

Informe técnico de la fluoración del agua potable en Chile

Febrero 2018

Subsecretaría de Salud Pública
DIVISIÓN DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE ENFERMEDADES
Departamento Salud Bucal

Tabla de contenido

ANTECEDENTES.....	3
Etiología de la caries dental.....	3
Programa Nacional de Fluoración del Agua Potable.....	5
EVIDENCIA DE LOS EFECTOS DE LA FLUORACIÓN DEL AGUA POTABLE.....	6
Efectividad de la fluoración del agua potable.....	6
Efectos adversos de la fluoración del agua potable.....	10
CONCLUSIÓN.....	11
BIBLIOGRAFÍA.....	12

Lista de figuras, gráficos y tablas

Figura 1: Diagrama del proceso de la caries dental.....	4
Gráfico 1: Porcentaje de escolares chilenos de 12 años libres de caries 1996 - 2007	7
Gráfico 2: Daño por caries en escolares chilenos de 12 años 1996-2007.....	8
Gráfico 3: Prevalencia de caries en escolares de 12 años, según años de fluoración del agua potable en el establecimiento educacional al que asisten.....	10
Tabla 1: Prevalencia y severidad del daño por caries dental en párvulos y escolares, según edad y concentración de flúor en agua potable.....	9

ANTECEDENTES

El Programa de Fluoración del Agua Potable es un programa de salud pública que tiene como propósito contribuir a prevenir y controlar la caries dental, principal patología bucal en nuestro país, que afecta la calidad de vida de los individuos en términos de dolor, malestar, limitación social y funcional (1).

A nivel mundial, la utilización de flúor es la principal estrategia para la prevención y control de la caries dental (2). La Organización Mundial de la Salud (OMS), Federación Dental Internacional (FDI) y la Asociación Internacional para la Investigación Dental (IADR) realizaron el año 2006 una consulta mundial sobre uso de flúor y salud bucal, donde 80 expertos de 30 países reafirmaron la eficiencia, costo efectividad y seguridad del uso diario de flúor en concentraciones óptimas. Los participantes concluyeron que la prevención y control de la caries dental mediante el uso de flúor es la única manera realista de reducir la carga de esta enfermedad en niños y adultos, confirmando que el acceso al flúor para la salud bucal es parte de los derechos básicos en salud (3).

Para la aplicación de flúor se utilizan medios masivos como la fluoración del agua, sal o leche; medios de aplicación individual como las pastas dentales y colutorios; y medios de aplicación profesional como geles y barnices. Las principales medidas para su uso efectivo son la fluoración a través del agua, sal o leche y la autoaplicación a través de pastas dentales fluoradas de bajo costo.

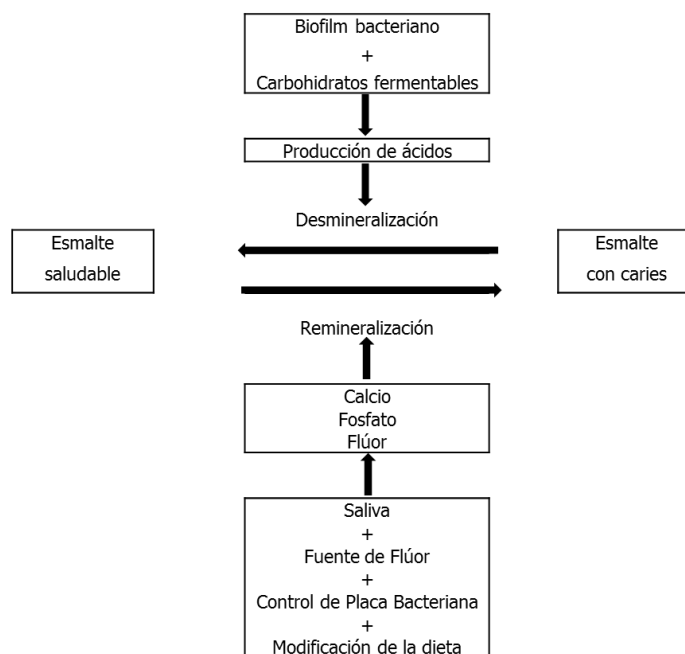
El flúor se encuentra naturalmente en el agua, en concentraciones comparables a las utilizadas en los programas de fluoración, por lo que no se añaden compuestos extraños, sólo se ajusta su concentración para lograr el máximo beneficio en la prevención de la caries dental, señalando que esta medida no difiere de otras como la fortificación de alimentos.

