

# ¿Se debe fluorurar la leche?<sup>1</sup>

Rodrigo Mariño<sup>2</sup>

*El argumento central de este artículo consiste en que, debido a una serie de ventajas ya comprobadas, la fluoruración de la leche es una alternativa válida a la fluoruración del agua cuando esta última no es posible. Su eficacia en la prevención de la caries dental está ampliamente documentada en estudios que describen el comportamiento de los compuestos fluorurados en el organismo cuando se administran junto con alimentos con alto contenido de calcio. La eficacia de la leche fluorurada también se ha demostrado por medio de ensayos controlados y experimentos de laboratorio. Las principales objeciones a la fluoruración de la leche se refieren a la reducida biodisponibilidad del fluoruro en este medio, el costo y la carga administrativa que implica, y (en algunos casos) la falta de conclusiones clínicas firmes sobre su eficacia en materia de prevención. En este artículo se revisan esas críticas a la luz de la información disponible hoy en día.*

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha recomendado una serie de metas en salud bucodental para el año 2000 (1). Entre otras cosas, esas metas establecen que el índice de dientes cariados, perdidos u obturados (CPOD)<sup>3</sup> a los 12 años de edad debe ser de 3 o menos. En 1990, solo cinco de 38 países y territorios de América Latina y del Caribe de habla inglesa (Bahamas, Cuba, Guayana, República Dominicana y Santa Lucía) habían alcanzado la meta, mientras que otros ocho países tenían índices mayores de 6,5 (2). De manera que, aunque en la mayoría de los países de las Américas han mejorado significativamente las condiciones de salud de la población, las enfermedades bucodentales siguen siendo de alta prevalencia.

De hecho, según las encuestas de salud bucodental, en la mayoría de los países de las Américas alrededor de 95% de la población tiene antecedentes de caries dental (2). Si

los países continúan dependiendo de programas de tratamiento en vez de programas de prevención de la caries dental, no se podrá esperar un cambio favorable, sobre todo porque en muchos lugares grandes sectores de la población carecen de acceso regular a una atención bucodental adecuada. Es evidente que se necesita abordar el problema con una perspectiva diferente.

La caries dental es una enfermedad infecciosa prevenible causada por bacterias que se acumulan en la placa dentobacteriana. La fermentación de los carbohidratos — comunes en la dieta — por las bacterias presentes en la placa conduce a la formación de ácidos que ocasionan a su vez una pérdida de minerales en el esmalte dental: proceso que finalmente genera cavidades. Según el conocimiento científico actual, la caries dental puede prevenirse con una serie de medidas que incluyen el uso de compuestos fluorurados, los sellantes de fosas y fisuras, el control de la placa dentobacteriana y la reducción de los carbohidratos fermentables en la dieta.

Los mecanismos por los cuales el fluoruro previene la caries dental han sido estudiados durante más de 50 años y, actualmente, se consideran inocuos y eficaces (1, 3–6). El fluoruro se absorbe en el tracto gastrointestinal a un ritmo y grado de absorción que depende de varios factores (7). Después de entrar en el plasma, el fluoruro se deposita en el hueso o en el diente en formación, o si

<sup>1</sup> Se publica en el *Bulletin of the Pan American Health Organization*, Vol. 29, No. 4, 1995, con el título "Should we use milk fluoridation? A review."

<sup>2</sup> Escuela de Ciencias Odontológicas, Universidad de Melbourne, Melbourne, Australia. Dirección postal: School of Dental Science, University of Melbourne, 711 Elizabeth Street, Melbourne, Victoria 3000, Australia.

<sup>3</sup> El índice CPOD es la media aritmética del número de dientes (D) que están cariados (C), perdidos (P) u obturados (O) como resultado de caries en dientes permanentes. En el índice CPOS la unidad de estudio son las superficies dentales. Los índices equivalentes para la dentición temporal (dientes de leche) se abrevian "cpod" y "cpos".

no, se elimina a través de los riñones, excretándose en la orina. Durante la formación de los dientes, el fluoruro se incorpora a la estructura mineralizada de los dientes y aumenta la resistencia a la desmineralización producida por los ácidos orgánicos.

Una vez que el diente ha hecho erupción, el fluoruro sistémico ya no desempeña ninguna función en su formación. Sin embargo, cuando se consume de manera sistémica, se excreta en la saliva y de esta manera ejerce un efecto protector superficial contra la caries dental durante toda la vida del diente (8, 9). Este efecto posteruptivo reduce la desmineralización que se observa en dientes expuestos a ácidos y, en otros casos, aumenta la remineralización (10). El fluoruro también afecta al metabolismo bacteriano y actúa de otras formas que contribuyen a limitar la destrucción del esmalte dental (5, 9, 11).

De acuerdo con la información disponible hoy día, es posible alcanzar una reducción de entre 50 y 60% en el índice de caries dental ajustando el contenido de fluoruro del agua de consumo hasta alcanzar la concentración óptima (de 0,7 a 1,2 mg/L) (1, 5). Sin embargo, factores de índole política, administrativa, geográfica y técnica suelen obstaculizar la fluoruración del agua de consumo, impidiendo que los beneficios del flúor alcancen a una gran parte de la población mundial (12).

Sin embargo, la falta de agua de consumo fluorurada no es una barrera insuperable para hacer llegar los beneficios del fluoruro a la población. Por ejemplo, en algunos lugares donde la población no dispone de una red de suministro de agua potable, se han probado y puesto en marcha distintos programas de fluoruración comunitarios organizados a nivel local, regional o nacional. Estos programas incluyen la fluoruración de la sal (en Alemania, Colombia, Costa Rica, España, Francia, Hungría, Jamaica, México, Suiza y Uruguay) (2, 4, 13-15), la fluoruración del agua en las escuelas, la distribución de tabletas de fluoruro y el uso de colutorios fluorurados (en los Estados Unidos) (4, 5, 16). Estos métodos ofrecen una protección contra la caries equivalente a la obtenida con el agua fluorurada. Además, hay estudios que mues-

tran que el fluoruro suministrado por otros métodos también puede prevenir la caries de manera eficaz (16). Estos métodos incluyen el uso de soluciones de fluoruro o de geles de uso tópico y la fluoruración del azúcar o de ciertas bebidas, por ejemplo la leche (4, 5, 9, 17, 18).

