diversos comestibles refleja de alguna manera el contenido de fluoruro del agua del área donde han crecido, por lo tanto, la cantidad de fluoruro en la alimentación depende de diversos factores: la naturaleza del alimento, la técnica de preparación, la cantidad del fluoruro en el agua usada en la preparación del alimento, en los condimentos y el recipiente en que se preparan. La evaporación aumenta la concentración de 1.5 a 3 veces en la cocción de alimentos, ya que el fluoruro presente en estos se encuentra en el agua de cocción. En frutas y vegetales el flúor de los insecticidas se retiene en ellos. De esta dieta, el contenido de fluoruro sería aproximadamente de 0.75 mg diariamente.¹⁹ (Tabla 2)

Tabla 2. Posible cantidad de fluoruro en la dieta diaria

Alimentos	Cantidad de fluoruro	Dieta de un adulto
Grupo I	Pan y cereales 0.6 mg/kg.	600 g
Grupo II	Vegetales y frutas 0.2 mg/kg	600 g
Grupo III	Carnes y pescado 0.4 a 2.4 mg/kg	200 g
Grupo IV	Leche y derivados 0.2 mg/kg	500 g

Fuente: Florez J.

Se ha mencionado que entre los alimentos que contienen mayor cantidad de fluoruro el té en polvo es el principal así como la sal de mesa ionizada.⁴ (Tabla 3)

ALIMENTOS	FLÚOR ppm
Comida de centeno	0.6
Carne de vaca sin hueso	0.2
Patata	0.1
Guisante	0.1
Tomate	0.1
Naranja	0.1
Manzana	0.1
Fresa	0.1
Leche estandarizada 3.9% de grasa	0.1
Total de leche en polvo (mg/kg peso en seco)	1.2
Fórmula infantil basada en leche de vaca	2.0
Té en polvo, instantáneo (mg/kg peso en seco)	230.0
Chocolate con leche	0.1
Sal de mesa ionizada	8.5

Fuente: Silva y Reza

Vías de incorporación de fluoruro y metabolismo del fluoruro

El fluoruro se incorpora al organismo a través de dos vías: sistémica y local o tópica:

- **Vía sistémica:** cuando el fluoruro se incorpora al organismo a través del metabolismo utilizando diferentes vehículos como agua de ingesta, sal de mesa, gotas de fluoruro, alimentos y suplementos fluorados.
- **Vía local o tópica:** cuando el fluoruro es administrado a través de colutorios, pastas dentales, soluciones tópicas de fluoruro y barnices; éstos solamente están en contacto con el esmalte dental y el medio ambiente bucal.

Cuando el fluoruro es suministrado por vía sistémica pasa por mecanismos de absorción, retención y excreción. La mucosa gastrointestinal es la principal vía de absorción alcanzando niveles en plasma de 0 a 100% en 30 a 60 minutos después de su ingesta, dependiendo de la vía y vehículo de administración. La absorción del flúor se realiza también a nivel intestinal.¹⁹

Una vez ingerido el fluoruro, los niveles de éste se incrementan tanto en plasma como en otros fluidos humanos como el del surco gingival, bilis, saliva y orina.

Esto es debido a que la mayor parte de la cantidad total de fluoruro ingerido es absorbido y a que una rápida clarificación del plasma se lleva a cabo en los riñones y los tejidos calcificados. El fluoruro que se encuentra en el plasma es removido del organismo mediante la excreción renal y por el depósito de éste en huesos. El riñón es la principal vía de excreción y se realiza por la orina después de veinticuatro horas aproximadamente de administrado el fluoruro (aproximadamente el 50% o menos se excreta en las primeras cuatro horas). Estos porcentajes se ven influidos por la edad, el grado de fijación en huesos y dientes.^{22, 23, 24} Entre el 10 y el 25 % de la ingesta diaria del fluoruro ingerido no se absorbe y es excretado por las heces.²

La desintoxicación del fluoruro tiene dos mecanismo; eliminación por la orina y retención dentro del esqueleto.

Del 90 al 98% del fluoruro es eliminado por la orina, y lo demás en el sudor y lágrimas. El fluoruro es eliminado rápidamente. Smith demostró que al suministrar a un adulto normal una dosis por vía bucal de 1.5 mg de fluoruro, en aproximadamente 3 horas es eliminado (0.5mg). La eliminación del fluoruro de la circulación se hace por filtración glomerular.²

Excreción por sudor: Los datos más recientes obtenidos con técnicas analíticas modernas indican que las concentraciones de fluoruro en el sudor son muy bajas. De modo que el sudor es probablemente una vía cuantitativamente poco importante para la excreción de fluoruro, aún en condiciones ambientales extremas.²

Excreción por leche: Ésta es del orden de 0.1 ppm a 0.2 ppm.

Excreción por la saliva: Ésta es despreciable, aproximadamente 1%.¹⁹

Absorción

Aproximadamente el 75-90% del fluoruro ingerido por día se absorbe en el tubo digestivo, en mayores proporciones de los líquidos que de los sólidos. El tiempo de absorción es de unos 30 minutos, de modo que la concentración máxima en el plasma generalmente se produce en el curso de 30-60 minutos.

La absorción a través de la mucosa bucal es limitada y probablemente representa menos del 1% de la ingesta diaria. La absorción en el estómago se produce prontamente y está en relación inversa con el pH del contenido gástrico, y casi todo el fluoruro restante que entra al intestino se absorbe rápidamente. La alta concentración de calcio y otros cationes alimentarios que forman complejos insolubles con el fluoruro puede reducir la absorción de éste en el tubo digestivo.²

Retención de fluoruro en el cuerpo

El 90% del fluoruro se elimina y solo 9.9% se retiene en el esqueleto y dientes. Algunos factores que también afectan a la absorción y retención son la edad, experiencia anterior con el elemento, frecuencia y cantidad total ingerida y la presencia o ausencia de elementos que interfieran.^{16, 19}

Dosis terapéutica y usos en odontología

Investigaciones de laboratorio indican que el fluoruro alcanza su eficacia máxima en la prevención de la caries dental cuando se mantiene constantemente una concentración baja del mismo en la cavidad bucal. En la placa existe un importante reservorio de fluoruro, pero también lo encontramos en la saliva, en la superficie de los tejidos blandos de la boca y, en una forma ligada débilmente, en la superficie del esmalte.

El fluoruro controla eficazmente la caries dental porque actúa de varias maneras diferentes. Cuando se halla presente en la placa dental y la saliva, acelera la remineralización de las lesiones incipientes del esmalte, proceso curativo que tiene lugar antes de que se establezca la caries dental. También altera la glucólisis, proceso por el cual las bacterias cariogénicas metabolizan los azúcares para producir ácido. En concentraciones más altas tiene acción bactericida sobre las bacterias cariogénicas y de otro tipo. Estudios recientes indican que, si se ingiere fluoruro durante el periodo de desarrollo de los dientes, el esmalte se vuelve más resistente a los ataques más posteriores del ácido. La multiplicidad de efectos que ejerce el fluoruro aumenta su valor para la prevención de la caries dental.²⁵

Cuando una población se expone por primera vez al fluoruro, después de unos años se experimenta una disminución de la incidencia de caries dental entre los integrantes más jóvenes de la comunidad.