Etiología de la caries dental

La caries dental es una patología crónica y multifactorial, desde una perspectiva de causalidad similar a otras enfermedades crónicas no transmisibles como cáncer, diabetes o enfermedades cardíacas. Se manifiesta con lesiones cariosas en los dientes, las que son reversibles antes que se produzca la cavitación (4). El desarrollo de estas lesiones es un proceso dinámico de desmineralización y remineralización de los tejidos duros del diente, que ocurre varias veces al día, teniendo como resultado el progreso o retroceso de la lesión de caries dental (5). La desmineralización se produce por acción del ácido que producen las bacterias de la placa dental

al metabolizar los carbohidratos fermentables presentes en la cavidad bucal, principalmente la sacarosa (azúcar). La remineralización se produce por la difusión del calcio, fosfato y flúor hacia el interior del diente, depositándose como una nueva capa sobre el cristal remanente en las lesiones no cavitadas (6). Cuando los procesos de desmineralización son mayores a los de remineralización, la lesión de caries avanza hasta afectar a la dentina y posteriormente a la pulpa, provocando dolor e impotencia funcional, siendo necesario, en algunos casos, la desvitalización o extracción del diente.

Figura 1: Diagrama del proceso de la caries dental



Fuente: Diagrama traducido de Selwitz et al. 2007(7).

Para prevenir la caries dental es necesario controlar la cantidad de bacterias patógenas en la boca a través de una adecuada higiene bucal; controlar la ingesta de carbohidratos fermentables, con una alimentación saludable, de tal forma que las bacterias no tengan el sustrato para producir ácidos; y aumentar la disponibilidad de flúor en la boca para favorecer la remineralización de lesiones incipientes de caries. El flúor actúa estimulando la remineralización de las lesiones incipientes de caries y reduciendo la desmineralización del esmalte sano.

En el ámbito de salud bucal, así como en salud general, es innegable que los comportamientos individuales, como las prácticas de higiene bucal, los patrones de alimentación y el uso de flúor, son influidos por factores familiares, comunitarios y sociales, así como por las políticas públicas y

aspectos económicos de un país (8). Existen múltiples estudios que asocian las condiciones de salud bucal de la población con factores socioeconómicos (9-11), lo que también se observa en nuestro país.

En Chile, al igual que en otros países, la caries dental comienza desde la temprana infancia y tiene mayor prevalencia y severidad en los grupos de menor nivel socioeconómico, aumentando las brechas de inequidad a medida que aumenta la edad de los individuos (12-15). Esta diferencia puede explicarse, en parte, por los comportamientos y prácticas asociadas a la patología oral, los cuales difieren a través de la jerarquía social (16).

Los tratamientos odontológicos son costosos tanto para los individuos como para los sistemas de salud, ya que predominan los tratamientos que requieren alta tecnología, materiales y profesionales de la salud clínicamente entrenados. Además, si no cambian las condiciones que llevan a enfermar, estos tratamientos son inefectivos porque vuelven a producirse lesiones cariosas, que en muchos casos terminan con extracciones dentarias. Es necesario adelantarse al daño y actuar previniendo la enfermedad o controlándola en sus estados iniciales, antes que se produzcan efectos irreversibles.