Cada una de estas alternativas conlleva una serie de ventajas y desventajas que deben ser evaluadas por cada país a la luz de sus necesidades específicas locales, regionales o nacionales, al determinar cuál método es el más conveniente. Este tipo de deliberaciones ha dado lugar a una variedad de conclusiones sobre las ventajas de métodos alternativos a la fluoruración del agua. Siguiendo esa línea, el presente artículo revisa datos científicos sobre la fluoruración de la leche y analiza los argumentos actuales sobre el tema, para aportar elementos de discusión al debate sobre si debe o no utilizarse leche fluorurada. Para ello se describe el argumento básico a favor de la utilización de la leche como vehículo del fluoruro y se discuten las principales objeciones a la fluoruración de la leche según los últimos datos disponibles.

## RAZONES PARA OPTAR POR LA LECHE FLUORURADA

Desde el punto de vista de la salud pública, la red comunitaria de agua potable se considera el vehículo más eficaz para la fluoruración (3, 17, 19). En los años ochenta, Decenio Internacional del Agua Potable y del Saneamiento Ambiental, se promovió enérgicamente el suministro de servicios de agua potable a la población. No obstante, y a pesar de los esfuerzos que se hicieron en América Latina para que toda la población tuviera agua potable en 1990, ese año aproximadamente 12% de la población urbana carecía de instalaciones en sus domicilios y en las zonas rurales la proporción ascendía a 45% (20).

De acuerdo con numerosos investigadores (21-25), cuando no hay suministro de agua potable disponible, la leche debiera ocupar la primera posición entre los vehículos alternativos para la fluoruración. Después del agua, la leche suele ser el contribuyente más importante al consumo total de

líquidos (26–28). Es un nutriente importante para las mujeres embarazadas y para los niños durante el período de formación de los dientes (4, 22, 29, 30). Como la sal, la leche no requiere de una red de distribución municipal y, por lo tanto, puede ser conveniente en comunidades que carezcan de ese servicio. Además, permite que la gente tenga la libertad de determinar su consumo. En contraste con algunas otras alternativas, la fluoruración de la leche no añade a la carga administrativa de los maestros (23, 31), como sucede en los programas escolares para el uso de colutorios o suplementos de fluoruro. Tampoco requiere garantizar su consumo (8). De hecho, se puede asegurar un nivel de cumplimiento adecuado (un consumo apropiado de leche fluorurada) si la leche fluorurada se distribuye no solo por sus propiedades anticaries sino por su valor nutritivo, o si se espera o exigiera que los niños la bebieran cuando fuera distribuida (32).

Ericsson (21), Poulsen et al. (22), Villa et al. (31) y Toth et al. (33) han demostrado que el fluoruro se acumula en los tejidos calcificados después de la ingestión de leche fluorurada. Ericsson, quien administró fluoruro en forma de fluoruro sódico (NaF) a ratas, comunicó que la captación femoral de fluoruro a partir de la leche era equivalente a 80% de la captación obtenida a partir del agua, y que la retención de fluoruro en un diente era comparable a su retención en el esqueleto en un estadio comparable de crecimiento. Poulsen et al. (22) realizaron experimentos en animales y registraron aumentos de fluoruro en el esmalte dental de ratas tras la administración de leche fluorurada. Más recientemente, Villa et al. (31) administraron fluoruro a ratas en forma de monofluorofosfato (MFP) en la leche y de NaF en el agua, y encontraron que la concentración de fluoruro en el fémur era casi dos veces mayor en el grupo que tomó leche que en el que tomó agua, en condiciones de alimentación normales. Además, Toth et al. (33) comprobaron en niños que el contenido de fluoruro en el esmalte había aumentado tras la ingestión de leche fluorurada durante un año.

Tanto los argumentos mencionados anteriormente como los resultados de estas

investigaciones sugieren que la leche podría ser un vehículo aceptable para el suministro de fluoruro sistémico a ciertas poblaciones mediante programas comunitarios. Teniendo en cuenta la necesidad de adoptar soluciones adecuadas a las condiciones locales (34, 35), esta alternativa sería particularmente valiosa en zonas rurales, donde es improbable que la población tenga acceso a agua con un contenido apropiado de fluoruro.

Otros autores, sin embargo, han concluido que la leche no es un vehículo de fluoruración apropiado (17, 35–37). Al repasar estas críticas, encontramos cuatro reparos principales: 1) disminución de la biodisponibilidad del NaF cuando se ingiere junto con alimentos ricos en calcio (38–40), como es la leche; 2) su costo (36, 37); 3) la carga administrativa que requiere (producción, transporte, almacenamiento y problemas de distribución) en relación con otros métodos (17, 36, 37); y 4) la falta de conclusiones definitivas a partir de ensayos controlados (18, 35, 37).

## Biodisponibilidad

En el caso de los compuestos fluorurados, la biodisponibilidad se define como el porcentaje de una forma determinada de fluoruro que, tras ser absorbida, circula en la sangre y se encuentra disponible para ser utilizada por el organismo vivo (7, 23, 41, 42). Depende, por lo tanto, de la cantidad de formas libres de fluoruro presentes (7). Entonces, cualquier factor que disminuya las concentraciones de fluoruro libre disminuirá su biodisponibilidad (7).

Es ampliamente sabido que la ingestión concomitante de alimentos y de bebidas puede aumentar o reducir la biodisponibilidad de diversos medicamentos (43). Asimismo, en presencia de ciertos alimentos, leche y otras bebidas proteínicas, la biodisponibilidad de fluoruros es menor que cuando estos se administran en ayunas, en forma de NaF en agua (39, 42). (Los estudios de biodisponibilidad de fluoruros utilizan como criterio estándar el 100% de biodisponibilidad que se obtiene cuando el fluoruro se administra en agua o en tabletas, en condi-

ciones de ayuno (7, 39). En estas circunstancias la tasa de absorción alcanza la concentración máxima en plasma a los 30 minutos de ingestión (7, 43.)