La concentración óptima de ion fluoruro recomendada para la prevención de caries dental es del orden de 0.6 y 0.9 mg /L o ppm de fluoruro en agua de consumo en países desarrollados ya que el agua fluorada se utiliza en la elaboración industrial de comidas y bebidas. Sin embargo la OMS propone como dosis terapéutica de fluoruro disuelto en agua de consumo humano de 0.7 a 1.2 ppm tomando en cuenta variables tales como la temperatura ambiental promedio y frecuencia de ingesta de agua.¹⁶

En zonas frías (10 – 21° C) recomienda aumentar la concentración de fluoruro hasta 1.2 ppm y en climas calientes disminuir la concentración hasta 0.6 ppm.¹⁶

En México, la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SSA2-1994²⁶ considera como límite válido una concentración de 0.7 ppm de fluoruro en agua de consumo humano, mientras que la NOM-127-SSA1-1994²⁷ considera un límite de 1.5 ppm en el agua potable.

Es importante tener en cuenta la temperatura media de cada zona para considerar la adición de ion fluoruro a los acueductos o bien para el suministro de fluoruros por otras vías. (Tabla 4)^{16, 19, 27}

Tabla 4. Concentración del ion fluoruro considerando la temperatura media máxima	
Temperatura media-máxima °C	Concentración óptima de F recomendada en mg/litro
10.0 a 12.1	1.2
12.2 a 14.6	1.1
14.7 a 17.1	1.0
17.8 a 21.4	0.9
21.5 a 26.3	0.8
26.4 a 32.5	0.7
32.6 a 37.5	0.6

Fuente: Florez J.

De acuerdo con la OMS, si el agua de consumo público está fluorada en forma óptima se reduce la incidencia de caries dental en un 40 – 50% en la dentición decidua y entre un 50 – 60% en la dentición permanente; por el contrario, si la concentración del ion fluoruro es menor a 0.3 ppm y la prevalencia de caries dental es elevada, debe iniciarse su administración por otros métodos a partir de los 6 meses de vida, considerando que su eficacia será mayor si se mantiene la regularidad y constancia, y que los alimentos no constituyen una fuente importante de fluoruro en las cantidades necesarias para la prevención de la caries dental.¹⁶

Fluoruro en sal

Los resultados indican que la eficacia de la sal fluorada en la inhibición de la caries dental es considerable, del mismo orden que la del agua fluorada cuando se logra la concentración y aplicación adecuadas.²

El fluoruro, al ser suministrado en forma de fluoruro de calcio a través de la sal de cocina, previene la caries dental en forma similar a la de fluoruro de sodio en el mismo vehículo a través del agua (la prevención es de 60 a 65%). Su viabilidad se debe al bajo costo y su fácil explotación y a que se encuentra en forma natural y abundante en todos los países.

La dosis óptima del ion fluoruro añadido a la sal es de 250 mg/kg con el objetivo de lograr la prevención de caries dental sin riesgo de fluorosis. El proceso de mezcla de fluoruro con la sal es sencillo y ofrece máxima posibilidad de exactitud en cuanto a la proporción de la dosis que se establezca. La sal fluorada no introduce variaciones en las características propias de los alimentos. No existe riesgo de intoxicación por su bajo consumo diario. El calcio de los alimentos al reducir la absorción del flúor protege al organismo contra la intoxicación del fluoruro.^{16, 19}

Mecanismo de Prevención de Caries Dental

Los factores que determinan la incorporación del fluoruro en las estructuras dentales son esencialmente las mismas que en el caso de los huesos y fijan el fluoruro más rápidamente durante el periodo de crecimiento y desarrollo.

En las fases iniciales de la odontogénesis, la escasa calcificación apenas dificulta el transporte iónico, por lo tanto durante los periodos de formación y calcificación es máxima la absorción de fluoruro por dentina y esmalte. Aún después de terminado el crecimiento, la fijación de fluoruro sigue siendo apreciable por algún tiempo, probablemente porque los dientes calcificados prosiguen su proceso de mineralización.^{19, 21, 22}

El fluoruro es el procedimiento profiláctico más eficaz en la lucha contra la caries dental, siendo recomendación prioritaria por parte de la OMS. Su mecanismo de acción es doble:

- A) Reduce la solubilidad del esmalte al medio ácido transformando la hidroxiapatita en fluorapatita, que es más resistente a la descalcificación por parte de los ácidos bacterianos.
- B) Inhibiendo las enzimas bacterianas productoras de los ácidos teniendo por lo tanto acción bacteriostática.^{16,19}

La aparente solubilidad mínima de la fluorapatita, se debe a que al disolverse los iones fluoruro y cálcicos liberados, forman una capa impenetrable de fluoruro de calcio sobre los cristales no disueltos.

El fluoruro inhibe enzimas bacterianas que intervienen en la glucólisis, en la cual hay producción de ácido que afecta el esmalte. El fluoruro se acumula en la placa dental, esto puede provenir en parte directamente de las bebidas que contienen fluoruro y, en parte, de las bajas concentraciones en reposo del fluoruro en saliva de 0.01 – 0.05 partes/10⁶ de peso neto de placa dentobacteriana durante un período de crecimiento de 2-3 días.

Las fuentes más probables de fluoruro de la placa dentobacteriana son la dieta, la saliva y el líquido gingival. El esmalte no es considerado generalmente una fuente de fluoruro de la placa, pero puede serlo temporalmente durante la fermentación del azúcar por la caída extrema del pH.²⁸

El fluoruro se incorpora al diente en tres etapas:

1. Fase de formación del diente. Incorporación uniforme en el tejido.
2. Fase de mineralización. Incorporación máxima en zonas de mineralización.
3. Periodo inmediato a la fase de mineralización. Incorporación en partes marginales de dentina y esmalte.

Todas éstas se realizan en la formación del esmalte.²⁸

RECOMENDACIONES DE LA OMS SOBRE LOS SUPLEMENTOS DE FLUORURO

El objetivo de toda administración sistemática del fluoruro es obtener un efecto preventivo máximo de la caries dental con escaso riesgo de fluorosis.²

Prevalencia de caries dental	Edad de Inicio	Indicación
Elevada	6 meses	Todos, en función del agua
Baja /media	3 años	Grupos de riesgo

Edad	Fluoruro agua 0.3 ppm	Fluoruro agua 0.3-0.6 ppm	Agua Fluorada
6 meses a 3 años	0,25	-	-
3 a 5 años	0,5 mg	0,25 mg	-
6 a 16 años	1 mg	0,5 mg	-

Fuente: Silva y Reza

De acuerdo a los nuevos lineamientos de la Academia de Pediatría y de la Asociación Dental Americana, se deben dar suplementos de fluoruros a los bebés en las ciudades en las que el agua de consumo común contienen menos de 3 ppm. A partir de los 6 meses de edad, hasta los 3 años se recomiendan 0.25 mg al día; de los 3 a los 6 años de edad, 0.5 mg al día, y de los 6 a los 16 años, 1 mg diariamente.⁴

INGESTA DE FLUORURO EN LOS PAÍSES INDUSTRIALIZADOS

Hoy en día una importante fuente de fluoruro en la mayoría de los países industrializados procede del contenido de fluoruro de las diferentes preparaciones preventivas, por ejemplo, dentífricos, soluciones de enjuagues orales, etc.