Programa Nacional de Fluoración del Agua Potable

Chile, dentro de sus programas de salud pública para prevenir y controlar la caries dental, ha implementado el Programa Nacional de Fluoración del Agua Potable. La historia de este programa data de 1953, fecha en la cual se inició la fluoración del agua potable, basados en los éxitos de Newburgh (17) y Grand Rapids (18). Esta intervención estuvo a cargo de un comité pro-fluoración formado por representantes de salubridad e ingeniería de la Universidad de Chile; higiene ambiental, odontología y educación sanitaria del Servicio Nacional de Salud; obras sanitarias del Ministerio de Obras Públicas y la Fundación Rockefeller. Se eligió a Curicó como ciudad piloto a intervenir y San Fernando como ciudad control, por su proximidad y su aparente similitud. Se utilizó una concentración de flúor en el agua de 1 mg/l (19). El abasto de flúor fue difícil, por las dificultades impuestas a las importaciones y la falta de un presupuesto nacional que apoyara esta intervención, lo que llevó a suspender este programa, por falta de recursos.

En el año 1985 se inició un nuevo programa piloto de fluoración del agua potable en la Región de Valparaíso, esta vez con recursos nacionales. Luego de una favorable evaluación en el año 1996 se comienza a fluorar paulatinamente las otras regiones del país, partiendo por la Región Metropolitana (20). Actualmente, se estima que un 82% de la población urbana nacional está cubierta con agua potable fluorada.

Para la implementación del programa, el Ministerio de Salud definió la concentración óptima de flúor en el agua para cada región, en base a los estudios epidemiológicos nacionales y a la temperatura ambiental, con el fin de alcanzar los objetivos de prevención de caries, minimizando riesgos.

El estudio basal de salud bucal en niños y niñas de 6 a 8 años y adolescentes de 12 años se realizó durante los años 1996 y 1997 (21,22), en forma paralela al inicio de la expansión del programa de fluoración del agua. El estudio incluyó todas las regiones del país a excepción de Valparaíso, cuyo estudio se realizó el año 1999 (23). Estos estudios fueron desarrollados a través de un convenio del Departamento Odontológico del Ministerio de Salud con la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile y forman parte del Programa de Vigilancia Epidemiológica de caries y fluorosis (23).

EVIDENCIA DE LOS EFECTOS DE LA FLUORACIÓN DEL AGUA POTABLE

Efectividad de la fluoración del agua potable

Los primeros estudios realizados para evaluar la efectividad de la fluoración del agua potable fueron realizados en Grand Rapids y Muskegon, ambas ciudades de Michigan, Estados Unidos. Gran Rapids fue la ciudad intervenida y Muskegon la ciudad control. La evaluación a los 11 años de implementada la fluoración (1945–1956) mostró una reducción en el daño por caries en dientes permanentes del 52% en adolescentes de 12 años y una prevalencia de fluorosis del 8% (18). También se realizaron estudios en otras ciudades observándose reducciones del 48% en el daño por caries en adolescentes de 12 años en Brantford y del 53% en el grupo de 10 a 12 años en Newburgh (18).

Son muchas las publicaciones que muestran la efectividad de la fluoración del agua potable en el mundo (24–26), sin embargo, una de las más reconocidas es la revisión sistemática de Mc Donagh, sobre la eficacia y seguridad de la fluoración del agua potable en niños y adolescentes de 5 a 14 años, publicada el año 2000. Esta revisión concluye que la fluoración del agua se asocia a una mayor proporción de niños sin caries (aumento de 14,6%) y a una reducción del número de dientes afectados por caries (disminución de 2,25 dientes) (27). En 2015, Iheozor y col. actualizaron la revisión hecha por Mc Donagh, mostrando una reducción promedio de 1,8 dientes afectados por caries en dentición temporal y 1,2 en dentición permanente, lo que en términos porcentuales corresponde a una reducción del 35% y 26% respectivamente. En relación a la