Se ha informado de absorciones más lentas y menos completas del NaF cuando se ingiere junto con alimentos ricos en calcio, como la leche. En estos casos, la biodisponibilidad se reduce a entre 20% y 50% de la que se obtiene con NaF en agua (21, 42, 43). Estos resultados se han obtenido en estudios de humanos (39, 43-45) y de animales. La reducción de la biodisponibilidad podría originarse en la acción combinada de varios factores. Entre los más influyentes destacan: la formación de fluoruro cálcico ( $\text{CaF}_2$ ), que tiene menor solubilidad en agua (21, 38, 39, 41, 42); la combinación química del fluoruro con sólidos orgánicos, y atrapamiento por productos de la coagulación de la leche en el estómago, lo que crea una barrera física y dificulta el acceso del fluoruro a las superficies gastrointestinales (21, 42-44, 46-48).

Se han propuesto también otros mecanismos para explicar las reducciones de biodisponibilidad. Uno de ellos es el aumento del pH gástrico causado por la ingestión de leche (23, 39, 43, 44), ya que cuando se ingiere el NaF, el fluoruro atraviesa las paredes intestinales no en forma iónica ( $\text{F}^-$ ) sino en forma de ácido fluorhídrico (HF) que, a su vez, depende del pH (30, 42, 46, 47). En un ambiente con un pH reducido como es el estómago, las concentraciones de HF y de iones de calcio libres ( $\text{Ca}^{++}$ ) de la leche pueden aumentar, lo que ocasionaría, a su vez, un aumento en la formación de  $\text{CaF}_2$  (21, 39).

Se ha encontrado, sin embargo, que la reducción de biodisponibilidad, debida a retrasos en la absorción, ocurre fundamentalmente durante la primera hora después de la ingestión, tras la cual la tasa de absorción se equilibra (21, 42, 43, 46); e incluso las concentraciones de fluoruro en plasma se mantienen elevadas por más tiempo cuando el fluoruro se administra con leche en lugar de agua. Este comportamiento se ha observado tanto en ratas (21) como en humanos (42, 46). Un patrón similar rige en relación con la excreción urinaria de fluoruro, la cual es más intensa durante la segunda hora si el fluoruro

se ha administrado con leche en vez de agua (21).

Debería señalarse además que muchos de estos estudios se han llevado a cabo con individuos en ayunas o en otras condiciones extremas. Por ejemplo, Ekstrand y Ehrnebo (39) comunicaron una reducción de biodisponibilidad de hasta 30% cuando las tabletas de NaF se administraban junto con alimentos; sin embargo, estos alimentos consistían exclusivamente o bien en leche o en productos lácteos, que en sí no constituyen una dieta regular (42, 45, 47). Este punto es relevante porque los hallazgos de biodisponibilidad reducida podrían variar en sentido contrario si se establecieran condiciones comparables con las de un desayuno estándar (incluida la ingestión de leche y de otros alimentos de contenido bajo en calcio, tales como pan, galletas o bollería) (42, 45-47). En condiciones normales, los alimentos ingeridos permanecen durante más tiempo en el tracto gastrointestinal que cuando se ingiere leche únicamente, lo que le da más tiempo al fluoruro para alcanzar las superficies de absorción (42, 46). Se ha sugerido también que en condiciones de alimentación estándar, el mecanismo de administración del fluoruro (por ejemplo, en bebidas, gotas o pastillas para masticar o tragar) tendría más importancia que su composición química (42, 46, 47).

En este sentido, merece la pena señalar que Shulman y Vallejo (44) obtuvieron resultados muy diferentes en un estudio en el que el NaF fue administrado con agua, con leche y con un almuerzo normal. Sus resultados indican que el consumo de leche no afectó significativamente la absorción del fluoruro, pero que la ingestión conjunta de un almuerzo normal disminuyó la absorción de fluoruro en un significativo 47%.

Ericsson (49) ha señalado que la biodisponibilidad del fluoruro variaría si el compuesto administrado fuera MFP en lugar de NaF, lo cual sugiere que la biodisponibilidad de fluoruro a partir del MFP se vería menos afectada por una ingesta con un gran contenido de calcio. El efecto de la comida sería insignificante, porque la absorción del MFP no depende del pH, al no estar asociada con la formación de HF (21, 42); por los mecanismos

concretos de absorción implicados; y por la mayor solubilidad de las sales cálcicas de monofluorofosfato (Ca-MFP) (42, 46, 49).

Villa et al. (23, 31) midieron la biodisponibilidad del fluoruro tanto en niños preescolares como en ratas, y encontraron que la obtenida con MFP en leche es por lo menos tan elevada como la obtenida con NaF en agua, en condiciones de ayuno (la cual está considerada como 100%) (39). Estos investigadores encontraron además que la disminución en la absorción del fluoruro a partir del MFP en condiciones de alimentación normales es menos importante que la disminución en biodisponibilidad del fluoruro obtenida a partir del NaF en el agua o en pastillas, en las mismas condiciones. Villa et al. (31) también han demostrado que la absorción de fluoruro a partir del MFP es marcadamente mejor en presencia de alimentos, mejora que no ocurre cuando el fluoruro se administra como NaF.

Sin embargo, los datos presentados por Trautner y Einwag (42, 46) no confirman los resultados comunicados por Ericsson (49) y por Villa et al. (23, 31). En concreto, aquellos encontraron que la biodisponibilidad del fluoruro tanto en forma de NaF como de MFP era afectada de manera similar en distintas condiciones experimentales (en ayunas, con ingestión de leche y con ingestión de leche y desayuno) (42). Es decir, que el uso de MFP en lugar de NaF no aumentó la biodisponibilidad del fluoruro.

### **Costos y coordinación administrativa de la fluoruración de la leche**

Burt (50) ha señalado que el costo de los distintos vehículos para la administración del fluoruro debe evaluarse según la situación, en parte porque el costo depende de los recursos disponibles en cada país en particular. En 1972, Stamm (36) concluyó que el uso de la leche como vehículo podía ser costoso, pero esa conclusión estaba basada en un estudio realizado en 1955 en la ciudad de Nueva York, que seguramente no reflejará las condiciones de ningún país en los años noventa. Recientemente la OMS (51) ha clasificado la leche, junto

con el agua y la sal, como uno de los vehículos más costo-efectivos para la administración de fluoruros y apoya la fluoruración de la leche como una medida de salud comunitaria.

