

Contenido de Flúor de las Aguas Naturales de Chile y Recomendaciones para la Suplementación*

Drs. Sonia Guerrero R.¹⁻³, Patricia Cisternas P.¹⁻³, Sra. Silvia González R.²⁻⁵, Dr. Ricardo Uauy D.¹⁻⁴

Fluoride content of water supplies in Chile

Dental caries is more prevalent in areas with low fluoride water content. This study measured the fluoride concentration of 380 water sources which supply urban centers in Chile. Fluoride was measured using the potentiometric method. Values fluctuated from 0.00 ppm in several places to 2.2 ppm in the city of Iquique. The mean value for the two northernmost regions of the country was 0.75 ppm; the others had mean values of 0.2 ppm or less. The fluoride content in natural water sources is less than the minimum recommended to prevent caries. Only 4.2% of the urban population receives an adequate fluoride intake. Age specific recommendations for supplementation are given according to water fluoride content.

La alta incidencia y prevalencia de caries dentarias de nuestra población, especialmente infantil, ha sido preocupación permanente de la Salud Pública y de quienes luchan por encontrar medidas profilácticas. Por ser las caries de etiología multifactorial, es necesario investigar el problema desde varios puntos de vista, para poder establecer un programa de prevención para el país. Uno de los puntos interesantes a analizar en relación a prevención es el flúor, ya que se ha demostrado que es el elemento traza más importante para reforzar la resistencia del esmalte del diente al ataque de caries¹⁻²⁻¹⁷⁻¹⁸⁻¹⁹⁻²⁰⁻²¹⁻²²⁻²³⁻²⁴⁻²⁵.

En estudios epidemiológicos en comunidades en que el agua de bebida contiene flúor, en una proporción aproximada a 1 ppm, se ha comprobado una menor incidencia de caries de alrededor de un 50%³⁻⁴⁻⁵⁻⁶⁻⁷⁻⁸⁻⁹⁻¹⁰.

Para establecer la conveniencia de suplementar con flúor el agua de bebida, es necesario conocer el contenido de flúor de las aguas que abastecen a la población. En nuestro país, no existe un catastro actualizado del contenido de flúor de las aguas

naturales. La información que existe es de 1939 y abarca sólo algunas ciudades³⁻¹¹.

La Organización Mundial de la Salud, recomienda la adición de flúor hasta alcanzar una concentración de 1 ppm en aquellos lugares en que las aguas naturales no poseen suficiente flúor³. En Chile se comenzó a agregar flúor al agua potable en el año 1953, llegando progresivamente a cubrirse hasta el 80% de las localidades: El programa, por razones administrativas y económicas, no fue constante y por último se dejó de hacer en todo el país en el año 1976¹²⁻¹³⁻¹⁴⁻¹⁵⁻¹⁶.

Los objetivos de este estudio, fueron medir la cantidad de flúor en las aguas naturales que abastecen a la población y sugerir recomendaciones de suplementación para la población nacional. La investigación, es parte de un programa cuyo propósito es entregar bases para mejorar el nivel de salud bucal de la población chilena, a través de suplementación con flúor.

MATERIAL Y METODO

Se realizó un catastro del contenido de flúor de las fuentes de agua natural que abastecen a la población urbana del país en forma centralizada. Para este estudio, se consideró urbanas a todas las ciudades con un mínimo de 5001 habitantes, un área dotada de planta urbanística, servicios y un límite mínimo de 40 viviendas agrupadas. Estos requisitos deben concurrir conjuntamente para ser clasificadas como tal, según criterio del Instituto de Estadística (INE).

Se tomaron 380 muestras de agua cruda que corresponden al total de las fuentes de agua natural del país que abastecen al sector urbano, con una alícuota de 300 cc por cada fuente.

Las muestras fueron tomadas por químicos del Sub-Departamento Calidad de aguas de SENDOS,

¹División de Nutrición Humana y Ciencias Médicas. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA). U. de Chile.