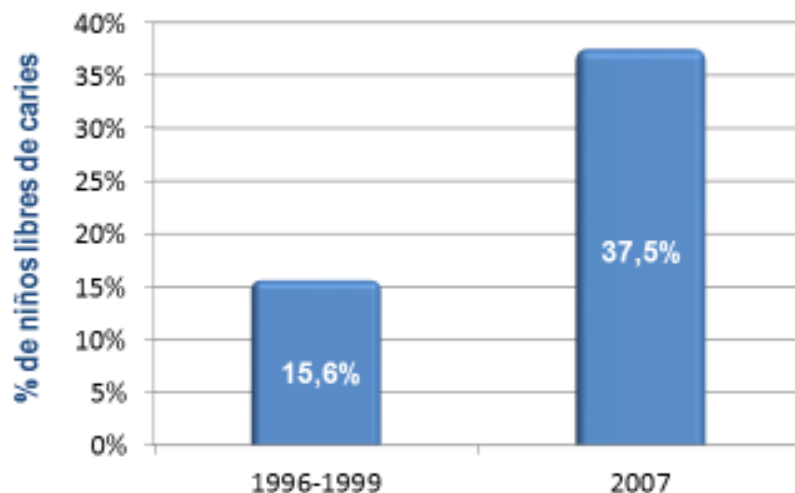
proporción de niños libres de caries, este estudio muestra un incremento del 15% en niños con dentición temporal y un 14% en niños con dentición permanente (28).

También existen estudios que evalúan la efectividad del agua fluorada para la prevención de caries en población adulta, observándose una fracción preventiva del 34,6% (IC95%: 12,6-51,0) (24).

En Chile, los primeros estudios para evaluar la efectividad de la fluoración del agua fueron realizados luego de 3 y 12 años de iniciada esta medida en 1953 (29,30). Los resultados mostraron reducciones en el número de dientes con daño por caries cercanas al 50% (30).

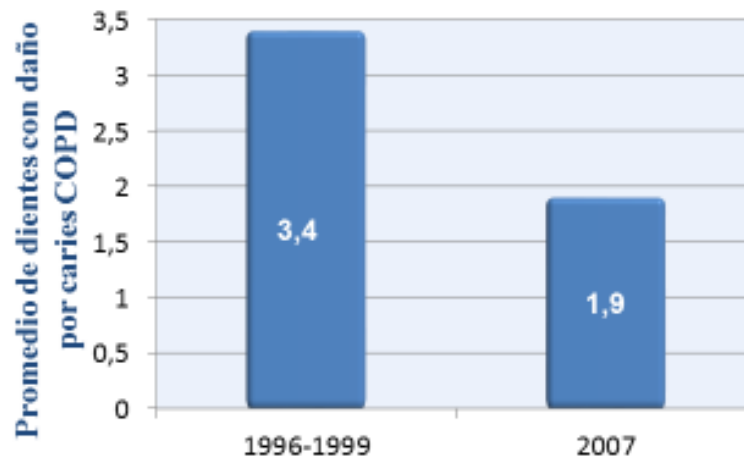
Posteriormente, Soto y col realizaron el año 2007 un estudio de salud bucal en adolescentes de 12 años (14), cuyos resultados fueron comparados con los reportado por Urbina y col en 1996-1997 previos a la expansión de la fluoración del agua (21,22). Esta comparación mostró que la proporción de adolescentes que no han tenido nunca caries en dentición definitiva aumentó de 15,6% a 37,5%. También se observó una disminución en la severidad del daño por caries medido a través del índice COPD (nº de piezas definitivas cariadas, obturadas o pérdidas por caries), de 3,4 a 1,9 dientes en los mismos años. Esto mostraría un impacto sustancial de las medidas preventivas implementadas a lo largo de la década (14).