Se estima que una parte esencial de las preparaciones destinadas para el uso local son ingeridas. Si un cuarto de una "porción para el cepillado" recomendada 1g de dentífrico con 0.1 % de fluoruro es ingerida, esto representa 0.25 mg de flúor tragado o 0.5 mg diarios en una persona que se cepilla los dientes dos veces al día.

Si al niño no se le administra suplementos de fluoruro en forma de pastilla o gotas ni el agua de consumo está fluorada por lo menos en 0.3 ppm, está la opción de suministrar leche fluorada a partir de los 6 meses de edad, basándose en los estudios realizados por la OMS en otros países en coordinación con la Comunidad Europea y la Bureau Dental Milk Foundation con relación al programa internacional de fluoración de leche como medio para prevenir la caries dental en niños.⁴

En este orden de ideas, estudios actuales indican que cuando se ingiere leche y suplementos de fluoruro hay una reducción del 30% en la absorción de fluoruro hacia el plasma contra una reducción del 13% cuando los suplementos se ingieren 15 minutos después.²⁹

Desde entonces siempre se ha observado una relación inversa entre la caries dental y la concentración de fluoruro además de que el efecto de fluoruro sigue toda la vida, siempre y cuando se continúe ingiriendo.⁴

Fluoruro en dentífricos

Las pastas dentales, enjuagues dentales y suplementos fluorados han sido identificados como fuentes significativas de fluoruro.²⁹ Generalmente las pastas dentales contienen 1 mg de fluoruro por gramo de pasta, es decir de 1000 a 1500 ppm. Tienen un valor preventivo de 10 al 25%; también se ha introducido fluoruro en enjuagues bucales con éxito.³⁰

En algunos países se están comercializando dentífricos especiales con baja concentración de fluoruro para los niños pequeños, aunque no se ha establecido la eficacia de estos productos para prevenir la caries dental. Por otra parte, no habrá que fomentar la producción de dentífricos fluorados para niños con sabor a caramelo o con 1500 ppm de fluoruro o más, pues ello puede llevar a la ingestión excesiva de fluoruro.²

Efectos tóxicos del uso de fluoruros

En una intoxicación aguda se afectan los sistemas digestivo, cardiovascular, respiratorio y nervioso. Sus síntomas son dolor abdominal difuso, diarrea y vómito, salivación excesiva, sed, sudoración y espasmos dolorosos en extremidades. Por lo general, el desenlace fatal viene a los dos o tres días. El tratamiento es provocar vómito y administrar leche en grandes cantidades.

La dosis letal aguda del fluoruro en humanos es de 2.5 a 5g, o aproximadamente 5 a 10 g de fluoruro de sodio, originando la muerte en las siguientes 4 horas de su ingestión. Sin embargo, existe un amplio margen de seguridad respecto al empleo del fluoruro en odontología. En las áreas en donde la fluoración del agua de consumo es recomendable, un individuo consume comúnmente alrededor de 1 mg de fluoruro al día, y una cantidad semejante o menor en la dieta (por lo menos 1 250 veces la cantidad menor que la dosis letal aguda.^{16, 19}

La exposición crónica al fluoruro en exceso, además de producir cambios cromáticos en el esmalte dentario conocido como fluorosis dental, puede provocar que se alteren las funciones normales de las células más sensibles a él. Entre otras alteraciones de la exposición crónica al fluoruro se refieren la osteoesclerosis, retardo en el crecimiento y cambios renales; en general cuanto mayor es la actividad metabólica de las células, más susceptibles se vuelven a la exposición crónica del flúor.^{16, 19} (Tabla 5)

Tabla 5. Efectos del uso y abuso de los fluoruros

DOSIS DE FLUOR	MEDIO	EFEECTO
2 partes/100 millones	Aire	Daños en la vegetación
1 ppm	Agua	Reducción de caries dental
2 ppm o más	Agua	Esmalte Moteado
5 ppm	Orina	Osteoesclerosis nula
8 ppm	Agua	10% osteoesclerosis
20-80 mg/día	Agua	Fluorosis anquilosante
50 ppm	Alimentos o agua	Alteración tiroidea
100 ppm	Alimentos o agua	Retraso crecimiento
Más de 125 ppm	Alimentos o agua	Alteración renal
5.0 g	Dosis aguda	Muerte

Fuente: Florez J.

Normas de adición y determinación de fluoruros en México

En nuestro país la normatividad en salud e ingeniería ambiental ha identificado como NOM a las especificaciones de los criterios de calidad y como NMX a las técnicas analíticas o de determinación.

Tanto las NOM como las NMX se han diseñado a la luz de los criterios que para tal fin han avalado la OMS (Organización Mundial de la Salud) y la OPS (Organización Panamericana de la Salud) y de otras instancias internacionales como la American Public Health Association, American Water Works Association y Water Environment Federation.

La NOM-127-SSA-1994 especifica claramente que 1.5 mg/L o ppm es el límite máximo de concentración de fluoruro que se debe adicionar al agua de consumo público.²⁷

La NOM-013-SSA2-1994 refiere que la protección específica para caries dental debe realizarse mediante la adición de fluoruro a la sal de consumo humano y enfatiza en el punto 7.2.2.1 que no deberá adicionarse fluoruro a ningún otro condimento, alimento, golosina, refresco, goma de mascar y agua, ya sea que se trate de agua perteneciente a la red de suministro o a embotellada.²⁶

La NMX-AA-73-SCFI-2001 describe la técnica analítica que debe emplearse para la determinación de fluoruros disueltos en el agua potable y aguas residuales, los reactivos de grado analítico a emplearse y el procedimiento de pretratamiento de estas muestras.³¹

Determinación de fluoruro

- **Método del electrodo de ion selectivo**

Para determinación de la concentración de fluoruro en agua y orina, el método más utilizado es el del electrodo de ion selectivo de flúor. El electrodo es un sensor de ion selectivo que se caracteriza por ser un cristal de lantano de fluoruro de tipo láser a través del cual se establece un potencial de solución de fluoruro de diferentes concentraciones, el cristal mide el fluoruro en soluciones por una de sus superficies y una solución de referencia interna en la otra.^{4, 31}

La actividad del ion fluoruro depende del total de la fuerza iónica en la solución y del pH traduciéndose en una escala de milivoltios, y mide más el fluoruro en soluciones que en concentraciones. Por lo tanto, mide actividad y no concentración; la actividad varía con la fuerza iónica; de este modo, al utilizar un electrodo para medir concentración, éste debe ser calibrado en una solución de similar fuerza iónica, es decir, si se adiciona el estabilizador de fuerza iónica apropiado, se ajusta el pH y se mide el complejo en el efecto, el electrodo entonces mide la concentración, los electrodos específicos miden la clase de iones y no complejos de especies.^{4, 31, 32}

Los electrodos de ion selectivo ofrecen una buena “promesa” de rapidez, rutina y monitoreo automático en calidad de agua. Sin embargo, son conocidos sus límites de aplicación en el análisis para cada ion en particular.