²Empresa Metropolitana de Obras Sanitarias.

³Cirujano - Dentista

⁴Médico-Cirujano, Doctorado en Bioquímica Nutricional.

⁵Licenciado en Química.

*Proyecto financiado por la Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas (JUNAEB). Publicación parte de la tesis para optar al título de Magister en Nutrición Humana de las Dras. Sonia Guerrero y Patricia Cisternas. INA, U. de Chile.

de acuerdo a la norma NCH 411, del Instituto Nacional de Normalización²⁶ en frascos de polietileno de 300 cc. cada uno, evitando su contaminación y señalando su identificación.

Las muestras fueron tomadas en el transcurso de un año y como la concentración de fluoruro en el agua natural puede variar por cambios estacionales y la temperatura del agua, se comparó las muestras en estudio con otras tomadas por SENDOS y Ministerio de Salud en diferentes épocas del año, sin encontrar diferencias significativas entre las diferentes muestras.

Para el análisis del contenido de fluoruros en el agua cruda, se usó el método con electrodo específico para el ión. Este método permite determinar concentraciones con una sensibilidad de hasta 0.01 ppm y una precisión dada por una desviación standar de 0.0016 ppm.²⁶⁻²⁷

Una vez obtenidos los valores de concentración de flúor de las fuentes de abastecimiento, se listaron todas las ciudades de Chile. En cada ciudad se anotó los valores de flúor encontrados y la población estimada por el INE a Diciembre de 1980. Cuando existía más de una fuente de abastecimiento y la diferencia de los valores era menor de 0.1 ppm se procedió a calcular el promedio aritmético. Cuando la diferencia de valores era mayor de 0.1 ppm se procedió a calcular la cantidad de flujo de agua de cada una de las fuentes, traduciéndolo a porcentaje estimativo del aporte, computándose un promedio ajustado. Para la Región Metropolitana se reportan los valores por comuna, por no ser posible determinar en forma exacta la correspondencia entre la fuente y la población abastecida.

RESULTADOS Y DISCUSION

La Tabla 1, lista el contenido de flúor y población para aquellas ciudades con más de 5001 habitantes.

Se puede apreciar, que en la ciudad de Arica hay 0.75 ppm de flúor en el agua de bebida de la población y que la ciudad de Iquique es la única de Chile que sobrepasa en forma importante la recomendación de 1 ppm.

La región comprendida entre las ciudades de Tocopilla y Coquimbo, cuenta con una cantidad recomendable de flúor en el agua de bebida, de Coquimbo al Sur el contenido de flúor en las aguas naturales es escasísimo, siendo prácticamente cero en las regiones del Sur.

En la Figura 1, se muestra la distribución nacional del contenido de flúor por provincia, en categorías de 0.00 a 0.25; 0.25 a 0.75 y más de 0.75 ppm.

Tabla 1.
Concentración de Flúor en las aguas naturales para las ciudades con más de 5001 habitantes