Gráfico 1: Porcentaje de escolares chilenos de 12 años libres de caries 1996 - 2007



Fuente: Estudios nacionales de Salud Bucal 1996-2007 (14,21,22)

Gráfico 2: Daño por caries en escolares chilenos de 12 años 1996-2007



Fuente: Estudios nacionales de Salud Bucal 1996-2007 (14,21,22)

En 2016 se realizó un nuevo estudio para evaluar el daño por caries en población menor de 13 años y su relación con la concentración del flúor en agua potable, utilizando la información proveniente de los diagnósticos nacionales de salud bucal en niños de 2, 4, 6 y 12 años realizados en 2007, 2009 y 2010. Se excluyeron los niños, niñas y adolescentes que asistían a establecimientos educacionales rurales, considerando que el programa de fluoración del agua potable se implementa sólo en zonas urbanas. Además, en las zonas rurales existen otras variables que pueden asociarse con un mayor nivel de caries y que en la asociación entre agua fluorada y caries podrían actuar como confusoras. Finalmente, la muestra quedó constituida por 10.256 párvulos y escolares de 2, 4, 6 y 12 años. Se incorporó a las bases de datos la concentración de flúor en el agua potable de los establecimientos educacionales a los cuales asistían estos menores de edad y el número de años de implementación de la fluoración del agua en el área, al momento que los niños fueron examinados (31).

Del análisis secundario de estos datos se concluye que la población urbana menor de 13 años que asistía a establecimientos educacionales con concentraciones de flúor en el agua potable iguales o superiores a 0,5 ppm presentaban una menor prevalencia y promedio de dientes con daño por caries que aquellos que asistían a establecimientos educacionales con menos de 0,5 ppm de flúor en el agua. Esta asociación se observó en los niños y niñas de 2, 4, 6 y 12 años (31).

Tabla 1: Prevalencia y severidad del daño por caries dental en párvulos y escolares, según edad y concentración de flúor en agua potable.

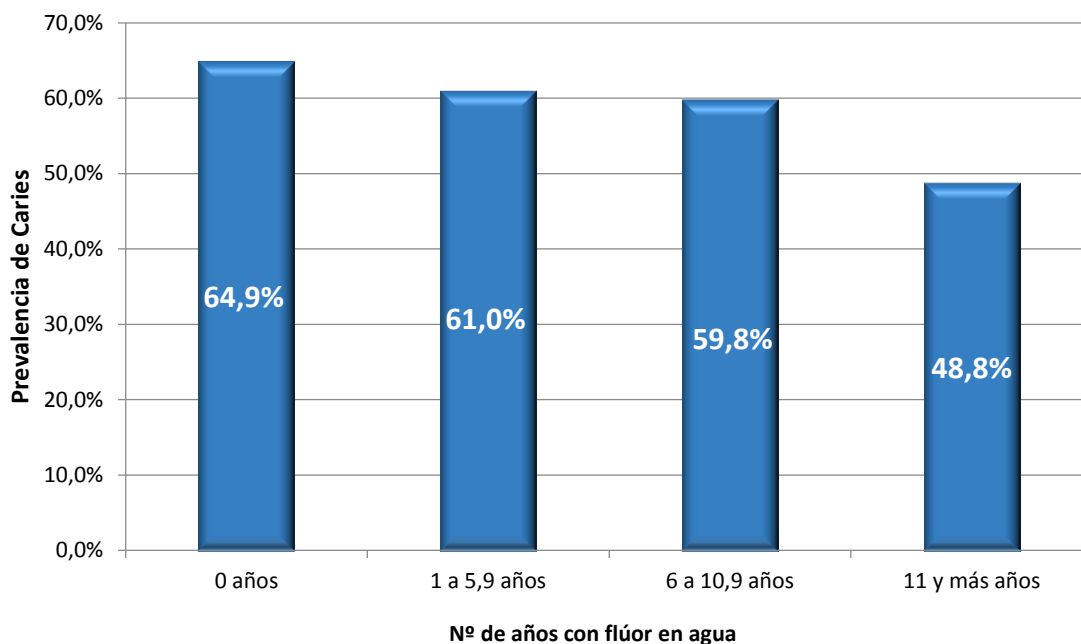
Concentración Flúor en agua	Edad	Nº de niños/as	Número y Porcentaje de niños/as libres de caries	Promedio de dientes con daño por caries ceod/COPD (D.S)
Menor 0,5 ppm (mg/L)	2 años	590	462 (78,3%)	0,78(1,95)
0,5 y más ppm (mg/L)		2.619	2.184 (83,4%)	0,46 (1,32)
Menor 0,5 ppm (mg/L)	4 años	545	212 (38,9%)	3,11(3,80)
0,5 y más ppm (mg/L)		2.743	1.429 (52,1%)	2,07 (3,07)
Menor 0,5 ppm (mg/L)	6 años	373	98 (26,3%)	4,09 (3,77)
0,5 y más ppm (mg/L)		1.500	507 (33,8%)	3,32 (3,54)
Menor 0,5 ppm (mg/L)	12 años	368	239 (64,9%)	2,17 (2,28)
0,5 y más ppm (mg/L)		1.518	887 (58,4)	1,68 (2,08)