Cuando hay programas de distribución de leche establecidos en una comunidad o en las escuelas, guarderías o centros de bienestar, no hay que incurrir en costos adicionales para la gerencia, educación, supervisión o distribución (4, 26, 34, 52), circunstancia que contrarresta las críticas que se basan en los costos adicionales derivados de la organización y administración del programa (17, 26, 37). Además, el suministro de leche fluorurada a niños de esta manera constituye un uso de recursos sumamente efectivo, porque se requiere una cantidad mucho menor de fluoruro cuando se distribuye a una población específica que cuando se trata el suministro completo de agua de la comunidad (26, 52) o incluso el de la escuela; tampoco se requieren costos adicionales de mercadeo o subvenciones como ocurre con la fluoruración de la sal.

Chile tiene un programa nacional de suplementos alimentarios que funciona de manera eficiente desde hace 40 años, con una cobertura de alrededor de 80% de los niños desde su nacimiento hasta los 6 años (20). Las plantas de productos lácteos tienen la tecnología necesaria para producir leche fluorurada; añadir MFP a la leche en polvo es relativamente simple y supone un aumento insignificante en los costos de producción (26, 52). Villa et al. estimaron que, aun teniendo en cuenta los costos de control de calidad, la fluoruración de la leche en estas condiciones sería mil veces más costo-efectiva que la fluoruración del agua, y concluyeron que ofrecía una alternativa mucho más económica para Chile (26).

Sin embargo, es preciso considerar el problema de la estabilidad del fluoruro en la leche. Se han estudiado las variaciones en la concentración de iones hasta 72 horas después de haberlo añadido a la leche en forma de NaF (38). Se estima que, en estos estudios, el fluoruro recuperado al final de dicho período ha sido menor que la quinta parte de la cantidad añadida. De hecho, el fluoruro en forma de NaF no debiera ser añadido a la le-

che con más de una hora de antelación a su consumo (53), por lo que se necesita personal capacitado que prepare y suministre el producto.

Siguiendo esta sugerencia, el problema de estabilidad se podría solucionar si el NaF se añadiera justamente antes de su consumo (53) pues, según Duff (38), el nivel de recuperación llega a 97% durante la primera hora. Como alternativa, este problema se podría solucionar utilizando MFP como el compuesto de elección (26, 31, 52), ya que se ha demostrado que el fluoruro en MFP se conserva estable durante un período de 10 meses sin sufrir alteración (23, 26). Por estas razones, el Grupo de Expertos en Fluoruros de la OMS (4) concluyó en 1994 que el enlace del fluoruro con el calcio o proteínas no es un mayor problema en la fluoruración de la leche.

## ESTUDIOS SOBRE LA FLUORURACIÓN DE LA LECHE

König (54) llevó a cabo estudios experimentales de prevención de la caries en ratas jóvenes administrándoles NaF en el agua, la leche y los alimentos sólidos. Las ratas hembras que recibieron NaF durante el embarazo y el período de lactación mostraron un aumento de las concentraciones de fluoruro en el esqueleto. Sin embargo, en los grupos estudiados se observó inhibición de la caries solamente cuando se había administrado el

fluoruro después de la erupción de los dientes. Poulsen et al. (22) obtuvieron resultados similares cuando estudiaron el efecto de la exposición pre y posteruptiva en ratas que habían recibido leche fluorurada o agua, y encontraron que la exposición preeruptiva tenía escaso efecto en la caries dental. Sin embargo, la administración posteruptiva de fluoruro ocasionaba una reducción importante de la caries en las superficies bucolinguales, aun cuando no se pudo demostrar ningún efecto en las superficies oclusales o proximales. Estos autores no observaron ningún efecto atribuible al vehículo de fluoruración (leche o agua).

El valor de la leche como vehículo alternativo para la administración de fluoruro a humanos se ha estudiado desde los años cincuenta. Se han realizado investigaciones clínicas sobre este método en Brasil (55), Escocia (11, 60), Estados Unidos (30, 32), Hungría (53, 56, 57), Israel (58), Japón (59) y Suiza (61, 62). Los cuadros 1 y 2 resumen algunas de las características de estos estudios en relación al tipo de dentición, permanente o temporal, respectivamente.

El primer trabajo que señaló la efectividad de la leche como vehículo del fluoruro fue realizado por Ziegler (62) en Suiza en los años cincuenta. Fue una investigación longitudinal de 1302 niños (749 casos y 553 controles) que tenían de 9 a 44 meses de edad al inicio del estudio. A los 6 años, Ziegler encontró

**CUADRO 1. Experiencias clínicas y comunitarias con leche fluorurada; comparaciones en dentición permanente**

País	Duración	Reducción de caries (%)	Edad al inicio	Referencia
Brasil	16 meses	No significativa	6 a 12 años	Sampaio et al. (55)
Bulgaria*	5 años	CPOD (79-89)	3 a 10 años	BDMF (67)
Escocia	5 años	CPOD (31,2) CPOS (43,1)	4,5 a 5,5 años	Stephen et al. (12)
EUA†	3,5 años	CPOD (70)†	6 a 9 años	Rusoff et al. (30)
EUA	3 años	CPOS (21,8) No significativa	6 a 9 años	Legett et al. (32)
Hungría	10 años	CPOD (36,8) CPOS (40,0)	2 a 5 años	Gyurkovics et al. (57)
Israel	30 meses	CPOD (64,0)	4 a 7 años	Zahlaka et al. (58)
Japón	5 años	CPOD (33,8)	Edad escolar	Imamura (59)
Suiza	6 años	CPOD (65,2)	9 a 44 meses	Ziegler (62)

\* Ensayo comunitario.

† Primeros y segundos dientes premolares y segundos molares permanentes.

**CUADRO 2. Experiencias clínicas y comunitarias con leche fluorurada; comparaciones en dentición temporal**

País	Duración	Reducción de caries (%)	Edad al inicio	Referencia
Bulgaria*	5 años	cpod (40)	3 a 10 años	BDMF (67)
Escocia	5 años	No significativa	4,5 a 5,5 años	Stephen et al. (12)
Hungría	5 años	cpos (40,1) cpod (40,1)	2 a 5 años	Bánóczy et al. (53)
Israel	30 meses	cpod (62,9)	4 a 7 años	Zahlaka et al. (58)
Suiza	6 años	cpod (14,8-31,5)	9 a 44 meses	Ziegler (62)

\* Ensayo comunitario.

una importante reducción de la incidencia de caries tanto en la dentición temporal (de hasta 31%) como en la permanente (alrededor del 65% en molares permanentes), y estableció que los resultados óptimos se consiguen cuando la ingestión de leche fluorurada comienza en la infancia temprana.