CIUDAD	Flúor ppm	CIUDAD	Flúor ppm.
Arica	0.75	Peñaflor	0.10
Iquique	2.20	Talagante	0.10
Tocopilla	0.50	El Monte	0.16
Chuquibambilla	0.30	Melipilla	0.21
María Elena	0.50	Buín	0.06
Calama	0.50	Isla de Maipo	0.35
Pedro de Valdivia	0.50	San Francisco de Mostazal	0.00
Antofagasta	0.32	Graneros	0.12
Taltal	0.70	Sewell	0.20
Chañaral	1.10	Rancagua	0.20
Pueblo Hundido	1.00	Machali	0.06
Potrerillos	1.00	Rengo	0.00
Copiapo	1.15	Santa Cruz	0.13
Vallenar	1.00	San Fernando	0.00
La Serena	0.52	Chimbarongo	0.00
Coquimbo	0.52	Curicó	0.07
Vicuña	0.35	Molina	0.00
Andacollo	0.15	Constitución	0.00
Ovalle	0.19	Talca	0.08
Illapel	0.00	San Javier	0.12
Cabildo	0.15	Linares	0.00
La Ligua	0.15	Cauquenes	0.00
El Melón	0.10	Parral	0.00
Quintero	0.00	San Carlos	0.00
San Felipe	0.00	Chillán	0.00
La Calera	0.10	Coelemu	0.10
Los Andes	0.05	Talcahuano	0.00
Llay - Llay	0.08	San Pedro	0.00
Quilota	0.08	Tomé	0.00
Viña del Mar	0.00	Bulnes	0.00
Valparaiso	0.00	Penco	0.00
Villa Alemana	0.00	Concepción	0.00
Limache	0.00	Chiguayante	0.00
El Belloto	0.00	Lirquén	0.00
Quilpué	0.00	Schwager	0.00
Til - Til	0.20	Coronel	0.00
Casablanca	0.26	Lota	0.00
Colina	0.12	Yumbel	0.00
Curacavi	0.15	Arauco	0.20
San Antonio	0.19	Panguipulli	0.10
Laja	0.00	Villarica	0.42
Los Angeles	0.15	Valdivia	0.10
Nacimiento	0.15	Paillaco	0.10
Curanilahue	0.10	La Unión	0.15
Lobos	0.20	Río Bueno	0.10
Cáñete	0.30	Lanco	0.10
Mulchén	0.20	Osorno	0.08
Angol	0.00	Río Negro	0.00
Collipulli	0.00	Purranque	0.18
Traiguén	0.00	Llanquihue	0.20
Victoria	0.07	Puerto Varas	0.00
Curacautín	0.00	Puerto Montt	0.02
Lautaro	0.27	Ancud	0.00
Carahue	0.00	Castro	0.00
Nueva Imperial	0.00	Puerto Aysén	0.00
Temuco	0.36	Coihaique	0.07
Pitruquén	0.21	Puerto Natales	0.20
Loncoche	0.00	Punta Arenas	0.20

REGION METROPOLITANA

COMUNAS	Flúor ppm.	COMUNAS	Flúor ppm.
Curacavi	0.13*	La Cisterna	0.1
Til - Til	0.20	San Miguel	0.04*
Colina	0.12	Buín	0.06*
Conchalí	0.04*	Las Condes	0.10
Quilicura	0.15	La Reina	0.20
Renca	0.03*	Isla de Maipo	0.35
Santiago	0.19	Malleco	0.10
Quinta Normal	0.08	Peñaflor	0.10
Pudahuel	0.04*	Talagante	0.10
San José de Maipo	0.00	El Monte	0.16
La Florida	0.00	Padre Hurtado	0.00
		Melipilla	0.21

* Promedio de las diferentes fuentes.