Fuente: Historia de caries en población menor de 13 años después de 10 años de la expansión del programa de fluoración del agua potable en Chile, 2016 (31).

En párvulos de 2 y 4 años, el análisis multinivel agrupando a los niños y niñas por establecimiento educacional, mostró que el riesgo de caries es mayor entre quienes asistían a establecimientos educacionales sin fluoración del agua versus los que tenían agua fluorada, controlando los efectos de la edad, sexo y nivel socioeconómico (31).

Al analizar los años de exposición a flúor en el agua, se observó que los escolares de 6 años que asistían a establecimientos educacionales con 6 o más años de fluoración del agua potable, tenían menor daño que los que tenían menos tiempo de fluoración. En los escolares de 12 años, el grupo con menor daño fue el que tenía agua fluorada hace 11 o más años en su establecimiento educacional (31).

Gráfico 3: Prevalencia de caries en escolares de 12 años, según años de fluoración del agua potable en el establecimiento educacional al que asisten



Este estudio permite concluir que en nuestro país se observa un menor daño por caries en los niños y niñas de zonas urbanas que tienen sus aguas con una concentración igual o superior a 0,5 ppm de flúor (31).

Efectos adversos de la fluoración del agua potable

En relación a los efectos adversos, Mc Donagh evaluó cualquier efecto negativo en relación a la fluoración del agua. En zonas con concentraciones de 1,0 ppm de flúor en el agua, se estimó una prevalencia de fluorosis, de cualquier nivel de severidad distinta a la categoría normal, en 48% (IC95%: 40-57) y para fluorosis de consideración estética en 12,5% (IC95%: 7,0-21,5). En relación a otros efectos adversos, se concluye que no existe asociación entre la fluoración de agua potable en las concentraciones recomendadas para la prevención de caries (cerca de 1 mg/L) y las fracturas óseas, cáncer u otros posibles efectos (27).

Posteriormente, Iheozor estimó que para un nivel de flúor de 0,7 ppm en el agua potable, el porcentaje de personas con fluorosis de consideración estética es de aproximadamente un 12% (IC95%: 8-17; 40 estudios, 59.630 participantes). Este porcentaje aumenta a 40% cuando se considera fluorosis de cualquier nivel, la que incluye fluorosis tan leves que sólo pueden ser detectadas bajo condiciones clínicas muy controladas y que no son perceptibles para la mayoría

de la población. En esta revisión no se hizo una búsqueda específica de otros efectos adversos distintos a la fluorosis, sólo se revisó si los estudios que reportaban fluorosis también incluían otros efectos adversos, observándose que muy pocos lo hacían (29).

Considerando que existe la posibilidad que el flúor en altas concentraciones pueda tener efectos adversos, el Programa Nacional de Fluoración del Agua Potable en Chile considera concentraciones de flúor entre 0,6 y 1,0 mg/L, de acuerdo a las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud. Además, la legislación de nuestro país establece una concentración máxima de flúor en agua de 1,5 mg/L, la que coincide con la recomendación OMS (32) y es inferior a la de Estados Unidos.