En los Estados Unidos, Russoff et al. (30) realizaron un estudio piloto con 129 niños de edad escolar, de entre 6 y 9 años de edad al inicio del estudio. Al final de casi cuatro años, encontraron una reducción de 70% en la incidencia de caries en molares bicúspides y en segundos molares cuya erupción había ocurrido después de comenzado el estudio, y 36% de reducción de caries en primeros molares cuya erupción ocurrió al inicio del estudio. Si bien hubo una notable reducción general en el índice de CPOD, el único grupo de edad que tuvo una reducción significativa fue el de niños de 9 años, los 16 niños que tenían 6 años al comenzar el estudio.

Stephen et al. (12) realizaron un estudio doble ciego de 5 años de duración sobre la leche fluorurada en 187 niños escoceses (94 casos y 93 controles) que contaban entre 4 años y medio y 5 años y medio de edad. Tras 5 años, y a pesar del abandono de algunos participantes en cada uno de los grupos, se observaron reducciones significativas en los índices de dientes permanentes CPOS (43,1%) y CPOD (31,2%) en el grupo de estudio en relación al grupo de control, al mismo tiempo que se observó una reducción significativa de 74,6% en caries interproximales en primeros molares permanentes. La diferencia entre los dos grupos no fue significativa en el caso de lesiones bucolinguales pero se observó una

tendencia a favor del grupo que recibió leche fluorurada.

En Hungría, Bánóczy et al. (53, 56) estudiaron los efectos de la leche fluorurada en 269 niños institucionalizados que tenían entre 2 y 5 años de edad. Tras 5 años de consumo de leche fluorurada, se observaron reducciones estadísticamente significativas en el índice CPOS (66,6%) y el CPOD (60%) al comparar los grupos de estudio y de control. Un estudio prospectivo de 10 años de duración que implicaba la interrupción del programa por 2 años e incluyó a solo 162 sujetos, concluyó que el grupo de estudio mostraba de manera significativa un menor incremento de caries en la dentición permanente (36,8% menos CPOD y 40% menos CPOS) en relación a los controles (57). El estudio no ofreció información sobre los efectos combinados que podrían resultar de la exposición a otros productos fluorurados, incluida la pasta dental.

En el Japón, Imamura (59) informó que, después de 4 años de añadir NaF (como vehículo de los iones de fluoruro) a la leche y la sopa que se servían diariamente con las comidas escolares, el grupo de estudio tuvo una reducción de 36,3% en el índice CPOD.

Los efectos de la fluoruración de la leche en los dientes temporales han sido descritos con menor frecuencia. De acuerdo con el estudio de 5 años de duración realizado por Bánóczy (53), la media de los valores de cpod y cpos era aproximadamente 40% menor en el grupo de estudio. Ziegler, en Suiza (62), encontró una reducción en el cpod de entre 14,8% y 31,5% en el grupo que recibió fluoruro. Sin embargo, Stephen et al. (12, 60) no encontraron ninguna reducción significativa de ca-

ries en los dientes temporales cuya erupción ya había ocurrido (véase el cuadro 2).

Tomándolos en conjunto, estos estudios clínicos demuestran que el consumo de leche fluorurada puede ejercer un impacto significativo en la prevención de la caries dental. Desgraciadamente, a pesar de que se han realizado numerosos estudios, algunos sufren de limitaciones que dificultan su interpretación, comparación y evaluación. En concreto, algunos se hicieron con pequeños grupos de sujetos (11, 30) o en condiciones (como selección inapropiada del grupo control) que podrían invalidar los resultados (53, 57). En otros se administró leche fluorurada solo por cortos períodos (menos de 3 años) (32, 55, 58); y, de hecho, solo seis estudios comunicaron los resultados de períodos de observación superiores a 3 años (12, 30, 53, 57, 59, 62). Según Stephen et al. (12), aun en estudios que respaldan el tratamiento de la leche con fluoruros, no siempre se puede demostrar una reducción significativa de la caries dental si no se basan en un mínimo de 4 años de consumo de la leche tratada.

También está por resolver la cuestión de cuántos de los beneficios observados se debieron a efectos tópicos y no a efectos sistémicos del fluoruro. La American Dental Association sugiere que aun cuando es difícil de cuantificar la importancia relativa de la exposición al flúor sistémico en los períodos pre y post eruptivo, los beneficios observados resultan de la acción combinada de los dos efectos (5, 16, 63). Por lo tanto, mientras que los estudios anteriores señalan principalmente efectos sistémicos, los efectos observados en los dientes que ya han erupcionado sugieren que también merece considerarse la acción tópica del fluoruro ingerido con la leche (53, 60). Hay además muchos datos indicadores de que la leche en cualquier forma puede disminuir el deterioro de los dientes. Según Reynolds y Del Río y otros autores (64-66), la leche ejerce un efecto tópico adicional en el esmalte dental, porque sus fosfopéptidos caseínicos generan una cubierta protectora sobre el diente que resulta en un efecto anticariogénico en animales (64) y en una tasa de desmineralización reducida in vitro (64). Además, debido a sus contenidos de calcio,

fosfato y proteína, la leche podría facilitar la remineralización de lesiones del esmalte (64).

Debido a que existe alguna incertidumbre sobre si los beneficios observados en ensayos clínicos y bajo situaciones ambientales controladas se podrían obtener en las situaciones incontroladas y ecológicamente complejas de una comunidad, se están llevando a cabo estudios comunitarios de larga duración en colaboración con el Programa de Salud Bucodental de la OMS. Hasta el momento se han puesto en marcha cinco de esos estudios, en Bulgaria, Chile, China, Federación de Rusia y Reino Unido (4, 67). Uno de ellos, que comenzó en septiembre de 1988 en Bulgaria (67-70), ha ofrecido un suministro regular de leche fluorurada a 12 000 niños de edad preescolar y escolar, de entre 3 y 10 años de edad (68). Los resultados a los 5 años mostraron que las medias de CPOD y de cpod habían aumentado en el grupo control (que no recibió leche fluorurada) mientras que habían mejorado en el grupo de estudio. En relación con los valores iniciales, los niños que recibieron leche fluorurada durante 5 años tenían 40% menos caries en los dientes temporales que los del grupo control. En relación con los dientes permanentes, los efectos fueron aun más significativos, con una reducción de 79 a 89% en el grupo de estudio (67).