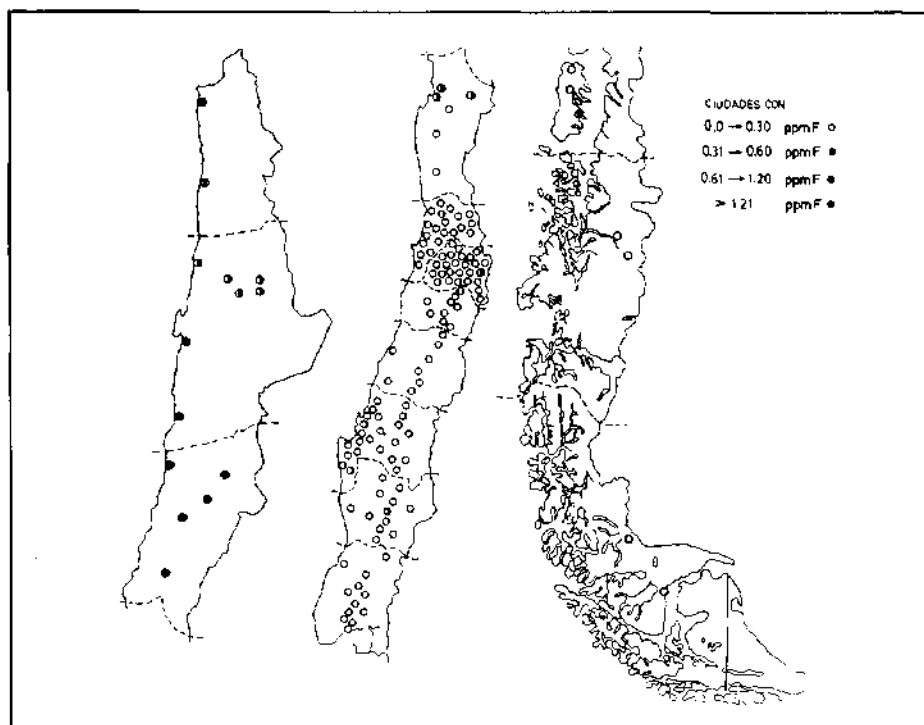


Figura 1.
Concentración de Flúor en aguas naturales de Chile.
En ciudades con más de 5001 habitantes 1981

En la Tabla 2, se puede observar que sólo el 4,2% de la población urbana del país recibe flúor de modo natural en cantidad recomendable y que el 95,78% de la población debería ser suplementado con flúor.

Tabla 2.
Proporción de la población abastecida
según concentración de F en las aguas.

Flúor ppm	% Población
> 0.75	4.22%
0.30 - 0.75	7.87
0.00 - 0.30	87.90

Es importante, considerar que 8.346.838 de los 11.198.789 de habitantes estimados como la población de Chile a Diciembre 1980, reciben abastecimiento centralizado de agua potable a través de las fuentes estudiadas, lo que representa un 74,5% de la población total de Chile. Otras fuentes menores no encuestadas se encuentran preferentemente en las zonas centro y sur, donde por semejanza geológica podemos suponer bajos contenidos de flúor.

Mientras no se establezcan programas de suplementación, es fundamental entregar un aporte apropiado de flúor a través de otros vehículos, como gotas o tabletas. Sobre la base de lo anterior, proponemos recomendaciones para suplementación que se resumen en la Tabla 3 y varían según los requerimientos por grupo etario e ingesta habitual de agua. Se ha observado que el contenido de flúor en la leche materna es bajo, independiente del contenido de flúor del agua, por lo tanto, los niños que reciben sólo leche materna, deben recibir suplementación.

Tabla 3.
Recomendación para suplementación con Flúor (mg/día)
según edad y contenido de Flúor del agua

EDAD (años)	Concentración Flúor en agua natural ppm			
	0.2	0.2 -- 0.5	0.5 -- 0.8	0.8
< 1	0.25	0*	0*	0*
1 - 3	0.50	0.25	0	0
3 - 6	0.75	0.50	0.25	0
> 6	1.00	0.75	0.50	0

* Excepto para los que reciben alimentación natural exclusiva, que debe ser suplementada con 0.25 mg/día.

Considerando los resultados obtenidos, creemos necesario que los profesionales responsables de la salud, establezcan medidas para la suplementación con flúor. En una publicación anterior revisamos el papel del flúor en la prevención de caries, sugiriendo que la suplementación se efectúe desde el nacimiento hasta los 8 años, cuando cesa la actividad amelogénica; después de esta edad el efecto es menor y se obtiene solamente por intercambio iónico en las capas superficiales del esmalte²⁻⁹. Tal efecto, es el esperado con el uso de pastas dentífricas con flúor, aplicaciones tópicas o enjuagatorios. Estudios realizados en países desarrollados han demostrado el beneficio del flúor local para reducir la prevalencia de caries dentarias dentro de programas integrados con higiene oral⁶⁻⁷⁻¹⁰⁻¹⁷⁻²⁰.