Para garantizar esta concentración, el Ministerio de Salud y las Secretarías Regionales Ministeriales de Salud hacen una constante vigilancia del programa, tomando muestras mensuales en todos los Servicios de Agua Potable que realizan fluoración del agua y analizando los reportes de la concentración diaria de flúor que informan mensualmente las empresas sanitarias.

CONCLUSIÓN

El Programa Nacional de Fluoración del Agua Potable es un programa de salud pública que tiene por objetivo prevenir y controlar la caries dental, patología responsable de la mayor carga de enfermedad en salud bucal de la población chilena. Desde su implementación a nivel nacional, se ha evidenciado una disminución en la prevalencia y severidad de la caries dental en niños, niñas y adolescentes, con un aumento de la fluorosis dental en sus grados más leves. El programa incluye un sistema de vigilancia realizada por la autoridad sanitaria, lo que permite asegurar que la concentración de flúor en el agua potable se mantiene en rangos seguros, que permiten maximizar la prevención de caries dental y minimizar el riesgo de efectos adversos en la población.

BIBLIOGRAFÍA

1. Petersen PE, Bourgeois D, Ogawa H, Estupinan-Day S, Ndiaye C. The global burden of oral diseases and risks to oral health. *Bull World Health Organ.* septiembre de 2005;83(9):661-9.
2. Carey CM. Focus on fluorides: update on the use of fluoride for the prevention of dental caries. *J Evid-Based Dent Pract.* junio de 2014;14S:95-102.
3. WHO | Global consultation on oral health through fluoride [Internet]. WHO. 2006 [citado 22 de enero de 2014]. Disponible en: http://www.who.int/oral_health/events/Global_consultation/en/
4. Thylstrup. *Textbook of Clinical Cariology.* 2 edition. Cph.: Munksgaard; 1994. 421 p.
5. Featherstone JDB. The continuum of dental caries--evidence for a dynamic disease process. *J Dent Res.* 2004;83 Spec No C:C39-42.
6. Featherstone JD. Prevention and reversal of dental caries: role of low level fluoride. *Community Dent Oral Epidemiol.* febrero de 1999;27(1):31-40.
7. Selwitz RH, Ismail AI, Pitts NB. Dental caries. *The Lancet.* enero de 2007;369(9555):51-9.
8. Watt RG. Strategies and approaches in oral disease prevention and health promotion. *Bull World Health Organ.* septiembre de 2005;83(9):711-8.
9. Guarnizo-Herreño CC, Tsakos G, Sheiham A, Marmot MG, Kawachi I, Watt RG. Austin Powers bites back: a cross sectional comparison of US and English national oral health surveys. *The BMJ [Internet].* 16 de diciembre de 2015 [citado 2 de junio de 2016];351. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4681766/>
10. Engelmann JL, Tomazoni F, Oliveira MDM, Ardenghi TM. Association between Dental Caries and Socioeconomic Factors in Schoolchildren - A Multilevel Analysis. *Braz Dent J.* febrero de 2016;27(1):72-8.
11. Antunes JLF, Narvai PC, Nugent ZJ. Measuring inequalities in the distribution of dental caries. *Community Dent Oral Epidemiol.* febrero de 2004;32(1):41-8.