Es de suma importancia determinar la concentración de ion fluoruro en el agua que se consume en nuestro país con el objetivo de mantener un monitoreo regular. Los resultados más recientes han mostrado una concentración baja de fluoruro en la Ciudad de México: para el sistema acuífero menciona 0.2 ppm y para el sistema Lerma – Cutzamala 0.036 ppm. Actualmente no se tiene conocimiento de la implementación de algún programa de fluoración de agua comunal en la Ciudad de México, probablemente debido a que existen diferentes afluentes de suministro de agua. Así que al adicionar el agua a la preparación de alimentos es necesario considerar que se sumarán a la concentración del ion presente en los alimentos.³³

De igual forma, la Secretaría de Salud ha adelantado estudios de determinación de fluoruros en el agua de los municipios de algunos estados y los categoriza en estados de concentración baja, media y alta. ³⁴ (Tabla 6)

Tabla 6. Concentración máxima, mínima y promedio de fluoruro en agua de consumo público en 12 Estados de la República Mexicana. 1999.					
Estado	Municipios Muestreados	Concentración Mínima	Concentración Máxima	Promedio	Clasificación
Chihuahua	15	0.1	1.6	0.78	Media
DF	16	0.1	0.43	0.3	Baja
Guanajuato	8	0	3.9	0.92	Media
Hidalgo	23	0	6.1	1.14	Alta
Jalisco	30	0.17	9.4	1.14	Alta
Nuevo León	26	1	3		Media
Puebla	169	0.02	4.3	0.9	Media
Querétaro	6	0	3	0.86	Media
S L Potosí	10	0.05	3.73	1	Óptima
Sonora	70	0	6.19		
Tlaxcala	19	0.39	0.69		Baja
Zacatecas	22	0	2.16		

Fuente: González Pérez

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se ha reconocido ampliamente el valor preventivo de los fluoruros y los beneficios que en términos de reducción de caries dental provee en edades tempranas especialmente.

La literatura menciona que los suplementos fluorados, el agua y la sal de consumo, así como leche de vaca, jugos, frutas y verduras son las fuentes más frecuentes de adquisición de fluoruro en edades tempranas (0 a 6 meses de edad) pero poco se ha estudiado sobre el fluoruro presente en la leche materna y más aún, en las fórmulas de leche maternizada y si éstas cumplen con las concentraciones de F^- consideradas como terapéuticas.

Ahora bien, si se conociera que los niños en edades tempranas han adquirido fluoruro por estas vías es incongruente entonces el hecho de la elevada prevalencia de casos de caries dental por alimentación infantil, sobre todo en ciertas clases sociales.

Por otro lado, al analizar la revisión de la literatura sobre el tema se hace evidente que la investigación epidemiológica se ha centrado en la determinación de fluoruros en el agua, prevalencia de fluorosis y caries dental en países anglosajones por ser poca o nula la información generada en países latinoamericanos; por lo tanto, los planteamientos a resolver son:

¿Cuál es la concentración de F^- en las fórmulas de leche maternizada de uso más frecuente en EU?

¿Cuál es la concentración real de F^- en las leches maternizadas manufacturadas en EU considerando que se preparan con agua de la misma localidad?

¿Existen diferencias significativas en la concentración de fluoruro entre las leches maternizadas producidas en México y en EU?

3. JUSTIFICACIÓN

La utilización de leche maternizada se ha popularizado en las últimas décadas debido a la facilidad para adicionarle algunos reconstituyentes, a lo práctico que es su preparación y a la disponibilidad para su adquisición. Los fabricantes especifican en las etiquetas la proporción de proteínas, vitaminas y minerales que contiene el producto, pero al revisar en las etiquetas los elementos presentes en el polvo de la leche se observa que no está especificada la proporción de fluoruro presente.

En este sentido, adelantar un estudio que identifique las concentraciones del F^- en la mezcla de leche y agua provenientes de EU permitirá conocer las concentraciones promedio en el polvo y además la concentración de fluoruro hecha la mezcla de leche, si se determina el fluoruro disuelto en el agua de consumo público que generalmente es utilizada para la preparación de la leche. Además, los resultados obtenidos permitirán realizar comparaciones con los valores determinados en leches manufacturadas en México.⁴

Asimismo, si las concentraciones de fluoruro sobrepasan las aceptadas por la OMS para el agua de consumo público, se podrían hacer las recomendaciones necesarias en caso de que las concentraciones estén por encima de la recomendada y hacer del conocimiento de la comunidad científica los hallazgos.

Por otro lado, considerando que es menor la investigación sobre fluoruro en leche respecto a otros vehículos como el agua, este estudio permitirá abrir luz en la investigación epidemiológica y orientarla, en un futuro, a otras fuentes lácteas de adquisición de fluoruros.

4. HIPÓTESIS**H₀₁**

La concentración del F⁻ disuelto en 4 marcas comerciales de leche maternizada manufacturadas en EU no es igual a la dosis terapéutica recomendada para el agua de consumo público.

H_{a1}

La concentración del F⁻ disuelto en 4 marcas comerciales de leche maternizada manufacturadas en EU, es igual a la dosis terapéutica recomendada para el agua de consumo público.

H₀₂

No existen diferencias significativas de concentración de F⁻ en las muestras de leche maternizada manufacturadas en EU.

H_{a2}

Existen diferencias significativas de concentración de F⁻ en las muestras de leche maternizada manufacturadas en EU.

H₀₃

No existen diferencias significativas en la concentración de ion fluoruro presente en 4 marcas de leche maternizada manufacturadas en México y 4 marcas de leche maternizada manufacturadas en EU.

H_{a3}

Existen diferencias significativas en la concentración de ion fluoruro presente en 4 marcas de leche maternizada manufacturadas en México y 4 marcas de leche maternizada manufacturadas en EU.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Determinar la concentración de ion fluoruro presente en 4 marcas comerciales de leches maternizada manufacturadas en EU y compararla con la concentración del ion fluoruro de 4 marcas comerciales de leche maternizada manufacturadas en México.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar la concentración de ion fluoruro presente en 4 marcas comerciales de leche maternizada manufacturadas en EU y de diferentes lotes, y comparar los resultados con los obtenidos en leches maternizadas mexicanas.
2. Determinar la concentración de ion fluoruro disuelto en el agua de consumo público de un punto de la Ciudad de San Antonio (Texas).
3. Estimar la concentración final de ion fluoruro presente en las 4 marcas comerciales de leche maternizada hecha la mezcla con agua de consumo público de la Ciudad de San Antonio y con agua destilada.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

6. METODOLOGÍA

6.1 MATERIAL Y MÉTODO

En el presente estudio se determinó la concentración de ion fluoruro presente en leches maternizadas manufacturadas en EU y se compararon con las determinaciones de fluoruro en leches maternizadas manufacturadas en México en el año 2000, estudio que constituye la primera parte del proyecto financiado por la DGAPA IN219797.