A pesar de los esfuerzos que se están realizando para mejorar los hábitos de higiene oral de nuestra población, mediante cepillado sistemático, gran parte de los chilenos no cumplen con estas normas, por lo tanto, es posible esperar que el efecto del flúor tópico alcanzará sólo a una pequeña parte de la población. Los niños y los grupos de bajos ingresos recibirán en mejor forma los beneficios del flúor si este se agrega al agua de bebida o a la dieta, diariamente, en forma de gotas o tabletas.

Por la gran variabilidad del contenido de flúor en las aguas naturales, creemos muy poco posible lograr una ingesta óptima a través del enriquecimiento de alimentos de uso común. Como se ha comprobado en diferentes partes del mundo, creemos que la mejor opción es la fluoración del agua. Tal medida ha resistido todo tipo de crítica, pues no existen efectos tóxicos o teratogénicos atribuibles al flúor si este se emplea en las concentraciones recomendadas y la fluorosis sólo se observa cuando el contenido de flúor del agua es mayor que 2 ppm. La fluoración del agua, bien efectuada, consigue concentraciones estables y no produce fluorosis. A pesar de que gran parte del agua fluorada se destina al consumo humano, el costo es significativamente menor que los beneficios económicos obtenidos: menor demanda de atención curativa, menor ausentismo, mayor rendimiento escolar y laboral.

RESUMEN

Diferentes investigadores han encontrado que la prevalencia de caries dentarias es mayor en las zonas donde el agua no contiene flúor.

Este trabajo, se propuso medir la concentración de fluoruros en las aguas naturales chilenas; calcular la proporción de la población nacional que recibe flúor natural y sugerir recomendaciones

para suplementar a su dieta dicho elemento. Para ello, se realizó un catastro del contenido de flúor de las fuentes naturales de agua que en forma centralizada abastecen a la población del país. Se tomaron 380 muestras de 300 cc cada una, evitando su contaminación. El contenido de fluoruros, se analizó utilizando el método potenciométrico. Los valores fluctúan entre 0.00 ppm hasta 2.2 ppm (Iquique, Canchones), encontrándose un promedio de 0.75 ppm en la I y III Región y un promedio de 0.2 ppm en las regiones restantes.

El contenido de flúor de las aguas naturales, es inferior al mínimo recomendado para la prevención de caries. Sólo un 4.2% de la muestra alcanza el óptimo recomendado. Aparece fundamental suplementar la dieta con flúor como una de las medidas más importantes para la prevención de caries. Se hacen recomendaciones para suplementación diaria con flúor según edad y contenido de flúor del agua.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la valiosa colaboración del Sr. Carlos Morales, Ingeniero Jefe del Sub-Departamento Calidad de Aguas SENDOS, y del Sr. Félix Blu, Químico Jefe Laboratorio EMOS. A la Srta. Genoveva Escobar por su asistencia de secretaria en la preparación de este manuscrito.

REFERENCIAS

- ¹ Meier, F.: Fluoración del agua potable, OPS/OMS. Publicación Nº 203, Washington, D.C. 1971.
- ² Guerrero, S., Cisternas, P. y Uauy, R.: Rol del flúor en la prevención de caries dentarias. Rev. Méd. Chile 109: 55, 1981.
- ³ OMS. Fluoruros y Salud. Monografía Nº 59, Ginebra, Suiza 1972.
- ⁴ Mellberg, J.R.: Effect of cariogenic challenge on fluoride uptake by enamel of rats receiving fluoride drinking water. Caries Research 12: 137, 1978.
- ^{4*} Mellberg, J.R.: Enamel fluoride and its anticaries effect. Journal Prev. Dent. 4: 8, 1977.
- ⁵ Bojanini, J. y cols.: Siete años de fluoración en Medellín. Rev. Ped. Odont. 24: 31, 1977.
- ⁶ Gulzow, H.I.: Die lokale anwendung der Aminfluoride auf der Schmelz oberfläche als kariesprophylaktisch wirksame Massnahme. Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift. 23: 898, 1968.
- ⁷ The National Board of Health and Welfare in Sweden Dental Health in Sweden. Document of Stockholm Country Council. Dental Public Health. Department of Prevention Dentistry. Stockholm, 1973.
- ⁸ Department of Health, Education and Welfare. Documents of fluoride and fluoridation. Public Health Service. Atlanta Georgia Bethesda, Maryland, 1976-1977.