Más recientemente, ha comenzado en Chile un proyecto de demostración de fluoruración de la leche, en el que se utiliza leche en polvo y MFP como fuente de fluoruro (67, 70, 71). Este proyecto incluye a todos los niños que viven en una comunidad rural y la leche se distribuye gratis bajo el programa regular de nutrición suplementaria. En este contexto, merece la pena destacar que Villa et al. (23, 31) han obtenido concentraciones homogéneas de MFP en leche en polvo y una estabilidad excelente en el curso de un año de experimentación. Cuando este producto estuvo preparado para el consumo, la leche líquida obtenida era estable y no se observaron formaciones de Ca-MFP.

## CONCLUSIONES

La decisión sobre cuál es el vehículo más eficaz para la administración de fluoruros sis-

témicos siempre dependerá de las condiciones únicas que se den en cada situación concreta. No obstante, el conjunto de ensayos clínicos realizados durante más de 30 años muestran resultados favorables y parecen apoyar la conclusión de que la leche fluorurada puede tener un impacto significativo en la prevención de la caries dental. La información adquirida en estos ensayos indica que la leche que contiene fluoruro ejerce un efecto preventivo contra la caries, aunque se debe señalar que algunos de estos ensayos fueron hechos en condiciones que hacen cuestionar sus resultados y dificultan su interpretación. Los ensayos comunitarios, como los que se están ahora llevando a cabo en Bulgaria y Chile, medirán la efectividad de la leche fluorurada en las condiciones normales que rigen de ordinario en las comunidades de estudio y aportarán pruebas más concluyentes sobre la conveniencia de utilizar la leche como vehículo para poner en marcha programas de fluoruración comunitarios.

Es evidente que cuando se encuentran presentes ciertas condiciones administrativas (como la existencia de un programa de distribución de leche en la comunidad), el uso de la leche como vehículo del fluoruro puede mejorar la relación costo-efectividad del tratamiento porque no hace falta incorporar costos o cargas administrativas adicionales.

Estudios del metabolismo de los fluoruros indican que la ingestión de fluoruro a partir de la leche fluorurada eleva la concentración de fluoruro iónico en circulación y facilita de esta manera su depósito en los tejidos duros, incluidos los dientes. Aunque algunos investigadores han concluido que la leche es un vehículo insatisfactorio para el fluoruro porque su biodisponibilidad disminuye en medios ricos en calcio, no se ha alcanzado un consenso final al respecto. Algunas experiencias indican que la biodisponibilidad de la leche fluorurada puede ser satisfactoria cuando se utiliza MFP como la fuente de fluoruro iónico en lugar de NaF, porque el MFP no se enlaza con el calcio y porque el fluoruro derivado del MFP se absorbe mejor en condiciones de alimentación normal.

La conclusión de esta revisión es que, al contrario de los argumentos tradicionales contra el uso de la fluoruración de la leche como medida comunitaria para prevenir la caries dental, los datos recientes sugieren que la fluoruración de la leche puede considerarse una alternativa válida en lugares donde la fluoruración del agua no puede utilizarse para conseguir los beneficios deseados.

## REFERENCIAS

1. World Health Organization. *Prevention methods and programmes for oral diseases*. Geneva: WHO; 1984. (Technical report series, 713).
2. Pan American Health Organization. Oral health regional data bank. Washington, DC: PAHO; 1990.
3. Pan American Health Organization. Conference on Fluorides, Vienna, Austria, 3–5 October 1982: Conclusions and recommendations. En: Gillespie GM, Roviralta G, eds. *Salt fluoridation*. Washington DC: PAHO; 1986:15–16. (Scientific publication 501).
4. World Health Organization. *Fluorides and oral health*. Geneva: WHO; 1994. (Technical report series, 846).
5. American Dental Association. *Accepted dental therapeutics*. 39ª ed. Chicago: ADA; 1982.
6. American Dietitian Association. Position of the American Dietitian Association: the impact of fluoride on dental health. *J Am Dietitian Assoc* 1994;94:1428–1431.
7. Rao GS. Dietary intake and bioavailability of fluoride. *Ann Rev Nutr* 1984;4:115–136.
8. Szapunar SM, Burt BA. Evaluation of appropriate use of dietary fluoride supplements in the US. *Community Dent Oral Epidemiol* 1992;20:148–154.
9. Horwitz HS. Fluorides to prevent dental decay: an update. En: Frazier J, ed. *Proceedings of the Minnesota Conference on Dental Caries Prevention in Public Health Programs*. Minneapolis: Minnesota Department of Health; 1983.
10. O'Mullane DM. Introduction and rationale for the use of fluoride for caries prevention. *Int Dent J* 1994;44:257–261.
11. Shellis RP, Duckworth RM. Studies on the cariostatic mechanism of fluoride. *Int Dent J* 1994;44:263–273.
12. Stephen KW, Boyle IT, Campbell D, McNee S, Boyle P. Five-year double-blind fluoridated milk study in Scotland. *Community Dent Oral Epidemiol* 1984;12:223–229.