Para tal efecto se llevó a cabo un censo en los supermercados más populares de San Antonio (Texas) para conocer las marcas de leche maternizada de mayor demanda. Las leches seleccionadas fueron: Good Start 1, Hill Country 1, Similac 1 y Enfamil 1 (Fotografía 1). Cabe mencionar que en las etiquetas no se incluye el contenido aproximado del fluoruro que presentan. Se compraron 4 botes de diferentes lotes para realizar la determinación del fluoruro presente en ellas (polvo).

Fotografía 1. Marcas de leche norteamericana

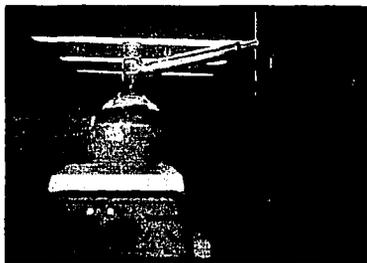


Fuente directa

Las muestras fueron trasladadas al Laboratorio de "Investigación y Desarrollo de Estudios de Calidad del Agua" (IDECA) para la determinación del ion fluoruro.

Al polvo de las leches se le adicionó agua destilada para preparar la fórmula según las instrucciones del fabricante. Las muestras fueron destiladas (Fotografías 2) previamente con el objeto de eliminar los interferentes presentes y al destilado de cada una de las muestras se le adicionó TISAB II como estabilizador iónico antes de la determinación de fluoruro con el electrodo y se agitó la solución. La técnica analítica utilizada para la determinación de fluoruro está contemplada en la NMX-AA-073-SCFI-2001.³¹

Fotografías 2. Montaje de la técnica de destilación, verificación de la temperatura y recolección del destilado.



Fuente directa



Fuente directa



Fuente directa

Se prepararon 4 soluciones de fluoruro a diferentes concentraciones (2, 5 ,7 y 10 ppm) para calibrar el electrodo, después de cada determinación se recalibraba el electrodo.

Para el análisis del agua, ésta fue colectada en un solo punto de la Ciudad de San Antonio (Texas) para tener como referencia la cantidad probable de ion fluoruro disuelto en el agua de consumo público y estimar así la concentración final del ion que se obtiene al tener hecha la mezcla de leche maternizada para el consumo del bebé.

Para tal efecto se recogieron muestras puntuales de agua de 24 horas durante tres días para formar una muestra compuesta, la cual fue trasladada al laboratorio de referencia IDECA S.A. para la determinación del ion fluoruro disuelto en agua de consumo público (Fotografía 3). La determinación se realizó bajo los parámetros normados en la NMX-AA-073-SCFI-2001.³¹

Las muestras fueron colectadas en envases de polipropileno y almacenados en contenedores de plástico previamente enjuagados en agua bidestilada. Lo anterior se realizó para cumplir con lo observado en la NOM-014-SSA1-1993 "Procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano en sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados".

Las muestras puntuales se almacenaron en los contenedores los cuales se conservaron en un baño de hielo y sal, con el fin de evitar proliferación de población microbiana (Fotografía 4). Se preparó una muestra compuesta de 72 horas y fue trasladada a la ciudad de México. La muestra de agua fue analizada bajo las mismas condiciones que las muestras de leche.³¹

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Fotografía 3. Recolección de muestras puntuales



Fuente directa

Fotografía 4. Conservación de muestra compuesta



Fuente directa

Para determinar si existen diferencias de concentraciones de fluoruro, tanto entre los mismos lotes de cada marca de leche así como entre las leches mexicanas y las norteamericanas se aplicó un análisis de varianza.

6.2 TIPO DE ESTUDIO

Transversal

6.3 POBLACIÓN DE ESTUDIO

- Leches maternizadas en polvo distribuidas en la Ciudad de San Antonio, Texas

6.4 MUESTRA

Cuatro marcas de leche maternizada manufacturadas en EU y distribuidas en la Ciudad de San Antonio (Texas)

- GOOD START 1
- ENFAMIL 1
- HILL COUNTRY 1
- SIMILAC 1

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

6.5 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Leches maternizadas producidas en EU en el periodo del año 2002 y que su caducidad no exceda este periodo.
- Leches expeditas en la Ciudad de San Antonio (Texas)

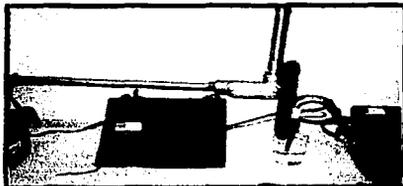
6.6 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Leches que no cumplan con criterios de inclusión.

6.7 VARIABLE INDEPENDIENTE

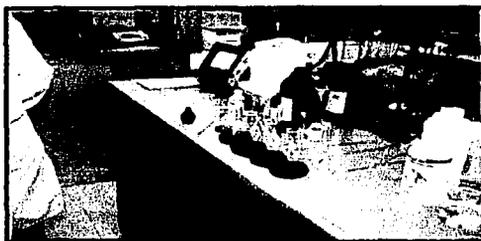
- Técnica analítica de determinación de F^- (NMX-AA-073-SCFI-2001)

Potenciómetro y electrodo de ion selectivo



Fuente: Silva y Reza

Curva de calibración



Fuente: Silva y Reza

6.8 VARIABLE DEPENDIENTE

- Contenido del fluoruro en polvo de leche maternizada producidas en EU
- Contenido del fluoruro en leche maternizada producidas en EU hecha la mezcla con agua de un punto de la Ciudad de San Antonio (Texas).

6.9 VARIABLES (ESCALA DE MEDICIÓN)

Concentración de fluoruro en solución láctea	- Se determinará la concentración de fluoruro en mg/L o ppm, con la utilización del electrodo de ion selectivo de flúor y la técnica de destilación
--	---

7. RESULTADOS

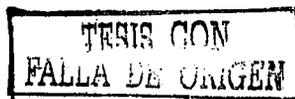
Se analizaron cuatro lotes diferentes de cuatro marcas de leche maternizada manufacturadas en EU, los resultados de la determinación de ion fluoruro presente en las muestras evidencian que la concentración de ion fluoruro está dentro de los parámetros terapéuticos aceptados por la OMS para líquidos de consumo humano.(Cuadro 1, Gráfica 1)

Cuadro 1. Concentración promedio de fluoruro en 4 marcas de leche maternizada manufacturadas en la Ciudad de San Antonio, Texas. 2002