- ⁹ *De la Fuente Ríos M. et al.*: 11 años de fluoración en Chile, experiencia piloto Curicó - San Fernando 1953-1964. *Odont. Chilena* 24: 37, 1977.
- ¹⁰ *Oswald, O.*: The Swedish Public Dental Health Service its development and actual status. Head, Dental Division, National Board of Health Stockholm, 1969.
- ¹¹ *Otte, E.*: El contenido de flúor en las aguas potables del país. *Rev. Explot. Serv. Agua Potable de Chile* 3: 16-17, 1940.
- ¹² *Latorre, C.*: Comunicación Personal.
- ¹³ *Otte, E.*: Comunicación Personal.
- ¹⁴ *Unda, F.*: Comunicación Personal.
- ¹⁵ *Unda, F.*: Ingeniería Sanitaria aplicada a Saneamiento y Salud Pública. Unión tipográfica Ed. Hispano Americana (UTEMA) 1969. México.
- ¹⁶ *Tijmes, B.*: Programa Nacional de Fluoración del agua potable en Chile. Documento Ministerio de Salud Pública. Serv. Nac. de Salud. Sub-Depto. Protección Salud Sección Higiene Ambiental. Santiago de Chile, 1976.
- ¹⁷ *Gulzow, H-J, und Jellinghaus, M.*: Kariesprophylaxe durch lokale Application von Fluorid als Losung, Lack oder Gel? *Deutsche Zahnärztliche Zeitsche Zeitschrift* 28(5): 592-597, 1973.
- ¹⁸ *O.P.S.*: Fluoración de la sal. Organización Panamericana de la Salud. Washington, 1976 (Publ. Científ. 335).
- ¹⁹ *Cremer, D., Buttner, W.*: Argumente and Gegenargumente Zur Fluoridierung des Trinkwassers. *Das öffentliche Gesundheitswesen* 33: 166, 1971.
- ²⁰ *Muhlemann, H.R.*: Die Kariesprophylaktische Wirkung der Aminfluoride. *Quintessenz* 18: 2, 1967.
- ²¹ *Bramstedt, F. und Bandilla, I.*: Über den Einfluss organischer Fluorverbindungen auf Saurebildung und Polysaccharidsynthese von Plaques-Streptokken *D.Z.Z.* 21: 1390, 1966.
- ²² *Arnaudow, M.*: Ein Beisfeld der Natur. *Das öffentliche Gesundheitswesen* 33: 157, 1971.
- ²³ *Ahrens, G.*: Cariesprophylaxe in der Padiatric monattschrift für kinderheilkunde, 120: 489, 1972.
- ²⁴ *Ophaug, R.H. et al.*: Estimated fluoride intake of 6 month-old infants in four dietary regions of the United States. *The Am. J. of Clin. Nutr.* 33: 324, 1980.
- ²⁵ *Singer, L. et al.*: Fluoride intake of young adults in the United States. *The Am. J. of Clin. Nutr.* 33: 328, 1980.
- ²⁶ *Oliver, R.T. and Clayton, A.G.*: Direct determination of fluoride in micellaneus fluoride materials with the Orion fluoride electrode. *Anal. Chim. Acta* 51: 409, 1970.
- ²⁷ *APHA - AWWA - WPCF.* Standard methods for the examination of water and Wasterwater. 14th. Edition, 1975.
- ²⁸ *Instituto Nacional de Normalización Inditecnor 62-2ch.* Agua para fines industriales: muestras. NCH 411, 1963.