13. Marthaler TM, Menghini G, Steiner M, et al. Excreción urinaria de fluoruro en niños que consumen suplementos de fluoruro en la sal o el agua. *Arch Odontostomatol Prev Commun* 1992;4:27-35.
14. Marthaler TM. Salt fluoridation experiences in Europe. En: Trabajos presentados para la Conferencia sobre Fluoruros, Viena, Austria, 3 a 5 de octubre de 1982. Washington, DC: Organización Panamericana de la Salud; 1984.
15. Organización Panamericana de la Salud. Informe final, Primera Reunión de Expertos sobre Fluoruración y Yodación de la Sal de Consumo Humano, Antigua, Guatemala, 1986. Washington, DC: OPS; 1990.
16. Ripa LW. A half-century of community water fluoridation in the United States: review and commentary. *J Public Health Dent* 1993;53:17-44.
17. Horwitz HS. Epidemiology of fluorides: range of effectiveness. En: Trabajos presentados para la Conferencia sobre Fluoruros, Viena, Austria, 3 a 5 de octubre de 1982. Washington, DC: Organización Panamericana de la Salud; 1984.
18. World Health Organization. *Prevention of oral diseases*. Geneva: WHO; 1987:51-58. (WHO offset publication 103).
19. Pan American Health Organization. Appropriate use of fluorides for human health: salt fluoridation. En: Gillespie GM, Roviralta G, eds. *Salt fluoridation*. Washington, DC: PAHO; 1986:7-12. (Scientific publication 501).
20. Pan American Health Organization. *Health conditions in the Americas, 1990*. Washington, DC: PAHO; 1990.
21. Ericsson Y. The state of fluorine in milk and its absorption and retention when administered in milk: investigation with radioactive fluorine. *Acta Odontol Scand* 1958;16:51-77.
22. Poulsen S, Larsen MJ, Larson RH. Effect of fluoridated milk and water on enamel fluoride content and dental caries in the rat. *Caries Res* 1976; 10:227-233.
23. Villa A, Torti H. *Informe final: desarrollo y elaboración de leche fluorurada*. Santiago: Fondo de Desarrollo Productivo (FDP), Corporación de Fomento a la Producción (CORFO); 1988.
24. Jones S, Crawford AC, Jenner AM, Roberts JTP, Lennon MA. The possibility of school milk as a vehicle for fluoride: epidemiological, organizational, and legal considerations. *Comm Dent Health* 1992;9:335-342.
25. White CH. Milk, milk products, and dental health. *J Dairy Sci* 1987;70:392-396.
26. Villa A, Guerrero S, Cisternas P, Monckeberg F. La prevención de la caries a través de un vehículo nutricional. *Arch Latinoam Nutr* 1990;40:197-209.
27. Ophaug R, Singer L. Fluoride intake of infants and young children and the effect of supplemental and nondairy sources of fluoride. *Compendium* 1988; 9(1):68-75.
28. Clovis J, Hargreaves J. Fluoride intake from beverage consumption. *Community Dent Oral Epidemiol* 1988;16:11-15.
29. Borrow EW, Davis JG. The fluoridation of milk and its methodology. *Food Trade Rev* 1975;46:557-563.
30. Rusoff LL, Konikoff BS, Fyre JB, Johnston JE, Fyre WW. Fluoride addition to milk and its effect on dental caries in schoolchildren. *Am J Clin Nutr* 1962;11:94-101.
31. Villa A, Guerrero S, Cisternas P, Monckeberg F. Fluoride bioavailability from disodium monofluorophosphate fluoridated milk in children and rats. *Caries Res* 1989;23:179-183.
32. Legett B, Garbee W, Gardiner J, Lancaster DN. The effect of fluoridated chocolate flavoured milk on caries incidence in elementary schoolchildren: two- and three-year studies. *J Dent Child* 1987;54(1): 18-21.
33. Toth Z, Zimmermann P, Gintner Z, Bánóczy J. Changes of acid solubility and fluoride content of the enamel surface in children consuming fluoridated milk. *Acta Physiol Hung* 1989;74:135-140.
34. Tala H. Practical considerations concerning alternatives uses of fluorides. En: Trabajos presentados para la Conferencia sobre Fluoruros, Viena, Austria, 3 a 5 de octubre de 1982. Washington, DC: Organización Panamericana de la Salud; 1984.
35. Künzel W. Systemic use of fluoride—other methods: salt, sugar, milk, etc. *Caries Res* 1993;27(suppl 1):16-22.
36. Stamm JW. Milk fluoridation as a public health measure. *J Can Dent Assoc* 1972;12:446-448.
37. Fédération Dentaire Internationale. The prevention of dental caries and periodontal disease. *Int Dent J* 1984;34:141-158. (Technical report no. 20).
38. Duff EJ. Total and ionic fluoride in milk. *Caries Res* 1981;15:406-408.
39. Ekstrand J, Ehrnebo M. Influence of milk products on fluoride availability in man. *Eur J Clin Pharmacol* 1979;16:211-215.
40. Muhler JC, Weddle DA. Utilizability of fluorine for storage in the rat when administered in milk. *J Nutr* 1955;55:347-352.
41. Konikoff BS. The bioavailability of fluoride in milk. *Louisiana Dent J* 1974;22:37-42.
42. Trautner K, Einwag J. Influence of milk and food on fluoride bioavailability from NaF and Na<sub>2</sub>PO<sub>3</sub> in man. *J Dent Res* 1989; 68(1):72-77.