12. Letelier MJ; Mendoza C; Del Valle C. Informe consolidado del Diagnóstico Nacional de Salud Bucal de los niños y niñas de 2 y 4 años que participan en la educación parvularia. Chile 2007-2010. 2012.
13. Ministerio de Salud de Chile. Diagnóstico Nacional de Salud Bucal del niño de 6 años. 2007.
14. Soto L, tapia R, Jara G y col. Diagnóstico Nacional de Salud Bucal del Adolescente de 12 años y Evaluación del Grado de Cumplimiento de los Objetivos sanitarios de Salud Bucal 2000-2010. [Internet]. Universidad Mayor; 2007. Disponible en:
<http://web.minsal.cl/portal/url/item/7f2e0f67ebbc1bc0e04001011e016f58.pdf>
15. Urzua I, Mendoza C, Arteaga O, Rodríguez G, Cabello R, Faleiros S, et al. Dental Caries Prevalence and Tooth Loss in Chilean Adult Population: First National Dental Examination Survey. *Int J Dent*. 2012;1-6.
16. Thomson W m. Social inequality in oral health. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2012;40:28-32.
17. Ast DB, Finn SB, McCaffrey I. The Newburgh-Kingston Caries Fluorine Study. I. Dental Findings after Three Years of Water Fluoridation. *Am J Public Health Nations Health*. junio de 1950;40(6):716-24.
18. Arnold FA. Grand Rapids Fluoridation Study—Results Pertaining to the Eleventh Year of Fluoridation. *Am J Public Health Nations Health*. mayo de 1957;47(5):539-45.
19. Adriasola G., Kaempffer AM. Algunos aspectos del Primer Programa de Fluoración del Agua Potable en Chile. *Bol Oficina Sanit Panam*. julio de 1954;66-75.
20. Ministerio de Salud de Chile. Norma de Uso de Fluoruros en la Prevención Odontológica. Norma General Técnica N° 105. 2008.
21. Urbina T, Caro JC, Vicent M. Caries Dentaria y Fluorosis en niños de 6 a 8 y 12 años, de la II, VI, VIII, IX ,X, y Región Metropolitana-Chile. Ministerio de Salud de Chile; 1996.
22. Urbina T, Caro JC, Vicent M. Caries Dentaria y Fluorosis en niños de 6 a 8 y 12 años, de la I, III, IV, VII, XI y ,XII. Regiones -Chile. Ministerio de Salud de Chile; 1997.

23. Urbina T, Caro JC, Vicent M. Caries Dentaria y Fluorosis en niños de 6 a 8 y 12 años, de la V Región -Chile. Ministerio de Salud de Chile; 1999.
24. Griffin SO, Regnier E, Griffin PM, Huntley V. Effectiveness of fluoride in preventing caries in adults. *J Dent Res.* mayo de 2007;86(5):410-5.
25. Yeung CA. A systematic review of the efficacy and safety of fluoridation. *Evid Based Dent.* 2008;9(2):39-43.
26. Ministerio de Salud de Chile. Análisis de la evidencia publicada sobre efectividad y riesgos de la fluoración del agua potable para la prevención de caries dental. 2002.
27. McDonagh MS, Whiting PF, Wilson PM, Sutton AJ, Chestnutt I, Cooper J, et al. Systematic review of water fluoridation. *BMJ.* 7 de octubre de 2000;321(7265):855-9.
28. Iheozor-Ejiofor Z, Worthington HV, Walsh T, O'Malley L, Clarkson JE, Macey R, et al. Water fluoridation for the prevention of dental caries. En: *Cochrane Database of Systematic Reviews* [Internet]. John Wiley & Sons, Ltd; 2015 [citado 15 de julio de 2015]. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/14651858.CD010856.pub2/abstract>
29. Adriasola G. Primera Evaluación del Programa de Fluoración del Agua Potable de Curicó - San Fernando, Chile 1956. *Bol Oficina Sanit Panam.* noviembre de 1959;412-20.
30. Risnik, A. Estudio Epidemiológico Oral en Escolares de Chile. *Bol Oficina Sanit Panam.* Agosto de 1966;61(2):159-67.
31. Del Valle C. Historia de caries en población menor de 13 años después de 10 años de la expansión del programa de fluoración del agua potable en Chile. [Tesis Magister Salud Pública]. Universidad de Chile; 2016.
32. WHO | Guidelines for drinking-water quality, fourth edition [Internet]. WHO. [citado 20 de abril de 2017]. Disponible en: http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2011/dwq_guidelines/en/