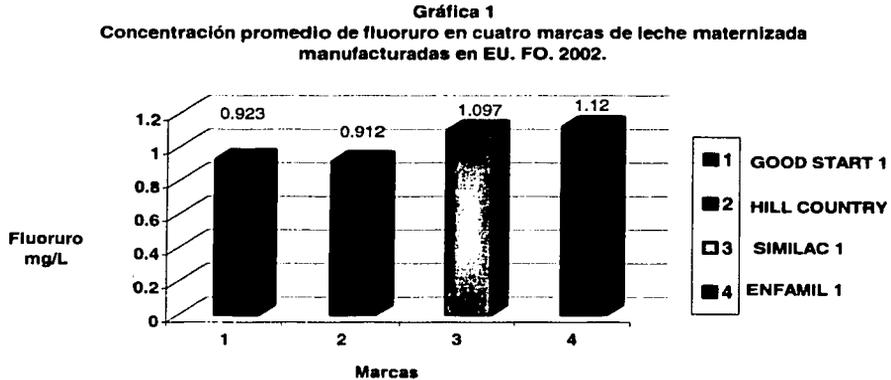
Leche	Muestra1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Promedio
GOOD START 1	0.972 ppm	0.912 ppm	0.888 ppm	0.920 ppm	0.923 ppm (DE ± 0.04)
HILL COUNTRY 1	0.720 ppm	0.969 ppm	0.962 ppm	0.997 ppm	0.912 ppm (DE ± 0.13)
ENFALAC 1	1.262 ppm	1.195 ppm	0.951 ppm	0.983 ppm	1.097 ppm (DE ± 0.15)
ENFAMIL 1	1.175 ppm	1.176 ppm	1.017 ppm	1.115 ppm	1.12 ppm (DE ± 0.07)

Fuente directa: IDECA

Por lo tanto se acepta la hipótesis de que la concentración del fluoruro disuelto en 4 marcas de leche maternizada manufacturadas en EU, es igual a la dosis terapéutica recomendada para el agua de consumo público.



Se determinó que las leches GOOD START 1 Y HILL COUNTRY 1 tienen, en promedio, menos de 1 ppm de fluoruro: 0.923 ppm (DE \pm 0.04) y 0.912 ppm (DE \pm 0.13) respectivamente y las leches ENFALAC 1 y ENFAMIL 1 tienen valores de fluoruro de más de 1 ppm con 1.097 (DE \pm 0.15) ppm de fluoruro en la primera y 1.12 ppm (DE \pm 0.07) en la segunda. (Gráfica 1)



Fuente directa: IDECA

Los resultados demuestran que existen diferencias significativas entre los promedios de las leches norteamericanas ($F= 4.193$, $p < 0.05$).

Con el objetivo de tener una mera aproximación del contenido de fluoruro en la leche, hecha la mezcla con agua de la Ciudad de San Antonio, Texas, se recolectaron muestras de agua puntuales cada hora en 24 horas durante tres días en un punto geográfico (UTSA Universidad de Texas en San Antonio) para determinar la concentración de ion fluoruro presente. Los resultados de la determinación demostraron que la concentración de fluoruro se encuentra dentro de los límites terapéuticos considerados por la OMS. (Cuadro 2)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Por lo tanto se acepta la hipótesis de que existen diferencias significativas de concentración de fluoruro en las muestras de leche maternizada manufacturadas en EU.

Cabe mencionar que la temperatura media promedio reportada por la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) y el Servicio de Meteorología de la ciudad era de 28°C.

Cuadro 2. Concentración de fluoruro.	
Muestra del agua de San Antonio, Texas	Concentración aceptada por OMS
0.702	0.7-1.2mg/L

Fuente directa: IDECA

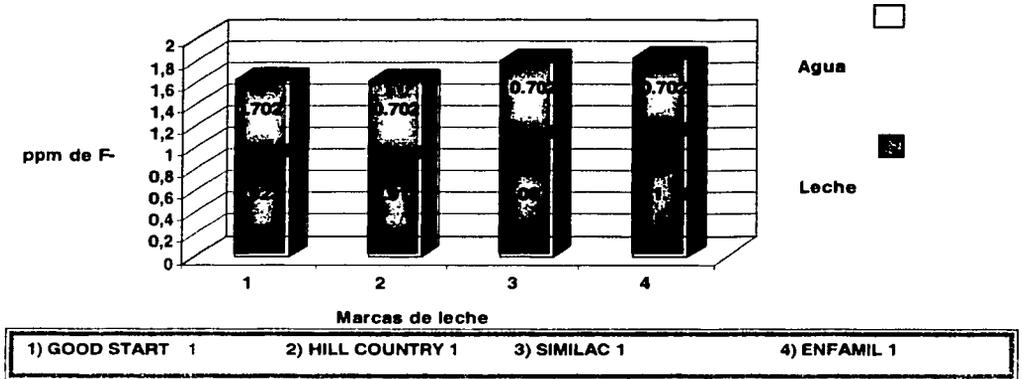
Ahora bien, si tomamos en cuenta que la concentración del ion fluoruro en el agua de un punto de la Ciudad de San Antonio, Texas, es de 0.702 mg/L, al añadirse el agua al polvo de la leche maternizada, las concentraciones de éstas variarían considerablemente. (Cuadro 3, Gráfica 2)

Cuadro 3. Concentración promedio de fluoruro en muestras de leche maternizada estadounidense preparadas con agua de la Ciudad de San Antonio, Texas.		
	Leche y agua	Fluoruro mg/L
GOOD START 1	0.923+0.702	1.625
HILL COUNTRY 1	0.912+0.702	1.614
SIMILAC 1	1.097+0.702	1.799
ENFAMIL 1	1.12+0.702	1.822

Fuente directa: IDECA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Gráfica 2
Concentración promedio de ion fluoruro en cuatro marcas de leche
manufacturadas en EU al adicionar el agua de la Ciudad de San
Antonio (Texas). FO.2002.



Fuente directa: IDECA

Los resultados de la determinación de ion fluoruro de las leches norteamericanas se compararon con los obtenidos en un estudio similar realizado en la Facultad de Odontología de la UNAM en el 2000. Cabe mencionar que para que los resultados de los dos estudios pudieran ser comparados se controlaron los sesgos que pudieran producirse en razón a que se aplicó la misma metodología de trabajo de campo y la misma técnica analítica para la determinación de fluoruro aprobada por la NMX-AA-77-1982 y la NMX-AA-073-SCFI-2001; ambos estudios se derivan de la línea de investigación financiada por la DGAPA en el proyecto IN219797.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Se analizaron las leches maternizadas SMA 1, NAN 1, ENFALAC 1 y ENFAMIL 1, los resultados de la determinación de ion fluoruro en las leches mexicanas demuestran que las marcas SMA 1, NAN 1 y ENFAMIL 1 presentan valores muy por arriba de los aceptados por la OMS: la leche SMA 1 presentó concentraciones del orden de 25.27 ppm (DE \pm 2.8) en promedio y las leches NAN 1 y ENFAMIL 1 tienen casi la misma concentración: 7.29 ppm (DE \pm 13) y 7.56 ppm (DE \pm 6.07) respectivamente y solo la leche maternizada ENFALAC 1 presenta una concentración promedio de ion fluoruro de 1.31 (DE \pm 0.20), concentración cercana a la dosis terapéutica recomendada por la OMS. (Cuadro 4).