43. Spak CJ, Ekstrand J, Zylberstein D. Bioavailability of fluoride added to baby formula and milk. *Caries Res* 1982;16:249-256.
44. Shulman ER, Vallejo M. Effect of gastric contents on the bioavailability of fluoride in humans. *Pediatric Dent* 1990;12:237-240.
45. Trautner K, Einwag J. Influence of food on the relative bioavailability of fluoride from medical preparations. *Caries Res* 1991;25(3):236. (Abstract 86).
46. Trautner K. Influence of food on relative bioavailability of fluoride in man from NaF and Na<sub>2</sub>PO<sub>3</sub> containing tablets for the treatment of osteoporosis. *Int J Clin Pharmacol Ther Toxicol* 1989;27(5):242-249.
47. Trautner K, Einwag J. Factors influencing the bioavailability of fluoride from calcium-rich, health food products and CaF<sub>2</sub> in man. *Arch Oral Biol* 1987;32(6):401-406.
48. Patterson C, Ekstrand J. The state of fluoride in milk. *J Dent Res* 1978;57(special):336. (Abstract 1045).
49. Ericsson Y. Monofluorophosphate physiology: general considerations. *Caries Res* 1983;17(suppl 1):46-55.
50. Burt BA. The costs of fluoride programmes in dental public health. En: Trabajos presentados para la Conferencia sobre Fluoruros, Viena, Austria, 3 a 5 de octubre de 1982. Washington, DC: Organización Panamericana de la Salud; 1984.
51. World Health Organization. *Recent advances in oral health*. Geneva: WHO; 1992. (Technical report series 826).
52. Villa A. Caries dentaria: una nueva solución para un antiguo problema. *Creces* April 1988:50-56.
53. Bánóczy J, Zimmermann P, Hadas E, Pinter A, Bruszt V. Effect of fluoridated milk on caries: 5-year results. *J R Soc Health* 1985;105(3):99-103.
54. König K. Pre- and posteruptive inhibition of experimental rat caries by fluorine administration in water, milk and food. *Helv Odont Acta* 1960;4:66-71.
55. Sampaio Lopes E, de Magalhães Bastos JR, Zaniratto JE. Prevenção da cárie dentária através da fluoretação do leite servido a escolares de Agudos-SP, durante 16 meses. *Rev Assoc Paul Cir Dent* 1984;38(6):419-426.
56. Bánóczy J, Zimmermann P, Pinter A, Hadas E, Bruszt V. Effect of fluoridated milk on caries: 3 years' results. *Community Dent Oral Epidemiol* 1983;11:81-85.
57. Gyurkovics C, Zimmermann P, Hadas E, Bánóczy J. Effect of fluoridated milk on caries: 10 years' results. *J Clin Dent* 1992;3:121-124.
58. Zahlaka M, Mitri O, Munder H, et al. The effect of fluoridated milk on caries in Arab children. *Clin Prev Dent* 1987;9(4):23-25.
59. Imamura Y. Treatment of school meals with sodium fluoride as means of preventing tooth decay. *J Oral Dis Acad* 1959;26:180-199.
60. Stephen KW, Boyle IT, Campbell D, et al. A 4-year double-blind fluoridated milk study in a vit-D deficient area. *Br Dent J* 1981;151:287-292.
61. Wirz R. Ergebnisse des Grossversuches mit fluoridieter Milch in Winterthur von 1958 bis 1964. *Schweiz Monatsschr Zahnheilkd* 1964;74:767-784.
62. Ziegler E. Bericht über den winterhurer grossversuch mit fluorzugabe zur haushaltmilch. *Helv Paediatr Acta* 1964;19:343-354.
63. Aasenden R, Peebles TC. Effects of fluoride supplementation from birth on human deciduous and permanent teeth. *Arch Oral Biol* 1974;19:321-326.
64. Thwaites T. Milk yields up ally in fight against dental caries. *New Sci* 1991;131,20 July.
65. Reynolds EC, Del Río A. Effect of casein and whey-protein solutions on caries experience and feeding patterns of the rat. *Arch Oral Biol* 1984;29:927-933.
66. Dorr KK, Reynolds EC. *Enamel lesion remineralization using soluble casein phosphopeptidecalcium phosphate complex*. Perth: IADR, Australia and New Zealand Section; 1993. (Abstract 69).
67. Barrow Dental Milk Foundation. *Advances in milk fluoridation research*. Portsmouth, England: BDMF; 1995.
68. Fédération Dentaire Internationale. Milk fluoridation in Bulgaria. *FDI News*. July/August 1989, no. 166, p 3.
69. Pakhomov GN, Möller IJ. *Evaluation of the milk fluoridation project in Plovdiv and Asenovgrad, Bulgaria*. Portsmouth, England: International Milk Fluoridation Programme, 7-15 Nov 1991, Barrow Dental Milk Foundation; 1991.
70. Barrow Dental Milk Foundation. *International Milk Fluoridation Programme. UPDATE*. Portsmouth, England: BDMF; 1992.
71. Villa A, Godoy D, Guerrero S, Mariño R. Dental caries prevention through powdered milk fluoridation in Chile. En: Fourth World Congress on Preventive Dentistry. Umea, Sweden: WHO/IADR; September 1993. (Abstract S10).

Manuscrito recibido el 4 de agosto de 1994. Fue aceptado condicionalmente y, una vez reelaborado por su autor, aprobado para publicación en el *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana* el 18 de julio de 1995. En la misma fecha fue aceptado para publicación en el *Bulletin of the Pan American Health Organization*.

## ABSTRACT

### Should we use milk fluoridation? A review

This article presents the argument that because of several demonstrated advantages, milk fluoridation provides a valid alternative to water fluoridation when the latter is not possible. Extensive literature describing study of

fluoride compounds administered with calcium-rich food, as well as clinical trials and laboratory experiments with fluoridated milk, have demonstrated its effectiveness in caries prevention. The main criticisms of milk fluoridation are decreased bioavailability of the fluoride, the cost and administrative burden involved, and (in some cases) lack of sound clinical conclusions regarding its preventive efficacy. These criticisms are reviewed in the light of evidence now available.

### I Congreso Nacional sobre Plantas Medicinales en México y Primer Simposio sobre Recolección, Cultivo, Procesamiento y Comercialización de las Plantas Medicinales y Aromáticas

*Fechas:* 25 a 30 de junio de 1996  
*Lugar:* Tlaxcala, Tlax., México  
*Tema:* Manejo sustentable de la flora medicinal  
y aromática de México

Organizan estos encuentros la Secretaría de Investigación Científica de la Universidad Autónoma de Tlaxcala por conducto del Jardín Botánico Universitario, el Gobierno del estado de Tlaxcala, varios órganos gubernamentales y otras entidades de la nación, con la colaboración de organizaciones internacionales como la Organización Panamericana de la Salud, la Organización Mundial de la Salud y la Organización de Estados Americanos.

En ellos se llevará a cabo un análisis del estado actual de los estudios, programas y acciones vinculados con la flora medicinal y aromática de México y se harán propuestas y recomendaciones para su conocimiento y conservación. Se fomentará el acercamiento y el intercambio de experiencias entre todos los participantes, así como la integración de una red mexicana de investigadores, promotores y comercializadores de las plantas medicinales y aromáticas. Especialistas nacionales impartirán diversos talleres sobre el cultivo de las plantas medicinales, la elaboración de un botiquín familiar, aromaterapia, jardines botánicos comunitarios y otros temas. Al mismo tiempo habrá una exposición de plantas, publicaciones, productos naturales, videos y otros materiales relacionados.

Los interesados en presentar trabajos oralmente o en carteles deben someter sus escritos a consideración antes del 27 de marzo de 1996.

#### *Información:*

Biol. M. en C. Miguel Ángel Gutiérrez Domínguez  
UAT, Secretaría de Investigación Científica  
Jardín Botánico Universitario  
Av. Universidad No. 1 CP 90070b  
Tlaxcala, Tlax., México  
Telefax: (246) 289 36. 2 23 13 y 2 38 80