Cuadro 4. Concentración promedio de fluoruro en 4 marcas de leche maternizada de la Ciudad de México, México. 2000

	Muestra1	Muestra2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Promedio
SMA 1	27.34 ppm	26.93 ppm	26.26 ppm	25.461 ppm	20.361 ppm	25.27 ppm (DE \pm 2.8)
NAN 1	1.531 ppm	1.519 ppm	1.418 ppm	1.388 ppm	30.605 ppm	7.29 ppm (DE \pm 13)
ENFALAC 1	1.299 ppm	1.363 ppm	1.052 ppm	1.528 ppm	-	1.31 ppm (DE \pm 0.20)
ENFAMIL 1	10.29 ppm	10.23 ppm	1.279 ppm	1.193 ppm	14.815 ppm	7.56 ppm (DE \pm 6.07)

Fuente: Silva y Reza

Los resultados demuestran que existen diferencias altamente significativas entre los promedios de las leches mexicanas ($F= 8.855$, $p < 0.001$).

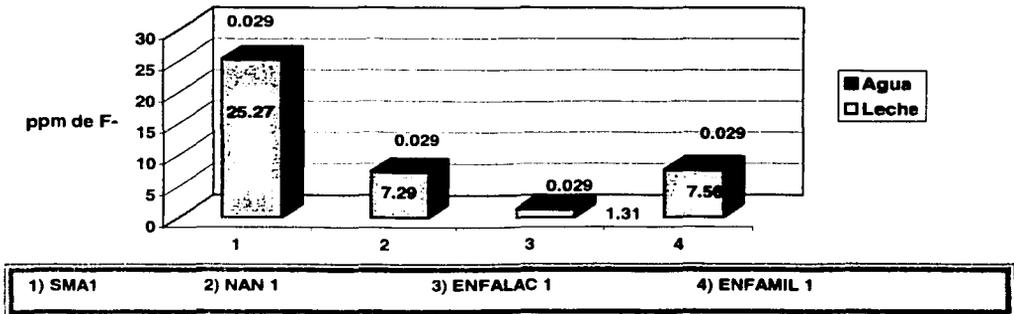
El promedio de la concentración de fluoruro en el agua de los lugares de muestreo de la Ciudad de México fue del orden de 0.029 mg/L.³³

Considerando que las leches fueran preparadas utilizando el agua de la Ciudad de México, la concentración final de fluoruro de la leche no presenta cambios sustanciales en razón a la mínima concentración de fluoruro en el agua. (Cuadro 5, Gráfica 3).

Cuadro 5. Concentración promedio de fluoruro en muestras de leche maternizada mexicana preparadas con agua de la Ciudad de México, México.		
Marca	Fluoruro en leche y agua	Total de fluoruro mg/L
SMA 1	25.27+0.029	25.299
NAN 1	7.29+0.029	7.319
ENFALAC 1	1.31+0.029	1.339
ENFAMIL 1	7.56+0.029	7.589

Fuente: Silva

Gráfica 3
Concentración de ion fluoruro en cuatro marcas de leche manufacturadas en México al adicionar el agua de la Ciudad de México (DF). FO.2000

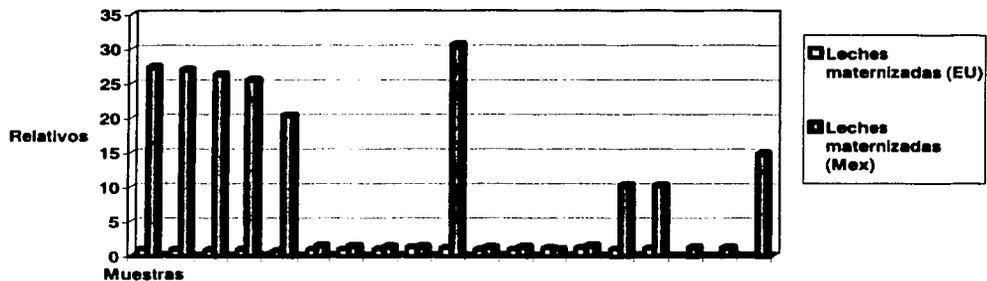


Fuente: Silva y Reza

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Al comparar los resultados obtenidos, tanto en las leches mexicanas como en las norteamericanas, se comprobó que las primeras tienen mayor concentración de fluoruro presente en el polvo que en las segundas, en consecuencia, se determinó que existen diferencias altamente significativas en la concentración de este elemento entre ellas. ($F= 3.722, p< 0.05$) (Gráfica 4)

Gráfica 4
Distribución de concentración de fluoruro en muestras leches maternizadas
manufacturadas en Mexico y EU. 2000 y 2002.



Fuente directa: IDECA

Por lo tanto se acepta la hipótesis de que existen diferencias significativas en la concentración del ion fluoruro presente en 4 marcas de leche maternizada manufacturadas en México y 4 marcas de leche maternizada manufacturadas en EU.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

8. DISCUSIÓN

Los resultados de fluoruro determinados en el polvo de las leches norteamericanas de diferentes lotes GOOD START 1, ENFAMIL1, HILL COUNTRY 1 y SIMILAC 1, aunque presentan variaciones entre sí, están dentro de los parámetros aceptados por la OMS como profilácticos para caries dental² y son coincidentes con lo reportado por Johnson y Bawden¹⁵ quienes realizaron un estudio similar en leches maternizadas manufacturadas también en EU. Estos autores refieren haber encontrado mayor concentración del ion en leches a base de soya al igual que en el estudio de Steven.³⁵ Sin embargo, en nuestro estudio, al preparar la mezcla del polvo con el agua colectada en un solo punto de la Ciudad de San Antonio que contiene 0.702 ppm de fluoruro disuelto, el promedio final obtenido está por encima de los aceptados internacionalmente.²

Ahora bien, si tomamos en cuenta variables como la temperatura ambiental promedio y la frecuencia de ingesta de agua, en climas calientes como es el caso de la Ciudad de San Antonio (Texas) que presenta una temperatura ambiental promedio de 28°C, se recomienda disminuir la concentración del fluoruro en el líquido que se ingiera (cualquiera que éste sea) hasta 0.6 ppm. Es importante mencionar que para que sean comparables los resultados de los estudios se debe utilizar el mismo método de pretratamiento de las muestras a analizar, ya que en nuestro estudio se destilaron previa a la determinación analítica y Johnson y Bawden¹⁵ refieren haber utilizado la técnica de microdifusión.

Respecto a la determinación de ion fluoruro en el polvo de las leches maternizadas manufacturadas en México, se observó que todas, sin excepción, rebasan las concentraciones de fluoruro recomendadas, además, la marca SMA 1 sobrepasa en gran medida la dosis terapéutica de fluoruro recomendada² presentando concentraciones de fluoruro del orden de 25.27 ppm que hasta el

momento, sólo se han reportado por Silva y Reza en el estudio de leches maternizadas mexicanas.⁴

A diferencia de la concentración de fluoruro del agua de un solo punto de la Ciudad de San Antonio, la concentración promedio de este ion en el agua potable para consumo humano de la Ciudad de México es mucho menor (0.029 ppm) por lo tanto, es evidente que al utilizarla para la preparación de la mezcla de leche, no aumenta considerablemente la concentración de fluoruro final y es evidente que el agua juega un papel importante.

En algo son coincidentes todos los estudios; la literatura no menciona la identificación de iones de fluoruro en las etiquetas y tampoco esto está presente en las etiquetas de las leches mexicanas y norteamericanas.

9. CONCLUSIONES

1. Al hacer la comparación entre las leches manufacturadas en México y las de EU podemos observar diferencias significativas, esto puede deberse al proceso de industrialización y el agua utilizada.
2. El agua que se utiliza en la preparación de las leches (polvo) es un factor de riesgo adicional para aumentar la concentración de fluoruro.
3. Los fabricantes deben conocer la normatividad para la adquisición de fluoruro por vía sistémica y hacer mención de esta concentración en las etiquetas.
4. Es importante realizar más estudios al respecto y considerar un adecuado muestreo de agua para estimar la concentración final de fluoruro presente en la leche; ya que en este estudio se colectó agua de un solo punto de la Ciudad de San Antonio (Texas) con el objeto de contar con una mera aproximación de lo que sucede cuando se utiliza el agua potable de la red de acueducto local.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Pakhomov GN. **Objectives and Review of the International Milk Fluoridation Program.** Adv Dent Res 1995; 9 (2): 110-111
2. Organización Mundial de la Salud OMS. **Los Fluoruros y La Salud Bucodental.** Ginebra, 1994; p.p. 3-9, 19-21, 26-31
3. Ávila M, Díaz E, Mona S, Cisneros G, Gutiérrez M. **Manual de alojamiento conjunto y lactancia materna.** Editorial Estrella, Gómez Palacios, Dgo. 1989; p.p. 33-42
4. Silva A, Reza L. **Determinación de Fluoruro Disuelto en Fórmulas de Leche Maternizada Manufacturadas en México.** Tesis de Licenciatura. Facultad de Odontología. UNAM 2002; p.p. 5, 9-21, 24-27
5. Mariño R, Villa A, Guerrero S. **A Community Trial of Fluoridated Powdered Milk in Chile.** Community Dent Oral Epidemiol 2001; 29 (435-442)
6. Ivanova K, Pakhomov GN, Moeller IJ, Urab Cheva M. **Caries dental Reduction by Milk Fluoridation in Bulgaria.** Adv Dent Res 1995; 9 (2): 120-121
7. Stosser L, Kneist S, Grosser W. **The Effects of Non-fluoridate and Fluoridated Milk on Experimental Caries dental in Rats.** Adv Dent Res 1995; 9 (2): 122-124

8. **Bian JY, Li RY, Wang WJ. Feasibility of Milk Flouridation and Trends in Dental Caries dental of Children in China.** Adv Dent Res 1995 9 (2): 112-115
9. **Lennon MA, Jones S, Woodward SM. Some Operational Aspects of School-Milk Fluoridation in St. Helens, Merseyside, UK.** Adv Dent Res 1995; 9 (2) 118-119
10. **Twetman, Nedertors, Peterson. Fluoride Concentration in Whole Saliva and Separate Gland Secretions in Schoolchildren after Intake of Fluoridated Milk.** Caries Dental Res 1998; 32: 412-416.
11. **Ericsson, Y. The State of Fluorine in Milk.** Acta Odontológica Scandinavica 1958; 16: 51-77
12. **Duff, E. J. Total and ionic fluoride in milk.** Caries Dental Research 1981; 15: 406-408
13. **Ericsson Y. Y Ribelius. U. Wide Variations of fluoride supply to infants and their Effects.** Caries Dental Research 1971; 5: 78-88
14. **Joy AI, Constance S.M. Enfermería Materno infantil y Pediatría.** Editorial Limusa 1991; p.p. 297-308
15. **Johnson J. Bawden J.W. The Fluoride Content of Infant Formulas Available in 1985.** Pediatric Dentistry. March 1987/ Vol. 9. No 1. 33-7
16. **Murray JJ. Fluorides in Caries dental Prevention.** Third Edition. Wright 1991; p.p.331-351

17. Newbrun. **Cariology**. Third Edition. Quintessence Books. Chicago Illinois, USA 1998; p.p.245-250
18. Fejerskov et al. **Posteruptive changes in human dental fluorosis a histological and ultrastructural study**. Proc Finn Dent Soc 1991; 87 : 607-619
19. Florez J. **Aspectos epidemiológicos de la fluoración**. Facultad de Salud Pública U de A. Colombia 1978; p.p.20-36, 45-57.
20. Diccionario de Química. Editorial Norma 1991; p.p. 53-56.
21. Murray JJ. **The Appropriate use of fluorides for human health**. Ginebra, Organización Mundial de la Salud 1986; p.p.3-22
22. Newbrun BP. **Effectiveness of water fluoridation**. Journal of Public Health Dent 1989; 45:278-287
23. Shamschula RG et al. **Physiological indicators of fluoride exposure and utilization: an epidemiological study**. Dent Oral Epidemiol 1990; 18:77-9
24. Man et al. **Fluorosis and dental caries dental in 6-8 years old children in a 5 ppm fluoride area**. Community Dent Oral Epidemiol 1990; 18:77-9
25. Ismail, AI. **What is the concentration of fluoride?** Dent. Oral Epidemiol 1995; 23: 246-251
26. Norma Oficial Mexicana. **NOM- 013- SSA2-1994**. Para la Prevención y Control de Enfermedades Bucales

27. Norma Oficial Mexicana. **NOM- 127- SSA1-1994.** Salud ambiental, agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización
28. Fejerskov O et al. **Microradiography of acute and chronic administration of fluoride on human and rat dentine and enamel.** Arch Oral Biol 1979; 24: 123-130
29. Shulman ER, Vallejo M. **Effect of gastric contents on the bioavailability of fluoride in humans.** Pediatric Dentistry 1990; 12 (4): 237-240
30. **Fluorides.** Environmental Health Criteria 227. World Health Organization. Geneva 2002
31. Norma Oficial Mexicana. **NMX-AA-073-SCFI-2001.** Determinación de fluoruro en agua potable
32. **Standard methods for the examination of water and waste water.** 18 th Edition. American Public Health Association 1992
33. Nava VF. **Análisis de la Concentración de Flúor en las principales fuentes de suministro de agua potable de la Ciudad de México.** Tesis de Licenciatura. Facultad de Odontología. UNAM 1996; p.p. 12, 25-33
34. González PA. **Determinación del Fluoruro contenido en las aguas de consumo público en 12 Estados de la República Mexicana.** Tesis de Licenciatura. Facultad de Odontología. UNAM 2001; p.p. 4-6, 37-43
35. Steven M. **An Update on Fluorides and Fluorosis.** J Can Dent Assoc 2003; 69 (5): 286-91

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN