



Santiago - Chile - 2015

Departamento de Odontología Restauradora

Área de Cariología

**DIFERENCIAS EN LA EXPOSICIÓN A FLUORUROS EN ADOLESCENTES DE
12 AÑOS DE EDAD EN LAS COMUNAS DE VALPARAÍSO Y CONCEPCIÓN.**

Ignacio Barrón Oyarce

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
CIRUJANO-DENTISTA**

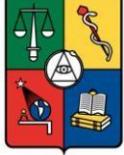
TUTOR PRINCIPAL

Dr. Rodrigo Cabello Ibacache

TUTORES ASOCIADOS

Dr. Mario Díaz Dosque

Adscrito a Proyecto FIOUCH 13-016



FACULTAD
ODONTOLOGÍA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Santiago - Chile - 2015

Departamento de Odontología Restauradora

Área de Cariología

**DIFERENCIAS EN LA EXPOSICIÓN A FLUORUROS EN ADOLESCENTES DE
12 AÑOS DE EDAD EN LAS COMUNAS DE VALPARAÍSO Y CONCEPCIÓN.**

Ignacio Barrón Oyarce

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
CIRUJANO-DENTISTA**

TUTOR PRINCIPAL

Dr. Rodrigo Cabello Ibacache

TUTORES ASOCIADOS

Dr. Mario Díaz Dosque

Adscrito a Proyecto FIOUCH 13-016

*En cada una
de esas luces
existe una oportunidad
para todos
y para cada uno de nosotros.
Lo único que hay que hacer
es buscarla,
buscarla
y estar en el momento justo,
en el lugar preciso
y "ganarte allí".*

Charly Badulaque

Agradecimientos

Agradezco a los colegios participantes del estudio, sus equipos directivos y docentes. A los apoderados y adolescentes que creyeron en el estudio y nos permitieron realizar la investigación en Valparaíso y Concepción.

Deseo expresar mi gratitud al cuerpo docente del proyecto FIOUCh 13-016. Gran equipo académico y humano. En especial al Dr. Gonzalo Rodríguez por presentarme en el equipo, su confianza y ánimo constante. Al Dr. Rodrigo Cabello por su paciencia, convicción y motivación. Gracias por guiarme en esta investigación y creer en mí. Al Dr. Mario Díaz Dosque, por su ánimo, apoyo y esas palabras que hacen enaltecer el ánimo en el momento necesario.

A los docentes y funcionarios del Laboratorio de Nanobiomateriales y del Laboratorio de Bioquímica y Biología Oral de la Facultad, por prestarme sus equipos y brindarme sus enseñanzas.

Al espectacular y multidisciplinario equipo de la Dirección de Extensión. A la Prof. Marta Gajardo por su confianza, consejo y ánimo inquebrantable. A mis amigos del equipo, todos ustedes han sido una parte y mérito importante de este proceso. Lo que nos une es esa convicción que podremos generar un cambio en nuestro país, eso es lo mejor de trabajar juntos. Nos quedan muchas historias juntos.

A los funcionarios y docentes que me han acompañado en este camino en especial a los que ya han partido.

A mis amigos del CEO, CCEO, TVO y TCO. Por esas risas, anécdotas, historias, proyectos y locuras. A los “Entre Tuercas”, pilar fundamental de esta historia, tenemos muchas más aventuras en el futuro, que esto no se detenga.

A mi familia y mi polola, por su apoyo incondicional, por motivarme a desarrollar mis capacidades y por acompañarme en este camino.

Índice

1) Resumen.....	Página 7
2) Marco Teórico.....	Página 9
3) Hipótesis y Objetivos.....	Página 27
4) Materiales y Métodos.....	Página 28
5) Resultados.....	Página 35
6) Discusión.....	Página 38
7) Conclusiones.....	Página 42
8) Limitaciones y Proyecciones.....	Página 42
8) Referencias Bibliográficas.....	Página 44
9) Anexos y Apéndices.....	Página 55

1. RESUMEN

Introducción:

En Chile, desde 1992 se investiga la caries dental en adolescentes de 12 años de edad. Los últimos datos reportan prevalencia para esta edad de un 62,5% y un COPD de 1,9. La disminución de prevalencia y COPD en los últimos años puede explicarse por la extensión del programa de fluoruración del agua potable, entre otras medidas, dentro del cumplimiento de los Objetivos Sanitarios 2000-2010 del Ministerio de Salud. Este programa, se implementó constantemente en la región de Valparaíso desde el año 1986, pero en la comuna de Concepción nunca se ha implementado la medida debido a una tenaz oposición de la sociedad civil. En años anteriores, el agua potable fluorurada era la principal fuente de fluoruros; sin embargo, actualmente existen fuentes alternativas. Por tanto, es fundamental determinar la exposición a fluoruros, para evitar sobretratamiento y fluorosis dental.

Objetivo:

Determinar diferencias en la exposición a fluoruros en adolescentes de 12 años de edad de una comuna con agua potable fluorurada, Valparaíso y la exposición a fluoruros en adolescentes de 12 años de edad de una comuna sin agua potable fluorurada, Concepción.

Material y métodos:

182 muestras de orina matinal fueron obtenidas de adolescentes de 12 años de edad de la comuna de Valparaíso (n=139) y Concepción (n=43). El análisis químico de las muestras se realizó mediante el protocolo electrodo ion específico selectivo para fluoruro y la reacción de Jaffe para creatinina. El cálculo de la excreción urinaria de fluoruro (mg) estuvo basado en la relación de masas de Flúor/Creatinina. La ingesta de fluoruro se estableció con una relación matemática propuesta previamente en la literatura.

Resultados:

Se determinó la concentración de fluoruro matinal en la primera comuna con agua potable fluorurada en Chile, Valparaíso, y en una comuna sin agua potable fluorurada, Concepción, siendo 0,88 (\pm 0,48) ppm y 0,48 (\pm 0,29) ppm, respectivamente. La estimación de excreción de fluoruro diaria en orina, en las mismas comunas antes mencionadas, fue de 0,28 (\pm 0,26) mg/día y 0,061 (\pm 0,068) mg/día para Valparaíso y Concepción, respectivamente. La estimación de ingesta de fluoruro diaria fue 7,9 (\pm 7,4) mg/día y 1,6 (\pm 1,9) mg/día en Valparaíso y Concepción, respectivamente.

Conclusiones:

Los adolescentes de 12 años de edad de la comuna de Valparaíso presentan una mayor exposición a fluoruros en comparación con los adolescentes de 12 años de edad de la comuna de Concepción.

2. MARCO TEÓRICO:

Antecedentes

La Organización Mundial de la Salud (OMS) refiere que la prevalencia de caries ha disminuido en el tiempo entre los niños de la mayoría de los países industrializados (Petersen P.E., 2003). Este cambio epidemiológico puede ser atribuido al aumento del uso de fluoruros, mejorías en la higiene oral y una disminución en la frecuencia del consumo de azúcares (Koning K., 1990). Además de la disminución de la prevalencia de caries, se observa una variación en la distribución de la caries, presentando altas prevalencias de lesiones cariosas en algunos grupos minoritarios (Sabbah W. y cols., 2007) (Antunes J.L. y cols., 2004).

En Chile, desde el año 1992 se han efectuado estudios epidemiológicos para monitorear la situación de la caries dental en adolescentes de 12 años. En 1996 se estimó en este grupo etario una prevalencia de 86%. Al evaluar un indicador aceptado por la OMS que evalúa la historia de caries, contabilizando los dientes cariados, obturados y perdidos por caries, llamado índice COPD, resulta un valor de 3,42 para el mismo grupo (Urbina T., Caro J.C., Vicent M., 1996, 1997, 1999). Posteriormente, un estudio en el año 2007, estimó una prevalencia de caries para el mismo grupo de edad de 62,5% y un índice COPD de 1,9. En este trabajo también se observaron marcadas diferencias en la prevalencia y en el índice COPD entre individuos de distinta condición geográfica (urbana-rural) y entre los diversos niveles socioeconómicos. Se destaca condición de ruralidad y el nivel socioeconómico más bajo como las categorías con mayor riesgo de presentar caries (Soto L. y cols., 2007). Esta disminución de la prevalencia y el valor del índice COPD en este grupo etario, se atribuye al resultado de la interacción de múltiples factores que incluyen: aumento de la cobertura del programa de fluoruración del agua potable (del 50% al 75%), implementación de programas de sellantes y la expansión de la cobertura de atención odontológica en menores de 20 años como parte del cumplimiento de los Objetivos Sanitarios 2000-2010 (Ministerio de Salud de Chile, 2010).

La OMS desde el año 1958 reconoce la medida de fluoruración del agua potable como de suma importancia para el consumo comunitario, apoyando sistemáticamente desde entonces esta medida de exposición regular de la comunidad al agua fluorurada para prevenir la caries dental (OMS, 1994).

La literatura científica entrega sólido respaldo en relación a la efectividad del uso de fluoruros en el agua potable para la reducción de la prevalencia de caries dental (Mc Donagh M.S. y cols., 2000), sin embargo, la evaluación del efecto de los fluoruros para la reducción de caries en distintos niveles socioeconómicos es inconsistente. Ejemplo de ello son tres estudios realizados en el Reino Unido, los cuales evidencian que los fluoruros son más efectivos en comunidades más desfavorecidas que en comunidades más favorecidas socioeconómicamente (Carmichael C.L. y cols., 1989; Slade G.D. y cols., 1996; Evans D.J. y cols., 1996; Cortés C. y cols., 2015). A diferencia de otros estudios los cuales no muestran este efecto (Hausen H. y cols., 1981; Hausen H. y cols., 1982).

Una revisión sistemática del año 2000 en relación a la fluoruración del agua potable para el control de caries dental, intentó abordar el efecto del fluoruro como herramienta de equidad. Sus conclusiones indican que la pequeña cantidad de estudios, las diferencias en la metodología de la recolección de datos y el análisis estadístico de éstos, además de la baja calidad de evidencia sugieren cautela en la interpretación de los resultados (Mc Donagh M.S. y cols., 2000).

Al parecer, la evidencia sugiere que la fluoruración del agua reduce las desigualdades en la salud dental en todas las clases sociales, medida por el índice COPD en los adolescentes de 12 años de edad, y este efecto no se observa en el porcentaje de niños libres de caries de otras edades (Mc Donagh M.S. y cols., 2000).

En Chile, el Decreto Supremo N°735 del año 1969 y su actualización, Decreto Supremo N°131 del año 2006, aprueban el “Reglamento de los Servicios de Agua Destinados al Consumo Humano”, el cual establece que “La Secretaría Regional Ministerial de Salud respectiva (Seremi) determinará por resolución los servicios que

a su juicio deban incorporar fluoruros en el agua”. Dicha Resolución se emitirá cuando la población a ser beneficiada, presente altos indicadores de caries dental (prevalencia y severidad), y el nivel de fluoruros naturales presentes en el agua de consumo, sea insuficiente ($< 0,5$ mg/L) para prevenir las caries (Ministerio de Salud de Chile, 2008).

En años anteriores a éste, el agua potable fluorurada era la fuente principal de fluoruros; sin embargo, en la actualidad existen diversas fuentes alternativas que permiten una exposición mayor a fluoruros, como por ejemplo, la pasta dental, sal y leche fluoruradas, tabletas de fluoruros y el agua embotellada, entre otros. Por lo tanto, es fundamental determinar la real exposición de la población a fluoruros, para de este modo evitar el sobretratamiento con fluoruros y, en consecuencia, la fluorosis dental (Villa A. y cols., 2010).

Prevalencia de Caries y Fluoruros

Existe consenso respecto a la marcada reducción de prevalencia de caries entre niños y adultos jóvenes, que se ha observado en la mayoría de los países desarrollados en décadas recientes (Petersson H.G., Bratthall D. 1996). Esta reducción es especialmente marcada en los países nórdicos, expresándose en el aumento del porcentaje de pacientes libres de caries y en la disminución del índice COPD total y su componente C (caries) en particular. Por su parte, los países en vías de desarrollo mantienen una tendencia a mantener su nivel de caries en el tiempo (Petersen P.E., 2003).

Si bien esta reducción de la enfermedad ha sido importante, la caries dental continúa siendo un problema de salud pública, ya que afecta a un porcentaje importante de la población (Bowen W.H. y cols., 1991). En varios países, en los cuales la caries ha disminuido en los escolares, se ha observado una acumulación de mayor severidad de caries en un pequeño segmento de la población de todas las edades (Spencer A.J., 1997), fenómeno conocido como polarización de caries, estimando que en países como Suecia y Finlandia, el 60% de las caries

encontradas, se desarrollan en solo un 20 % de la población.

Las causas de disminución de los niveles de caries es un tema de constante debate, atribuyéndolo a medidas de salud pública como la fluoruración del agua (Seppä L., Kärkkäinen S., Hausen H., 2000), el uso masivo de pastas fluoruradas, el cambio en el criterio diagnóstico y de tratamiento, tendiente más hacia lo preventivo, y tratamientos mínimamente invasivos (Nadanowsky P., Sheiham A., 1995), también por la mejoría de los estándares socioeconómicos de la población de estos países europeos, además de un énfasis dado por el estado a la salud bucodental.

Efectos del Fluoruro.

Se ha descrito que el fluoruro ejerce un rol principal en la prevención y control de la caries hace más de 50 años, por lo que prevalencia y severidad de la caries dental han mermado ostensiblemente en las últimas décadas. Por otra parte, se ha reportado un aumento en la prevalencia de casos de fluorosis dental (en grados leves y muy leves) tanto en comunidades con agua potable fluorada como no fluorurada (Ellwood R. y cols., 2008; Mc Donagh M.S. y cols., 2000; Mascarenhas A.K., 2000).

El principal factor de riesgo para la fluorosis dental corresponde a la cantidad total de fluoruro consumido durante el periodo crítico de desarrollo dentario, el cual se ha demostrado que se lleva a cabo en incisivos superiores permanentes entre los 15 y 24 meses de edad para varones y entre 21 y 30 meses de edad, para mujeres (Evans R.W., Darvell B.W., 1995).

Las principales fuentes de ingesta corresponden al consumo de agua fluorurada (Mc Donagh M.S. y cols., 2000), pastas dentales fluoruradas (Wong M.C. y cols., 2010), suplementos dietéticos con flúor (Ismail A.I., Hasson H., 2008) y productos farmacéuticos infantiles (Hujoel P.P., y cols., 2009).

Otros factores que pueden incrementar la susceptibilidad individual a la fluorosis dental son: residencia a gran altitud, insuficiencia renal, malnutrición y

factores genéticos (Buzalaf M.A., 2011). Además, algunos de estos factores pueden producir cambios en el esmalte dentario que se asemejan a la fluorosis dental en ausencia de exposición significativa a fluoruro (Buzalaf M.A., 2011; Whitford G.M., 1996).

El fluoruro urinario corresponde a un marcador de exposición o consumo de fluoruros. Este biomarcador contemporáneo es de gran utilidad, ya que la proporción de fluoruro que es ingerida, es completamente eliminada en la orina en menos de 24 horas en niños y adultos (Whitford G.M., 1996). El concepto de marcadores de exposición a fluoruros fue pronunciado en 1994 en “*Fluorides and Oral Health Technical Report*” de la OMS, en donde se estableció que “Un biomarcador de fluoruro es el principal valor para la identificación y el monitoreo de ingestas deficientes o excesivas de flúor biológicamente disponible” (OMS, 1994).

Fluoruración del Agua Potable como Política Pública para el Control de la Caries Dental.

En nuestro país se han implementado políticas públicas que pretenden abordar el problema de salud bucal, destacándose entre ellas la fluoruración del agua potable, la incorporación de garantías explícitas en salud oral y el énfasis en las metas sanitarias en atención primaria de salud. Estas medidas han permitido el descenso significativo del índice de historia de caries COPD en el grupo de 12 años, con una reducción desde 3,4 en el año 1999 a 1,9 en el 2007 (Ministerio de Salud, 2010). Estas medidas, en su mayoría se han adoptado desde exitosas experiencias a nivel mundial, siendo la fluoruración del agua potable, uno de los métodos con la mejor relación costo-efectividad en la prevención de caries y con mayor respaldo reportado por la evidencia (Sampaio F.C. y cols., 2000; Seppä L. y cols., 2000; Maupomé G. y cols., 2001; Armfield J.M., Spencer A.J., 2004; Gabardo M.C.L. y cols., 2008; Rugg-Gunn A.J. y cols., 2012; Leong P.M. y cols., 2013).

La cobertura de agua potable fluorurada en Chile el año 2008 era de un 82,3%, siendo uno de los pocos países en que gran parte de su población está cubierta por

agua potable fluorurada (Gómez S., 2010). Pese a la amplia cobertura de la medida, actualmente la Región del BíoBío no se encuentra incorporada al programa de fluoruración de agua potable, debido a una tenaz oposición de grupos locales organizados.

Estudios realizados en comunidades fluoruradas y no fluoruradas sugieren que la fluoruración del agua potable puede ser innecesario para la prevención de caries, sobre todo en los países donde ha disminuido la prevalencia de caries, y donde la utilización de flúor tópico entrega una oportunidad más efectiva para prevenir la caries en las personas que viven en los países desarrollados y en vías de desarrollo. Sin embargo, la fluoruración del agua potable todavía puede ser una medida de salud pública relevante en las poblaciones de países más pobres y desfavorecidos (Pizzo G. y cols., 2007).

Los beneficios del uso tópico de los fluoruros se establecen sobre ensayos controlados aleatorizados. En éstos, se ha observado que la reducción de caries es efectiva tanto en dentición permanente, como en temporal. Los estudios sugieren con énfasis la importancia de incluir el fluoruro tópico, entregado a través de las pastas dentales, colutorios, geles o barnices en cualquier programa preventivo de caries (Marinho V.C., 2009). En Chile, la administración tópica de flúor se ha realizado desde la aplicación de flúor gel en escuelas. En el mismo sentido, desde el año 2011 que se formaliza la incorporación de barniz de flúor mediante el convenio del programa preventivo en salud bucal en población preescolar en atención primaria de salud. Este programa está destinado a preescolares que asisten a jardines infantiles de la junta nacional de jardines infantiles (JUNJI) y fundación INTEGRAL, y a establecimientos educacionales municipales y particulares subvencionados, asegurados por fondo nacional de salud (FONASA).

Fluoruración del agua potable en la región de Valparaíso.

La Autoridad Sanitaria del país determinó que sería la quinta región donde se iniciaría el programa nacional de fluoruración del agua potable, aprobado por decreto

supremo N° 915, el 8 de julio de 1981. En este decreto estableció la responsabilidad del Ministerio de Salud y de Obras Públicas, en la supervisión de los aspectos técnicos, administrativos y financieros del Programa. Para la selección de esta región se consideró lo siguiente:

1. La población total de la región de Valparaíso en 1982 era de 1.373.967 habitantes, donde 1.150.000 (90,34%) habitaban en 36 centros poblacionales urbanos, todos ellos con abastecimiento de agua potable con red domiciliaria, lo que garantizaba la ingesta de fluoruros en forma permanente.
2. El diagnóstico sobre el contenido de fluoruros naturales en el agua potable de los diferentes abastos, demostró encontrarse muy por debajo del nivel óptimo.
3. Gran parte de los abastos de agua potable y de su red de distribución se encontraban en buenas condiciones técnicas, lo cual garantizaba la permanencia del programa.
4. La fácil accesibilidad a las plantas técnicas durante todo el año permitía monitoreos y supervisión.
5. La buena predisposición y apoyo de las autoridades regionales, tanto del sector salud como de obras sanitarias, que mostraron su interés en implementar y mantener el programa con responsabilidades compartidas (Gómez S., 2010).

A la fecha, el programa se encuentra en plena vigencia bajo la supervisión del Ministerio de Obras Públicas, a través de la empresa privada de agua potable Valparaíso (ESVAL) y bajo la supervisión del Ministerio de Salud por intermedio de su secretaria regional ministerial (Seremi de Valparaíso). Trabajos científicos independientes en 1986, bajo la tuición de la Escuela de Química y Farmacia de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso, determinaron que entre el 69,8% y el 81,55% de las mediciones de fluoruros en el agua, se mantenían dentro de los rangos de recomendación (Vargas E. y Chiang J. 1986). Actualmente, la

concentración de fluoruros en el agua de la Región de Valparaíso, ha sido ajustada a 0,6 ppm (0,6 mg Flúor/litro), en la cual la Seremi de salud de dicha región controla periódicamente dichas concentraciones, por intermedio de su laboratorio ambiental, los cuales resultan congruentes con los realizados por ESVAL. El nivel de cobertura de agua potable en la región de Valparaíso es de 99,3% (Aguas del Valle, 2015).

Monitoreo Fluoruración en el Agua Potable en Chile.

La OMS ha recomendado que la exposición a fluoruro, y su posterior retención, debe ser monitoreada regularmente con el fin de asegurar que la exposición al fluoruro en una población esté en un nivel apropiado, y de ser necesario implementar programas de suplementación de fluoruros (OMS, 1994).

Es fundamental conocer la concentración de fluoruros en el agua potable de las principales ciudades de Chile. A continuación se expresan de manera referencial, los promedios de concentraciones obtenidas en el año 2008 y 2015 por el departamento de normalización y control de la Superintendencia de Servicios Sanitarios de Chile, la que resume los análisis químicos enviados por las diversas empresas sanitarias del país (Tabla N°1).

Las empresas de agua potable que están fluorurando sus aguas en forma artificial y en la red de agua potable cada 500.000 habitantes o fracción, deben medir diariamente la concentración de fluoruros, debiendo entregar mensualmente a la Seremi de Salud sus muestras diarias de autocontrol y las concentraciones de cada planta, las que a su vez son remitidas al Ministerio de Salud. Por su parte, la autoridad sanitaria regional debe medir al menos una vez al mes la concentración de fluoruros entregada en el agua potable por cada uno de los servicios (Gómez S., 2010).

Tabla N° 1: Referencia de n° de análisis y valores promedio disponibles de la concentración de fluoruros en el agua potable en algunas ciudades de Chile para el año 2008 y enero del año 2015 (Superintendencia de Servicios Sanitarios de Chile, 2015).

Región	Ciudad	Empresa	N° de análisis año 2008	Promedio mg Flúor/litro (ppm)	Promedio mg flúor/litro (ppm) enero 2015
XV	Arica	Aguas del Altiplano	1.099	0,761	0,6
I	Iquique	Aguas del Altiplano	1.090	0,816	0,7
	Pisagua		1	0,520	
	Huara				0,3
	Pozo Almonte				0,8
	Pica				0,8
II	Antofagasta	Aguas de Antofagasta	488	0,728	0,7
	Calama		418	0,736	0,7
	Mejillones				0,8
	Tocopilla		147	0,744	0,7
	Tal Tal		26	0,778	0,8
III	Copiapó	Aguas Chañar	733	0,580	0,7
	Caldera		167	0,583	0,7
	Chañaral		174	0,607	0,7
	Diego de Almagro		161	0,662	0,8
IV	La Serena	Aguas de Valle	2	0,545	
	Coquimbo		2	0,540	
	Tongoy		365	0,732	0,8
	Vicuña		367	0,745	0,9
	Ovalle		367	0,798	0,8
	Illapel		367	0,965	0,8
	Los Vilos		367	0,881	0,9
V	Valparaíso	Esval	373	0,666	0,7
	Viña del Mar		373	0,642	
	Quintero		368	0,645	0,7
	San Felipe		367	0,718	
	Los Andes		368	0,757	
	Quillota		368	0,668	
	Villa Alemana		368	0,666	
	Quilpué		373	0,663	
	Limache		368	0,605	0,6
	La Calera		368	0,587	
	Casablanca		367	0,695	0,7
	San Antonio		368	0,632	
R.M.	Algunas comunas	Varias empresas	376	0,618	
VI	Rancagua	ESSBIO	368	0,796	
	San Fernando		367	0,892	
	Pichilemu		368	1,00	
VII	Talca	Aguas Nuevo Sur Maule	205	0,945	
	Constitución		63	0,965	
	Curicó		48	0,922	
	Linares		49	0,852	
VIII	Concepción	ESSBIO	2	0,003	
	Talcahuano		2	0,055	
	Lota		2	0,030	
	Chillán		2	0,030	
	Los Ángeles		1	0,030	
	Arauco		2	0,030	
IX	Temuco – Centro	Aguas Araucanía	1.191	0,834	
	Nueva Imperial		367	0,839	
	Villarrica		735	0,894	
	Pucón		368	0,871	
	Angol		734	0,945	

	Victoria		732	0,903
XIV	Valdivia	Aguas Décima	508	0,939
	La Unión		351	0,910
X	Osorno		350	1,016
	(promedio)			
	Puerto Montt		349	0,939
	(promedio)			
	Llanquihue		354	1,071
	Puerto Varas		352	0,951
	Ancud		160	0,978
	Castro		635	1,008
XI	Coyhaique	Aguas Patagonia	43	0,900
	Puerto Aysén		43	0,906
	Balmaceda		49	0,917
XII	Punta Arenas	Aguas Magallanes	123	0,763
	Puerto Natales		122	0,814
	Porvenir		123	0,753

Concentración de Ión Fluoruro en el Agua Potable de Chile.

En la Tabla N°2 se aprecian la concentraciones óptimas de flúor recomendadas para las regiones de Chile, siendo la concentración de flúor recomendada entre 0,6 y 1,0 mg Flúor/litro (MINSAL, 2008; Gómez S., 2010).

Tabla N°2: Concentración óptima de flúor en el agua potable, recomendada en cada región de Chile.

Región	Flúor (mg/litro)	Región	Flúor (mg/litro)
XV	0,6	VII	0,8
I	0,7	VIII	Sin implementar
II	0,7	IX	0,9
III	0,6	XIV	0,9
IV	0,7	X	1,0
V	0,6	XI	0,8
R.M	0,6	XII	0,8
VI	0,7		

Ingestión y Distribución de Fluoruros.

Es menester comprender todos los aspectos del metabolismo del fluoruro para entender los efectos biológicos de este ión en los seres humanos. Entre los factores que modifican el metabolismo o efectos del fluoruro se encuentran: alteraciones ácido-base, insuficiencia renal, altura del lugar de residencia, ritmo circadiano y hormonas, estado nutricional, actividad física, composición de la

dieta, factores genéticos y edad (Whitford G.M., 1996).

La ingesta óptima corresponde a la ingesta de cantidades adecuadas de nutrientes necesarias para el buen funcionamiento del organismo. La evidencia disponible define la ingesta óptima como un valor de referencia, puesto que la ingesta de fluoruro varía sustancialmente de persona a persona, de comunidad a comunidad. Lo anterior, dificulta calcular con precisión los niveles exactos que pueden ser ingeridos, por ello, debe tenerse en cuenta que esos niveles referenciales sólo se han estimado a partir de promedios del consumo diario (Mc Clure F.J., 1943; Farkas C.S. y Farkas E.J., 1974; Baelum V. y cols., 1986; Burt B.A., 1992; Academia Americana de Pediatría, 1986). Un estudio define la ingesta “óptima” de fluoruro, ampliamente aceptada, entre 0,05 y 0,07 mg/kg de peso corporal (Burt B.A., 1992). Otro autor estimó que la “dieta diaria promedio” debe contener entre 1,0 y 1,5 mg de fluoruro, del cual se establece que una proporción aproximada de 0,05 mg/kg es utilizada para niños de 1 a 12 años de edad (Mc Clure F.J., 1943). Otros investigadores citaron varias fuentes que sugieren que la relación 0,06 mg de fluoruro/kg de peso corporal es considerada como óptima. Sin embargo, no está claro si este nivel de ingesta es “óptimo” para la prevención de caries, prevención de fluorosis o una combinación entre ambas (Farkas C.S. y Farkas E.J. 1974).

Se sabe que entre 20-60 minutos después de la ingesta de fluoruro en la dieta, los niveles de fluoruros en el plasma aumentan rápidamente y comienzan a declinar debido a dos razones: captación en tejidos calcificados y excreción en orina (Whitford G.M., 1996). La concentración máxima de fluoruro en el plasma es proporcional a la dosis ingerida y al ritmo de absorción, aunque también está influida por el peso corporal del individuo (Almerich Silla J.M., 2005). A mayor peso corporal encontraremos valores más bajos de fluoruro en plasma y viceversa (Ekstrand J., Whitford G.M., 1988). La concentración máxima se produce, aproximadamente, a los 30 minutos post-ingesta, con independencia de la cantidad de flúor ingerida (Barbería E., 2000). La concentración de fluoruro en el plasma vuelve a sus niveles basales entre 3-6 hrs después de la ingesta, incluso

después de una pequeña dosis de fluoruros. En general la absorción se reduce por el calcio y otros cationes, y por elevados niveles de fluoruro en el plasma (Whitford G.M., 1994). En ausencia de altas concentraciones de ciertos cationes (por ejemplo, calcio y aluminio), que forman compuestos insolubles con el fluoruro (Cremer H.D. y Buttner W., 1970), casi el 90% del fluoruro que ingresa al cuerpo es absorbido vía tracto intestinal y pasa rápidamente a la sangre. El 10% restante que no ha sido absorbido en el intestino, por su forma insoluble, es excretado por las heces (Spencer H. y cols., 1970; Maheshwari U.R. y cols., 1981; Ekstrand J. y cols., 1984, 1994). La velocidad de absorción gástrica se encuentra inversamente relacionada con el pH de los contenidos gástricos. Cuando el fluoruro (F⁻) entra en el estómago, se combina rápidamente con los iones hidrógeno (H⁺) y se convierte en ácido fluorhídrico (HF), una molécula sin carga que atraviesa fácilmente las membranas biológicas, incluyendo la mucosa gástrica. Al considerar este tema, es útil tener en cuenta que el fluoruro de hidrógeno (HF) es un ácido débil con un pKa de 3,4. Esta es una evidencia considerable que muestra que varios de los aspectos del metabolismo de fluoruro son pH dependiente y que la migración de iones a través de la transmembrana se produce en forma de HF en respuesta a las diferencias en la acidez de los compartimentos de fluidos corporales adyacentes (Whitford G.M., 1994). Los estudios de membranas con bicapa lipídica han demostrado que el coeficiente de permeabilidad de HF es un millón de veces mayor que la de fluoruro iónico (Gutknecht J. y Walter A., 1981).

Otros factores que condicionan la máxima concentración son la duración de la exposición, el grado de mineralización de los tejidos duros, la edad del individuo (Katz S., McDonald J., Stookey G., 1986), el volumen de distribución y las tasas de “*clearance*” de fluoruro desde el plasma a los riñones y al esqueleto. La declinación rápida de las concentraciones plasmáticas que se produce como la tasa de disminución de la absorción es debido a los “*clearances*” renales y esqueléticos de fluoruro. En general, el “*clearance*” de fluoruro desde el plasma al esqueleto se encuentra relacionado de manera inversa con la etapa de desarrollo esquelético. La captación ósea, sin embargo, puede ser positiva o negativa, dependiendo del nivel de ingesta de fluoruro, estado hormonal y otros factores

(Whitford G.M., 1994). Por lo tanto, obtener predicciones válidas de la ingesta de fluoruro a partir de mediciones de la excreción urinaria de fluoruro, hacen que el riesgo de fluorosis dental y del esqueleto pueden evaluarse más fácilmente, ya que la toma de muestra de orina para la medición de fluoruro es relativamente sencillo (Marthaler T.M., 1999; Villa A., 2000; Franco A.M. y cols., 2005). Un grupo de investigadores lo expresó como una relación entre la Ingesta de Fluoruro Total Diario (TDFI), la Excreción de Fluoruro Urinario Diario (DUFE), Retención de Fluoruro Fraccional (FFR) y Retención de Fluoruro Diario (DFR), con el fin de clarificar la capacidad de DUFE para predecir TDFI y por tanto el riesgo de desarrollar fluorosis (Villa A y cols., 2010).

El fluoruro se distribuye ampliamente desde el plasma a todos los órganos y tejidos, dependiendo de la perfusión sanguínea. En general, la concentración de fluoruro presente en los tejidos blandos es baja, excepto para el riñón, cerebro y tejido adiposo. En el órgano renal existe una concentración más alta que en el plasma, en cambio en el tejido adiposo y en el cerebro las concentraciones son menores. Un porcentaje del fluoruro que ingresa al cuerpo es excretado en la orina y aproximadamente el 99% de todo el fluoruro retenido en el organismo es acumulado en los tejidos calcificados (huesos y dientes). La proporción de fluoruro retenido en tejidos duros en niños es mayor que en adultos y no se observan diferencias por género (Villa A y cols., 2010).

Excreción de Fluoruro.

La eliminación del fluoruro se efectúa principalmente por la orina. Se filtra por el glomérulo y se reabsorbe en los túbulos por difusión pasiva. La excreción renal se realiza de una forma relativamente rápida, una tercera parte del fluoruro absorbido aparece en la orina a las 3-4 horas post-ingestión, eliminándose casi totalmente en 12 horas. La excreción máxima se produce a las 1,5-3 horas de la ingestión (Bell M.E. y cols., 1972).

En condiciones de salud sin compromiso sistémico, cerca del 50-60% del

fluoruro consumido en el día, es excretado mediante la orina en adultos y 30-40% en niños preescolares (Murray J.J., Rugg-Gunn A.J., Jenkins G.N., 1991). Sin embargo, la cantidad de fluoruro eliminada puede variar entre individuos atribuido a diversos factores, entre los que se incluyen la edad del individuo, la composición de la dieta, la cantidad de orina excretada, el pH urinario, la velocidad de flujo, la integridad del riñón (la presencia de insuficiencia renal, sobre todo si modifica la filtración glomerular, puede alterar el proceso de eliminación), la cantidad de fluoruro almacenado en los huesos y algunas enfermedades respiratorias y metabólicas (Ekstrand J., Whitford G.M., 1988). Durante el periodo de crecimiento la eliminación en orina es más baja, debido a que la cantidad de este ión que se está acumulando en los huesos y en los dientes y por lo tanto aumenta en estos tejidos (Ramos J.A., 1996; Rioboo R., 2002, Ekstrand J., Whitford G.M., 1988; Smyth E., Taracido M., Gestal J.J., 1991).

Un factor determinante en la excreción urinaria de fluoruro es el pH, además de la cantidad de orina excretada. El equilibrio entre el ión fluoruro y el ácido fluorhídrico (HF) es dependiente del pH. La reabsorción tubular ocurre principalmente en forma de HF y es mayor en orinas ácidas. Por lo tanto, al producirse alteraciones en el balance ácido-base del cuerpo que resulten en la disminución del pH (acidosis), aumentan la reabsorción tubular y disminuye la excreción urinaria de fluoruro, mientras que si aumenta el pH urinario (alcalosis), disminuye la reabsorción y aumenta su excreción. El porcentaje de fluoruro reabsorbido por los túbulos renales puede variar entre el 10 y el 90% del fluoruro filtrado, dependiendo en gran parte del pH del fluido tubular (Ekstrand J., Whitford G.M., 1988; Whitford G.M., 1990; Whitford G.M., 1994).

Análisis de Flúor en la Orina.

Los métodos actuales de análisis de flúor en orina son: (Murray J.J. Geneva: OMS, 1986)

- Concentración de fluoruro en una muestra única, también conocida como muestra puntual.

- Cantidad de fluoruro excretado en una muestra de orina de 24 horas.
- Cantidad de fluoruro excretado en cortos periodos de tiempo.
- Razón Flúor/creatinina.

Las muestras de orina de 24 horas son las más fidedignas y las que conviene recolectar, siempre que las decisiones o interpretaciones se basen en datos procedentes de un sólo individuo. Las determinaciones del fluoruro en muestras puntuales de orina dan resultados variables para un mismo individuo, según el momento de la recolección, así como para diferentes individuos sometidos a una exposición comparable y explorados al mismo tiempo, pero proporcionan valores medios suficientemente precisos en el caso de grupos y se pueden usar con fines de higiene industrial o estudios epidemiológicos de población. Las concentraciones urinarias de fluoruro varían de hora en hora, de día en día y de individuo en individuo. Sólo en los estudios muy prolongados se pone de manifiesto la constancia subyacente. La excreción de fluoruro es tan rápida que en muestras de orinas recolectadas a las 2-3 horas post-ingestión, aparece ya una proporción apreciable de la cantidad total de fluoruro que se eliminará por esa vía (Whitford G.M., 1996).

Una sola muestra de orina matinal conocida como “spot” es más fácil de recolectar en comparación con la muestra de orina recolectada durante 24 horas, la cual se utiliza con frecuencia en investigaciones clínicas y en la detección de algunas enfermedades (Akashi S., Motizuki H., 1990). Sin embargo, la concentración urinaria de ciertos elementos, tales como el fluoruro, puede variar durante todo el día, y por lo tanto la medición de su concentración en una muestra de orina puede no ser representativa de la excreción urinaria diaria de fluoruro (Zohouri F., 2006).

Por otro lado, la creatinina es un buen índice del volumen del filtrado glomerular, siendo este el método más ampliamente utilizado (Castro S., 1996). Esta proteína no se modifica por la dieta, pero sus valores pueden aumentar con la edad y el ejercicio físico intenso (López J.M., Pérez F., 1997).

Marthaler T.M. (1999) estableció en su trabajo “Seguimiento de la excreción renal de fluoruro en los programas de prevención de la comunidad en la salud oral”, que la concentración de creatinina urinaria se puede utilizar para estimar las tasas de excreción de ciertos elementos mediante el cálculo de sus respectivas relaciones de creatinina. Como el total de la excreción de creatinina urinaria es relativamente constante durante todo el día en sujetos sanos, puede ser utilizado para ayudar a corregir la variación diaria en la dilución urinaria, y están disponibles las normas para las 24 horas de excreción de creatinina en orina para los diferentes grupos de edad.

Los valores de la creatinina en la orina (muestra de 24 horas) pueden fluctuar de 500 a 2.000 mg/día. Los resultados dependen de la edad y de la cantidad de masa corporal magra. Otra forma de expresar el rango normal para estos resultados del examen es: (McPherson R.A., Ben-Ezra J., 2011).

- 14 a 26 mg por kg de masa corporal por día para los hombres.
- 11 a 20 mg por kg de masa corporal por día para las mujeres.

Se ha registrado que el valor de 24 horas de creatinina urinaria media es de 15mg/kg peso corporal/día con percentiles de 5 y 95, de 8 y 22 mg/kg de peso/día, respectivamente. Estos valores han sido reportados como el estándar de excreción urinaria de creatinina para niños (Remer T. y cols., 2002; Oski F. y cols., 1994). Por lo tanto, relacionar la excreción del fluoruro con la excreción de creatinina tiene como objetivo corregir los efectos de la diuresis en la excreción.

La razón flúor (mg)/creatinina (g), refleja con más precisión la cantidad de fluoruro excretado en orina en un día (Castro S., 1996).

Un estudio describió la razón flúor/creatinina en un grupo de niños menores de 14 años que residía cerca de una fundición de aluminio. Encontró una media de 0,52 mg flúor/g creatinina, mientras que otro grupo de su estudio que bebía agua

fluorurada embotellada excretaba 0,69 mg flúor/g creatinina, y un tercer grupo, que recibía tratamiento diario con tabletas fluoruradas, tenía una media de excreción de 0,82 mg flúor/g creatinina (Declercq y cols., 1995). Otro grupo de investigación encontró una media de 1,51 mg flúor/g creatinina al estudiar niños húngaros de 8 a 13 años de edad (Kertesz P. y cols., 1989). Los resultados de Szekely M. y cols (2004) evidenciaron sobre niños entre 3 y 7 años de edad, valores de 1,00 mg flúor/g creatinina. Por último, se reportó una relación flúor/creatinina de 1,49 mg flúor/g creatinina en niños de 0 a 36 meses de edad (Zohouri F.V. y cols., 2006).

Existe evidencia relacionada a una correlación lineal entre la cantidad de fluoruro excretado, medido en orina de 24 horas y la razón flúor/creatinina (Kertesz P. y cols., 1989). Un estudio concluyó que la razón flúor/creatinina determinada en muestras puntuales de orina por la mañana, puede ser utilizada para valorar la excreción de fluoruro. Estos resultados son equivalentes a los encontrados en muestras de orina de 24 horas (Zohouri F.V. y cols., 2006).

Un estudio piloto realizado en Santiago de Chile el 2014, evaluó diferencias entre la estimación de concentración de fluoruros en la orina matinal comparado con el volumen de orina de 24 horas en adolescentes de 12 años. Sus valores medios fueron 1,22 mg/día y 0,23 mg/día, respectivamente (Bruna F. y cols., 2014).

Existen diversos estudios en relación a las medidas de concentración de fluoruros en la orina, sin embargo, a pesar de la correlación positiva entre el “*clearance*” urinario de fluoruro y creatinina en bebés, niños preescolares y adultos de 16 a 79 años, su uso para adolescentes no se ha investigado (Waterhouse C., Taves D., Munzer A. 1980). Estudios sugieren que la razón flúor/creatinina en una muestra de orina se puede utilizar como un índice de las 24 horas de la excreción urinaria de fluoruro en las poblaciones, en ausencia de suplementos de flúor en la dieta, tales como tabletas de fluoruro o leche fluorurada (Marthaler T.M., 1999; Zohouri F.V., 2006).

Estimación de la ingesta de fluoruros a partir de la excreción urinaria.

Una proporción del fluoruro ingerido es excretado en la orina. Utilizando muestras de orina matinal, se puede establecer una proporción de la ingesta diaria de fluoruro de grupos de personas, pero no individualmente. Así lo sugiere una revisión que evaluó los datos disponibles en la literatura con el objetivo de evaluar la factibilidad de usar DUFE como un biomarcador predictor de TDFI. Los resultados expresan una alta correlación entre DUFE y TDFI en niños y adultos. Esta estimación de ingesta diaria de fluoruros desde una muestra de orina se establece mediante una operación matemática que relaciona DUFE, TDFI, DFR y FFR (Villa A. y cols. 2010).

Con todos los antecedentes previamente expuestos y teniendo en cuenta la falta de evidencia disponible respecto a la exposición y excreción de fluoruros en adolescentes en nuestro país, el acceso prácticamente universal a agentes fluorurados que presenta la población en la actualidad, es plausible formular la siguiente pregunta: ¿Cuánta es la exposición a fluoruros en adolescentes de 12 años de edad que residen en la comuna de Valparaíso y en la comuna de Concepción?

3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

HIPÓTESIS

Debido al diseño del estudio, éste carece de hipótesis. El interés de los autores es describir los indicadores en cada una de las comunas.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar diferencias en la exposición a fluoruros en adolescentes de 12 años de edad residentes en una comuna con agua potable fluorurada, Valparaíso y de una comuna sin agua potable fluorurada, Concepción.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Determinar concentración de fluoruro de muestras de agua potable de la Comuna de Valparaíso y Concepción.

Determinar la dosis diaria de fluoruro proveniente de muestras con agua potable fluorurada ingerida por los individuos de la Comuna de Valparaíso.

Determinar la dosis diaria de fluoruro proveniente de muestras sin agua potable fluorurada ingerida por los individuos de la Comuna de Concepción.

4. MATERIALES Y MÉTODOS:

Población de estudio y marco de muestreo:

La población de estudio se conformó por adolescentes de 12 años de edad de la Región de Valparaíso, comuna de Valparaíso (comunidad con fluoruración artificial del agua potable) y adolescentes de 12 años de edad de la Región del BíoBío, comuna de Concepción.

Dado que en Chile existe una alta cobertura de la enseñanza escolar básica, se consideró el marco muestral constituido por los alumnos que asisten a los colegios de las comunas de Valparaíso y Concepción. Los datos de cobertura para

educación básica son 99% y 99,1% para la Región de Valparaíso y BíoBío, respectivamente, según los datos de la encuesta CASEN 2009.

De acuerdo al diseño muestral propuesto, se constituyeron dos marcos muestrales, el primero constituido por el listado de colegios pertenecientes a la comuna con información respecto a su dependencia administrativa, disponibles en las bases de datos del Ministerio de Educación del Gobierno de Chile. El segundo marco muestral se constituyó por el listado de alumnos de los colegios previamente seleccionados.

Diseño y tamaño de la muestra:

Este es un estudio observacional, descriptivo, de corte transversal. Para cumplir con los objetivos del estudio, la muestra de ambas comunas será probabilística estratificada bi-etápica con afijación proporcional. En una primera etapa se seleccionaran aleatoriamente los colegios considerando el tamaño, en función al número de adolescentes matriculados y se afijaran de acuerdo a la representación de colegios de distintos niveles socioeconómicos. En una segunda etapa se seleccionarán los adolescentes con afijación proporcional por género. Para la aleatorización se utilizarán números aleatorios generados computacionalmente y las características de la población serán obtenidas desde las proyecciones poblacionales del Instituto Nacional de Estadística y los resultados de la última encuesta de caracterización socio económica CASEN. Las muestras serán representativas de los adolescentes de 12 años de edad de cada una de las comunas. El tamaño de 41 individuos es suficiente para estimar, con una confianza del 95% y una precisión de $\pm 0,8$ unidades, la media poblacional de valores que es previsto que tengan una desviación estándar de alrededor de 2,6 unidades.

Coordinación del trabajo de campo

El coordinador del trabajo de campo se dedicó a generar un contacto previo

con los encargados comunales y directores de los colegios seleccionados para invitarlos a participar en el estudio, voluntariamente y de esta manera obtener un registro de validación de los alumnos matriculados. Todos los directores invitados a participar recibieron información sobre el estudio, aclarando todas sus dudas al respecto. Luego se enviaron los consentimientos y asentimientos informados correspondientes y se coordinaron las fechas de recepción de muestras.

Consideraciones éticas:

A los padres o tutores de los adolescentes de los colegios seleccionados se les entregó un consentimiento informado (anexo 1) dando cuenta de los objetivos del estudio, los alcances de éste y de la voluntariedad de su participación. Además, los adolescentes también debían firmar un asentimiento informado (anexo 2), cuya información recolectada fue desvinculada de variables que pudieron identificar a los individuos, cautelando el resguardo de sus datos personales. El protocolo del estudio fue evaluado y aprobado por el Comité de Ética Científico de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile (anexo 3) y por el Comité Institucional de Bioseguridad de la Administración Conjunta de Campus Norte de la Universidad de Chile (anexo 4).

Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión:

- Se incluyeron adolescentes de 12 años de edad pertenecientes a los colegios municipales, particulares subvencionados y privados de las comunas de Valparaíso y Concepción, los cuales aceptaron participar del proyecto de investigación, previa visita a los establecimientos y firma del consentimiento y asentimiento informado por parte de su tutor o representante legal y por el adolescente, respectivamente.

Criterios de exclusión:

- Adolescentes de 12 años de edad que no deseen participar en el estudio.
- Adolescentes de 12 años de edad con patologías de base como insuficiencia renal y/o diabetes.

Recolección de muestras:

Las muestras de orina fueron recolectadas desde alumnos de 7° y 8° básico de los distintos establecimientos educacionales, a los cuales se les hizo entrega de un kit compuesto de los materiales necesarios para la toma de muestras en su hogar, conteniendo 1 frasco debidamente rotulado de boca ancha con tapa rosca de 250 ml para la muestra de orina matinal, una mascarilla, un guante de examinación de látex, instructivo para padres y adolescentes respecto de la toma de muestra (ANEXOS 5 y 6) y una bolsa plástica para el almacenamiento del frasco con la muestra de orina. Los kits fueron entregados el día antes de la fecha acordada de recepción de muestras en los respectivos establecimientos educacionales.

Se consideraron los siguientes parámetros:

I. Edad:

Las muestras fueron recolectadas de adolescentes de 12 años de edad, que corresponden al grupo en evaluación.

II. Peso:

Al momento de la recolección de muestras se pesó a cada uno de los participantes, debido a que se ha establecido en algunos estudios que el peso corporal se relaciona con la excreción urinaria de fluoruro. Se utilizó la misma

balanza digital para todos los adolescentes (Gama, HCB-1110 KG).

III. Protocolo de toma de muestra de agua potable:

Se recolectaron 50 ml de agua potable de cada colegio participante del estudio, tanto de la comuna de Valparaíso como Concepción. Para tomar la muestra, se utilizó el protocolo propuesto por el MINSAL para tales efectos.

IV. Protocolo de toma de muestra de orina matinal:

Se solicitó a los alumnos participantes que el mismo día del retiro de las muestras, depositen la primera orina del día en ayuno en el recipiente establecido para ésta, previa entrega del protocolo de toma de muestra, incluido en el kit de muestra. Dicho protocolo fue extraído de aquellos empleados en el Hospital San Juan de Dios, Región Metropolitana, y se modificó de acuerdo al contexto de la investigación.

V. Protocolo de transporte y conservación de muestras:

Las muestras se retiraron el mismo día en el cual el adolescente realizó el procedimiento de toma de muestra de orina. Para el transporte de las muestras, sólo se conservaron 10 ml de cada muestra de orina matinal, las cuales fueron transportadas en un conservador de frío manteniendo una temperatura promedio de 4° C. Luego fueron almacenadas en el Laboratorio de Nanobiomateriales de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile a -20 ° C, en espera de su análisis.

Análisis químico de las muestras:

Protocolo para determinación de fluoruro en muestras de agua potable y orina matinal por Método Electrodo Específico:

Este método de ensayo establece el procedimiento para el análisis de fluoruro mediante electrodo ión selectivo, y es aplicable para la determinación del contenido de fluoruro, según lo establecido en la norma NCh 409/1- Of. 2005. (Superintendencia de servicios sanitarios, 2007).

El electrodo de fluoruro es un sensor de iones selectivo para fluoruro (Electrodo: HANNA HI4140, Ionómetro: HANNA HI4522, USA). En presencia de estos iones se produce una diferencia de potencial que se relaciona con la actividad de los iones y de esa manera con su concentración. La actividad de los iones fluoruro depende de la fuerza iónica de la solución, del pH y de las especies complejantes del fluoruro presentes. Agregando un sistema tampón apropiado, se mantiene el pH y la fuerza iónica constante y se disocian los complejos, de esta forma el electrodo mide solamente la concentración del ión.

Se empleó el reactivo TISAB II® (ThermoScientific, USA), el cual es una solución tampón que ajusta la fuerza iónica del medio y elimina la interferencia de ciertos iones que pudieran existir en la solución en la que se medirá la concentración de flúor. Este método fue seleccionado debido a que es el único método aceptado a nivel internacional para la determinación de fluoruro, por su relativa sencillez y su menor costo operativo. Al aplicar este método, se debe trabajar con una curva de calibración y el pH del “buffer” tiene que encontrarse entre 4,5 y 5, esto asegura la eficiencia del sistema tampón.

Procedimiento:

- *Confección de curva de calibración:*

En un vaso de polietileno, se adicionó con pipeta volumétrica, 5 ml de solución de estándar de fluoruro a temperatura ambiente (Fluoride Standard 1000 ppm F, HI 4010-03, Hanna Instruments®, Rumania). Se adicionó igual volumen de TISAB II® (ThermoScientific, USA), permitiendo un volumen total suficiente para sumergir el electrodo y permitir la operación de agitación con barra magnética. Se

realizó en forma secuencial, primero con estándar de 0,1 ppm flúor, luego 1 ppm flúor y finalmente 10 ppm flúor.

- *Análisis de las muestras:*

Una vez calibrado el instrumento, se determinó la concentración de fluoruro en cada una de las muestras de agua potable y de orina matinal. A temperatura ambiente se sumergió el electrodo en las muestras y se mezcló bien sobre un agitador magnético para mantener constante la agitación. Se esperó que la lectura se estabilizara (aprox. 3 minutos) y se registró directamente la concentración entregada por el analizador de iones, deteniendo la agitación y esperando 15 segundos. Después de cada lectura se lavó con agua destilada y se secó el electrodo.

Las mediciones se realizaron en el Laboratorio de Nanobiomateriales de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile.

Medición de creatinina urinaria:

Para la medida de creatinina urinaria matinal se utilizó el método de reacción de Jaffe, el cual es un método colorimétrico (Jaffe M., 1886). La creatinina reacciona con el ácido pícrico en medio alcalino formando un complejo de color rojizo cuya máxima absorción se encuentra a una longitud de onda entre 510- 520 nm. La velocidad de formación del complejo medido a través del aumento de la absorbancia en un intervalo de tiempo prefijado es proporcional a la concentración de creatinina en la muestra (Bartels H, 1971; Heinegaard, D. y Tinderstrom, 1973). Una de las limitaciones de esta reacción es que la creatinina no es la única que reacciona, por eso es que tiene baja especificidad. En cuanto a la lectura de la reacción de Jaffe, existen dos formas: método de punto final y cinético. El método utilizado en este estudio fue el Cinético. Se utilizó Kit comercial Cromatest® (Linear Chemicals, España). Para evaluar la absorbancia se utilizó un espectrofotómetro (ATI UNICAM, Modelo UV/Vis®). Los valores de creatinina se

expresaron en mg/dl.

Las mediciones se realizaron en el Laboratorio de Bioquímica y Biología Oral de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile.

Cálculo de la excreción urinaria de fluoruro (mg/día):

Para obtener este valor se basó en la relación flúor/creatinina de la muestra urinaria matinal.

La excreción urinaria de creatinina en 24 hrs (mg/día) fue estimada para cada adolescente, mediante la multiplicación del peso corporal (kg) de cada sujeto por el valor estándar de creatinina de 15 mg/peso corporal/día para mujeres y 20 mg/peso corporal/día para hombres.

La estimación de excreción urinaria de creatinina en 24 hrs fue multiplicada por la relación flúor/creatinina de la muestra de orina matinal para estimar la excreción urinaria de fluoruro de 24 hrs para cada adolescente (mg/día).

Cálculo de estimación de ingesta diaria de fluoruro (mg / día):

Es posible obtener predicciones de la ingesta de fluoruro a partir de mediciones de la excreción urinaria de fluoruro. Existe una fórmula matemática que establece la relación entre la Ingesta de Fluoruro Total Diario (TDFI), la Excreción de Fluoruro Urinario Diario (DUFE), Retención de Fluoruro Fraccional (FFR) y Retención de Fluoruro Diario (DFR) (Villa A. y cols., 2010). Este estudio utilizó esta operación matemática para la estimación de ingesta diaria de fluoruro.

Análisis de datos

Los datos se recolectaron en una planilla diseñada para este estudio, fueron traspasados y consolidados en una planilla de cálculo Excel® (Microsoft

Company®) y analizados con el paquete estadístico Stata® versión 11.0.

Se realizaron auditorías permanentes del 5% de los datos, de modo de ir comprobando la correcta digitación de los datos obtenidos y así evitar errores en la creación de la base de datos.

Se realizó un análisis estadístico descriptivo para establecer la media (\pm desviación estándar) de las variables de estudio (Tabla N°3):

Tabla N°3: Variables del estudio.

Variable	Definición	Indicador	Fuente
Peso Corporal	Masa corporal de un individuo.	Kilogramos.	Datos recolectados tras pesar a los individuos de estudio en balanza.
Concentración de fluoruro en muestras de agua potable y muestras de orina matinal.	Se define como la cantidad de fluoruro en un volumen de muestra estándar a analizar.	ppm de fluoruros	Análisis químicos de muestras de orina.
Estimación de la excreción de fluoruro en orina de 24 hrs a partir de la muestra matinal, utilizando la relación flúor/creatinina.	Producto aritmético entre la estimación de excreción de 24 horas de creatinina y la relación flúor/creatinina.	mg flúor/día	Análisis químico de muestras de orina.
Estimación de la ingesta diaria de fluoruro.	Fórmula matemática que relaciona TDFI, DUFE, FFR, DFR.	mg flúor/día	Análisis químico de muestras de orina.

5. RESULTADOS:

5.1 Características de los sujetos.

5.1.a Género:

Se recolectaron 182 consentimientos y asentimientos informados firmados, tanto de apoderados como de adolescentes, respectivamente. Éstos fueron incluidos en la muestra para: Valparaíso (n=139) y Concepción (n=43). Con la muestra disponible, se supera el tamaño mínimo calculado para analizar las variables anteriormente descritas.

La proporción por género para la muestra total correspondió a 58,25% hombres y 41,75% mujeres.

5.2 Análisis de variables del estudio:

5.2.a Peso Corporal:

El promedio de masa corporal de los sujetos del estudio fue de 55,41 (\pm 0,94) y 52,59 (\pm 2,99) kilogramos para la comuna de Valparaíso y para la comuna de Concepción, respectivamente.

5.2.b Concentración de flúor en muestras de agua potable de colegios de las comunas de Valparaíso y Concepción:

Las concentraciones promedio de flúor para las muestras de agua potable de Valparaíso fueron 10 veces mayor que las muestras de agua potable de la comuna de Concepción. Los resultados promedio fueron 0,66 y 0,06 ppm de flúor para Valparaíso y Concepción, respectivamente.

5.2.c Estimación de la excreción de fluoruro en orina de 24 horas a partir de la muestra matinal, utilizando la relación flúor/creatinina.

Los resultados de ambos grupos muestrales (Valparaíso y Concepción) referentes a concentración de fluoruro y creatinina en orina matinal, y estimación de excreción de creatinina en 24 horas se encuentran en la Tabla N°4.

Los resultados de estas variables fueron mayores en el grupo de Valparaíso respecto a la muestra de Concepción. La concentración de fluoruro en la orina fue casi el doble en Valparaíso respecto a Concepción, esto es, 0,88 ppm fluoruro y 0,48 ppm fluoruro, respectivamente.

Tabla N°4: Concentraciones de fluoruro (ppm) y de creatinina (mg/dl) en muestras de orina matinal de adolescentes de 12 años de las comunas de Valparaíso y Concepción. Estimación de excreción diaria de creatinina (mg/día) de ambas comunas en estudio. Los valores de estimación se expresan como media aritmética, desviación estándar, primer cuartil (q25), segundo cuartil (q50) y tercer cuartil (q75).

	[] Fluoruro Orina matinal Valparaíso (ppm)	[] Fluoruro Orina matinal Concepción (ppm)	[] Creatinina orina matinal Valparaíso (mg/dl)	[] Creatinina orina matinal Concepción (mg/dl)	Estimación excreción Diaria Creatinina Valparaíso (mg/día)	Estimación excreción Diaria creatinina Concepción (mg/día)
Media	0,88	0,48	106,93	82,36	1840	780
Desviación Estándar	0,48	0,29	50,05	62,53	1240	850
q25	0,535	0,28	74,22	35,17	890	240
q50	0,79	0,41	92,5	71,89	161	560
q75	1,2	0,59	128,96	103,13	220	100
N	139	43	139	43	139	43

Para estimar la dosis ingerida, es necesario obtener primero la estimación de excreción de fluoruro en 24 horas (Tabla N°5).

La estimación de la excreción diaria de fluoruro de los adolescentes de 12 años de edad fue casi 5 veces mayor en la comuna de Valparaíso en comparación con la comuna de Concepción, presentando 0,28 mg/día y 0,061 mg/día, respectivamente.

Tabla N°5: Estimación de excreción diaria de fluoruro (mg/día) en muestras de orina de adolescentes de 12 años de edad de las comunas de Valparaíso y Concepción. Valores de estimación expresados como media aritmética, desviación estándar, primer cuartil (q25), segundo cuartil (q50) y tercer cuartil (q75).

	Estimación de masa Excreción diaria fluoruro en orina (mg/día) Valparaíso	Estimación de masa excreción diaria fluoruro en orina (mg/día) Concepción
Media	0,28	0,061
Desviación Estándar	0,26	0,068
q25	0,079	0,014
q50	0,192	0,0363
q75	0,44	0,081
N	139	43

Con los valores de excreción, se puede relacionar matemáticamente con DFR y FFR para obtener la estimación de la dosis diaria ingerida de fluoruro (Villa A. y cols. 2010) (Tabla N°6).

La estimación de la ingesta diaria de fluoruro en los adolescentes de 12 años de edad de la comuna de Valparaíso fue casi 5 veces mayor en comparación con los adolescentes de 12 años de la comuna de Concepción, presentando 7,9 mg/día versus 1,6 mg/día, respectivamente.

Tabla N°6: Estimación de la ingesta diaria de fluoruro de las muestras de Valparaíso y Concepción. Valores de estimación expresados como media aritmética, desviación estándar, primer cuartil (q25), segundo cuartil (q50) y tercer cuartil (q75).

	Estimación de Ingesta diaria de fluoruro (mg/día) Valparaíso	Estimación de ingesta diaria de fluoruro (mg/día) Concepción
Media	7,9	1,6
Desviación Estándar	7,4	1,9
q25	2,1	0,31
q50	5,4	0,95
q75	12,4	2,25
N	139	43

6. DISCUSIÓN:

El propósito de este estudio fue determinar la exposición a fluoruro en adolescentes de 12 años de edad de una comuna con agua potable fluorurada (Valparaíso), perteneciente a la V región, y una comuna sin fluoruración de agua potable (Concepción), perteneciente a la VIII región.

Al comparar nuestros resultados con los disponibles de un estudio piloto en la

ciudad de Santiago, Región Metropolitana, que midió concentración de fluoruro en orina en adolescentes de 12 años de edad, se puede sostener que en el presente trabajo se pesquisó una mayor concentración de fluoruro en las muestras de orina matinal provenientes de ambas comunas en comparación al estudio mencionado. Los valores fueron 0,88 (\pm 0,48) ppm de fluoruro y 0,48 (\pm 0,29) ppm de fluoruro para Valparaíso y Concepción, respectivamente. En contraparte, el estudio piloto anterior, relató una concentración de 0,3 (\pm 0,13) ppm de fluoruro. (Bruna F. y cols., 2014). Lo anteriormente expuesto permite cuestionar el impacto de la dieta en la excreción del ion estudiado, puesto que los adolescentes de las comunas de Valparaíso y Concepción, al residir en zonas costeras, podrían tener mayor ingesta de alimentos con alto contenido de fluoruro como el pescado.

En un estudio previo, los valores de estimación de excreción diaria urinaria de creatinina variaron entre 9,1 a 18,5 mg/kg de peso corporal, lo que está dentro del rango de referencia de percentiles 5 y 95 de 8 y 22 mg/kg de peso corporal/día. Pese a los valores de creatinina obtenidos (mg/kg peso corporal/día), se utilizó un valor estándar de excreción previamente descrito, equivalente a 15 mg/kg peso corporal/día, obteniendo una estimación media de excreción urinaria de creatinina 24 horas de 1930 mg/día (Zohouri, F, 2006). En contraparte, en la presente investigación, se utilizaron los valores estándar de creatinina de 14 a 26 mg/kg de masa corporal por día para hombres (20 mg/kg de peso corporal/día promedio) y 11 a 20 mg/kg de masa corporal por día para las mujeres (15 mg/kg peso corporal/día promedio). Con ello, se obtuvo una estimación media relativamente menor de excreción urinaria de creatinina 24 horas de 1840 (\pm 1240) y 780 (\pm 850) mg/día para las comunas de Valparaíso y Concepción, respectivamente. Ante esta diferencia de valores medios de excreción diaria de creatinina, se debe tener claro que esta proteína no se modifica por la dieta, pero sus valores pueden aumentar con la edad y el ejercicio físico intenso (López J.M., Pérez F., 1997). Además, esta estimación de creatinina se ve influenciada por el peso corporal del individuo, el cual en adolescentes de 12 años de edad, es claramente mayor que en los niños de 0 a 36 meses (Zohouri F., 2006). Al comparar nuestros valores con los resultados de otro estudio similar realizado en

Chile, se observan resultados similares, presentando dicho estudio piloto valores de 830 (\pm 210) mg/día (Bruna F. y cols., 2014).

Cuando se utilizó la razón flúor/creatinina de cada muestra de orina matinal para estimar la masa de excreción diaria urinaria de fluoruro, en adolescentes de 12 años de edad, ésta fue similar en Valparaíso pero menor en Concepción, comparando con la obtenida por otro estudio previo, cuyas medias fueron de 0,28 (\pm 0,26) mg/día, 0,061 (\pm 0,068) mg/día y 0,33 (\pm 0,13) mg/día, respectivamente (Zohouri F. y cols. 2006). Estos datos permiten establecer con claridad la diferencia de excreción que presentan los adolescentes estudiados de la comuna de Concepción, lo cual se atribuye principalmente a que el programa de fluoruración de agua potable aún no se ha implementado en esta comuna.

Estas variaciones en los valores de concentración y masa de fluoruro excretado diariamente en la orina, se encuentran relacionadas con lo expresado en la literatura, en donde se establece que los niveles de absorción y excreción de flúor varían con la edad, ya que el fluoruro retenido en los tejidos duros es mayor durante la etapa de crecimiento (Villa A. y cols., 2010). Por otra parte, se ha descrito que entre los 13 a 15 años de edad en hombres y 11 a 14 años de edad en mujeres, hay una marcada aceleración del crecimiento corporal, llamada “brote de crecimiento de la pubertad” o “empujón de la pubertad”, en el que se observa una etapa de máximo crecimiento denominada “peak puberal”, periodo en el cual la velocidad de crecimiento aumenta considerablemente (Tanner J.M., 1986). Las cantidades de energía requerida, nutrientes y minerales como el fluoruro por parte del organismo son mayores en este periodo. Es por ello que los valores de concentración de fluoruro (ppm) y de masa de fluoruro excretado en la orina (mg), en la muestra matinal del presente estudio en adolescentes de 12 años de edad, son menores que la masa de fluoruro excretado en niños de 0 a 36 meses (Zohouri F., 2006) y en el resto de individuos analizados en los estudios antes mencionados.

Los valores encontrados respecto a la estimación de ingesta diaria de fluoruro

fueron considerablemente mayores en Valparaíso respecto a la muestra de Concepción, presentando 7,9 ($\pm 7,4$) mg/día y 1,6 ($\pm 1,9$) mg/día, respectivamente.

Al comparar con resultados encontrados en la literatura, un estudio que sugiere una ingesta de fluoruro dentro de un rango de 1,0 a 1,5 mg/día (McClure F.J., 1943). Otro estudio estimó una ingesta óptima de fluoruro con la fórmula 0,06 mg de fluoruro/kg de peso corporal del individuo (Farkas C.S. y Farkas E.J., 1974). Aplicando esta fórmula, en Valparaíso tendríamos una ingesta óptima sugerida de fluoruro equivalente a 3,32 mg/día y 3,16 mg/día para la comuna de Concepción. En vista de ello, Concepción se encuentra claramente con niveles bajo los mínimos recomendados de ingesta de fluoruro. Este dato necesita ser considerado a la hora de argumentar respecto a la fluoruración del agua potable de la comuna penquista.

Si se contrasta la estimación de ingesta diaria de fluoruro de Valparaíso con la de Concepción, se puede atribuir a la presencia de fluoruro en agua potable en la comuna de Valparaíso, a diferencia de la comuna de Concepción. Sumado a lo anterior pueden estar influyendo en estos resultados el aporte de fluoruro de la dieta, que en el caso de Valparaíso por ser zona costera, pudiendo ser más rica en elementos altos en fluoruro como el pescado.

Por otra parte, en los últimos años se ha observado un incremento significativo de la fluorosis dental, en localidades en las cuales se ha fluorurado el agua potable con fines preventivos con concentraciones permitidas y controladas (Beltrán-Valladares P.R. y cols., 2005; Urbina T. y cols., 1997; Azpeitia-Valadez M. y cols., 2008). En el contexto mundial, su prevalencia se sitúa entre el 7,7% y 80,7% en áreas donde se cuenta con agua fluorurada, mientras que en áreas con disponibilidad de flúor por otras fuentes, entre ellas la sal, se sitúa entre 2,9% y 42%, donde la severidad de tipo leve es más frecuente (Beltrán-Valladares P.R. y cols., 2005). En Chile, pocos estudios evidencian el impacto de la fluoruración del agua sobre la salud oral de la población. Un estudio de 159 escolares de educación básica de la ciudad de Temuco, reveló una prevalencia de fluorosis

dental del 3,1%, previo a la intervención del agua con fluoruros, lo que es comparativamente inferior al 53% reportado en nuestro estudio realizado a 8 años de implementada la medida (Ballesteros A. y Olave P. 2004). Esta diferencia concuerda con lo reportado por Yévenes I. y cols. (2011) quienes analizaron los efectos de la fluoruración del agua en la Región Metropolitana y describieron un aumento de la prevalencia de fluorosis dental desde 4,2% al 32,2% después de 8 años de implementada la medida. Ya en el año 1992, un estudio piloto realizado por Mella O.S. y cols. sobre 118 escolares con al menos 6 años de residencia en lugares con diferentes concentraciones de flúor, mostró un 54% de prevalencia de fluorosis dental en Chile, alertando la necesidad de vigilancia epidemiológica para la administración de fluoruros. Una investigación de fluorosis dental en seis regiones de Chile mediante el Índice de Dean (tradicional), mostró una prevalencia de 3,4% para edades entre 6 y 8 años, y un grado de severidad cuestionable en 0,9% de los casos, muy leve en 9,8%, leve en 3,9% y moderada 1,2%, con ausencia de casos severos (Urbina T. y cols., 1997).

Lo anteriormente expuesto, requiere ser analizado en cuanto a la vigilancia necesaria de la medida para poder mantener un estándar de eficacia que permita proveer de un mecanismo de prevención de caries dentaria sin aumentar el riesgo de fluorosis dentaria. Ahora bien, cabe cuestionarse si el aumento de la fluorosis dental se debe al agua potable fluorurada o al mayor acceso a fluoruros (como pastas dentales infantiles gratamente saborizadas) de la población en las últimas décadas.

7. CONCLUSIONES

Los adolescentes de 12 años de edad de la comuna de Valparaíso presentan una mayor exposición a fluoruros que los adolescentes de 12 años de edad de la comuna de Concepción.

Los adolescentes de 12 años de edad de la comuna de Concepción presentan una ingesta diaria de fluoruros menor a la recomendada.

8. LIMITACIONES Y PROYECCIONES.

Las limitaciones del estudio se relacionan con el conocimiento de la sociedad civil de Concepción de la nula implementación del programa de fluoruración del agua potable de su comuna, respecto a la realidad del país. Lo anterior podría explicar la baja tasa de respuesta que se observó en los directivos de colegios de esta comuna. Lo anterior llama la atención también al analizar la recepción de consentimientos informados por parte de los apoderados, de los cuales se recibieron aproximadamente un 30%, para permitir que sus hijos participaran del estudio.

Dentro de las proyecciones del estudio, están las acciones a seguir ante las diferencias observadas en relación a la exposición a fluoruros de los adolescentes de 12 años de edad en las comunas de Valparaíso y Concepción.

En este punto radica la importancia clínica del estudio, debido a que con el levantamiento de información realizado en el presente trabajo, se podrían delinear trabajos tendientes a esclarecer la prevalencia de caries en los mismos grupos de estudio, conjunto a la prevalencia de fluorosis dental. Asimismo, sería de mucha utilidad evaluar la dieta de los adolescentes participantes, con el objetivo de determinar posibles aspectos relevantes de la dieta que podrían influir en los resultados de excreción de fluoruro en orina. Una vez recolectados los datos anteriormente expuestos, se podrían proponer cambios en el programa de fluoruración o formular nuevos planes de fluoruración tópica, los que a mi juicio son más efectivos puesto que se enfocan en determinados grupos de riesgo, con lo cual se focalizan los recursos al mismo tiempo.

8. REFERENCIAS

Aguas del Valle. Nivel de cobertura de agua potable en la Región de Valparaíso. <http://portal.aguasdellvalle.cl/preguntas-frecuentes/> (fecha de acceso: 06-07-2015).

Akashi S, Motizuki H. Screening for hypercalciuria. *Acta Paediatr Jpn* 1990; 32:701–9.

Almerich Silla JM. Fundamentos y concepto actual de la actuación preventiva y terapéutica del flúor. En: Cuenca Sala E, Baca García P. *Odontología preventiva y comunitaria. Principios, métodos y aplicaciones*. 3º ed. Barcelona: Masson; 2005.p. 105-30.

American Academy of Pediatrics. Council of nutrition. Fluoride supplementation *Pediatrics*.1986; 77: 758-61.

Antunes JL, Narvai PC, Nugent ZJ (2004). Measuring inequalities in the distribution of dental caries. *Community Dent Oral Epidemiol*; 32(1):41-8.

Armfield JM, Spencer AJ (2004). Consumption of nonpublic water: implications for children's caries experience. *Community Dent Oral Epidemiol*; 32: 283–96.

Azpeitia-Valadez, M. de L.; Rodríguez-Frausto, M. & Sánchez-Hernández, M. A. Prevalencia de fluorosis dental en escolares de 6 a 15 años de edad. *Rev. Med. Inst. Mex. Seguro Soc.*, 46(1):67-72, 2008.

Baelum V, Fejerskov O, Manji F, Larsen MJ. Daily dose of fluoride and dental fluorosis. *Tandlaegebladet* 1987: 452-9.

Ballesteros A. Olave P. Estudio de prevalencia de caries y fluorosis en escolares de segundo básico, en relación a la fluoración del agua potable en la ciudad de Temuco, IX Región. Proyecto de Investigación para optar al grado de Licenciado

en Odontología con Mención en Prevención. Temuco, Universidad de La Frontera, 2004.

Barbería E. Papel de los dentífricos fluorados en el control de la caries. Deglución en niños de corta edad. En: Simposio. Flúor 2000. Actualidad, dosificación y pautas de tratamiento. SESPO. Valencia: Promolibro; 2000.p. 77-92.

Bell ME, Largent EJ, Ludwig TG, Muhler JC, Stookey GK. El aporte de flúor al hombre. En: Fluoruros y salud. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 1972.p. 17-73.

Beltrán-Valladares, P. R.; Cocom-Tun, H.; Casanova-Rosado, J. F.; Vallejos-Sánchez, A. A.; Medina-Solís, C. E. & Maupomé, G. Prevalencia de fluorosis dental y fuentes adicionales de exposición a fluoruro como factores de riesgo a fluorosis dental en escolares de Campeche, México. Rev. Invest. Clín., 57(4):532-9, 2005.

Bowen WH, Pearson SK, Van Wuyckhuysen BC, Tabak LA. Influence of milk, lactose - Reduced Milk, and lactose on caries in desalivated Rats. Caries Res, 1991;25(4): 283-6.

Bruna F, Díaz-Dosque M, Cabello R, 2014. Determinar si existen diferencias entre la concentración de fluoruros en la orina matinal con el volumen de 24 horas en adolescentes. Trabajo de investigación requisito para optar al título de cirujano-dentista. Facultad de Odontología, Universidad de Chile.

Burt BA: The changing patterns of systemic fluoride intake. J Dent Res 1992; 71:1228-1237.

Buzalaf MAR.ed. Fluoride and the oral environment. Monographs in oral science. Basel:Karger; 2011:Vol.22.

Carmichael CL, Rugg-Gunn AJ, Ferrell RS (1989). The relationship between fluoridation social class and caries experience in 5-year-old children in Newcastle and Northumberland in 1987. *BDJ*: 167:57-61.

Castro S. Riñón y vías urinarias. En: Castro S. Manual de patología general. 5ª ed. Barcelona: Masson; 1996.p. 275-313.

Cortés C, Cabello R, Cornejo M, Faleiros S. 2015. Indicadores de caries y posición socioeconómica en una comunidad con agua fluorurada. Trabajo de investigación requisito para optar al título de cirujano-dentista. Facultad de Odontología, Universidad de Chile.

Cremer H-D, Buttner W (1970).Absorption of fluorides. In: Fluoride and human health. Geneva: World Health Organization, 75-89.

Declercq C, Ponti P, Warembourg D, Tronet V, Rousselle JF. Urinaryexcretion of fluorides in children living around an aluminum smelter. *Rev Epidemiol Sante Publique* 1995; 43(5):504 -9.

Ekstrand J, Hardell LI, Spak CJ: Fluoride balance studies on infants in a 1-ppm-water-fluoride area. *Caries Res* 1984; 18: 87–92.

Ekstrand J, Whitford GM. Fluoride metabolism. In: Ekstrand J, Fejerskov O, Silverstone LM. Fluoride in dentistry. Copenhagen: Munksgaard; 1988.p.150-70.

Ekstrand J, Ziegler EE, Nelson SE, Fomon SJ: Absorption and retention of dietary and supplemental fluoride by infants. *Adv Dent Res* 1994; 8: 175–180.

Ellwood R, Ferjeskov O, Cury JA, Clarkson B. Fluorides in Caries Control. In: Kidd Fa, editor. *Dental Caries, The disease and it's clinical management*: Oxford 2008; p. 288-322.

Evans RW; Darvell BW. Refining the estimate of the critical period during which human maxillary incisors are most susceptible to fluorosis. *J. Public Health Dent* 1995;55:438-49.

Evans DJ, Rugg-Gunn AJ, Tabari ED, Butler T (1996). The effect of fluoridation and social class on caries experience in 5-year-old Newcastle children in 1994 compared with results over the previous 18 years. *Community Dental Health*: 13(1):5-10.

Farkas CS, Farkas EJ: Potential effect of food processing on the fluoride content of infant foods. *Sci Total Environ* 1974; 2:399-405.

Franco AM, Martignon S, Saldarriaga A, GonzalezMC, Arbelaez MI, Ocampo A, et al. Total fluoride intake in children aged 22–35 months in four Colombian cities. *Community Dent Oral Epidemiol*.2005; 33:1–8.

Gabardo MCL, Da Silva WJ, Moysés ST, Moysés SJ (2008). Water fluoridation as a marker for sociodental inequalities. *Community Dent Oral Epidemiol*; 36(2):103–7.

Gómez S. Fluoroterapia en Odontología - Fundamentos y aplicaciones clínicas. 4ta Ed. Editora de la Armada de Chile. Santiago, Chile, 2010.

Gutknecht J, Walter A (1981). Hydrofluoric and nitric acid transport through lipid bilayer membranes. *Biochim Biophys Acta* 644:153-156.

Haftenberger M, Viergutz G, Neumeister V, HetzerG. Total fluoride intake and urinary excretion in German children aged 3–6 years. *Caries Res* 2001; 35:451–7.

Hausen H, Heinonen OP, Paunio I (1981). Caries in permanent dentition and social class of children participant in public dental care in fluoridated and non fluoridated areas. *Community Dent Oral Epidemiol*: 9:289-91.

Hausen H, Heinonen OP, Paunio I (1982). Caries in primary dentition and social class in High and low fluoride areas. *Community Dent Oral Epidemiol*: 10:33-6.

Hodge HC, Smith FA, Gedalia I; 1970. Excretion of fluorides, in Fluorides and Human Health, WHO Monograph Series, No. 59, WHO, Geneva, pp.141-161.

Hujoel PP, Zina LG, Moimaz SA, Cunha-Cruz J: Infant formula and enamel fluorosis: a systematic review. *J Am Dent Assoc* 2009; 140: 841-854.

Ismail AI., Hasson H. Fluoride supplements, dental caries and fluorosis. A systematic review. *JADA* 2008;139(11):1457-1468.

Katz S, McDonald J, Stookey G. Tratamiento tópico con fluoruros. En: Katz, McDonald, Stookey. *Odontología Preventiva en acción*. 3º ed. Buenos Aires: Médicapamericana; 1986.p. 215-46.

Kertesz P, Bánócky J, Ritlop B, Beródy A, Péter M. The determination of urinary fluoride/creatinina ratio (Q) in monitoring fluoride intake. *Acta Physiologica Hungarica* 1989; 74:209-214.

Ketley CE, Lennon MA. Determination of fluoride intake from urinary fluoride excretion data in children drinking fluoridated school milk. *Caries Res* 2001; 35:252-7.

Koning K (1990). Change in the prevalence of dental caries: how much can be contributed to change in diet? Discussion paper. *Caries Res*: 24:16-8.

Leong PM, Gussy MG, Barrow S-YL, de Silva-Sanigorski A, Waters E (2013). A systematic review of risk factors during first year of life for early childhood caries. *Int J Pediatr Dent*; 23(4):235-50.

López JM, Pérez F. Fisiología renal. En: Rodes J, Guardia J. *Medicina Interna*.

Barcelona: Masson; 1997.p. 2293-8.

Maheshwari UR, McDonald JT, Schneider VS, Brunetti AJ, Leybin L, Newbrun E, Hodge HC: Fluoride balance studies in ambulatory healthy men with and without fluoride supplements. *Am J Clin Nutr* 1981; 34: 2679– 2684.

Marthaler TM, editor. Monitoring of renal fluoride excretion in community preventive programmes on oral health. Geneva: World Health Organization; 1999.

Marinho VC (2009). Cochrane reviews of randomized trials of fluoride therapies for preventing dental caries. *Eur Arch Pediatr Dent*; 10(3):183–91.

Mascarenhas AK. Risk factors for dental fluorosis: a review of the recent literature. *Pediatr Dent* 2000; 22 (4):269-77.

Maupomé G, Clark DC, Levy SM, Berkowitz J (2001). Patterns of dental caries following the cessation of water fluoridation. *Community Dent Oral Epidemiol*; 29(1):37–47.

McDonagh MS, Whiting PF, Wilson PM, (2000). A systematic review of public water fluoridation. *York: York: NHS Centre for Reviews and Dissemination*.

McPherson RA, Ben-ezra J. Basic examination of urine. IN: McPherson RA, Pincus MR, EDS. *Henry's clinical diagnosis and management by laboratory methods*. 22 ed. Philadelphia, PA: Elsevier Saunders; 2011:chap 28.

McClure F.J. (1943) Observations on Induced Caries in Rats: IV. Inhibiting Effect of Fluoride Ingested Post-Eruptively and Prior to the Caries Producing Diet. *J Dent Res* 22: 37-43.

Ministerio de Salud, Departamento de Salud Bucal, DIPRECE (2008). Norma de uso de fluoruros en la prevención odontológica. Santiago: *Gobierno de Chile*.

Ministerio de Salud.

Mella, O. S.; Atalah, S. E.; Aranda, C. W. & Montagna, M. R. Fluorosis dental endémica en Chile: estudio piloto. *Rev. Med. Chil.*, 120(8):866-71, 1992.

Ministerio de Salud (2010). Estrategia nacional de salud para el cumplimiento de los objetivos sanitarios de la década 2011- 2020. Gobierno de Chile.

Murray JJ. Occurrence and metabolism of fluorides. In: Murray JJ. Appropriate use of fluorides for human health. Geneva: World Health Organization; 1986.p.3-32.

Murray JJ, Rugg-Gunn AJ, Jenkins GN. Fluorides in caries prevention. Oxford: Butterworth-Heinemann Ltd; 1991.

Nadanowsky P, Sheiham A. Relative contribution of dental services to the changes in caries levels of 12-year-old children in 18 industrialized countries in the 1970s and early 1980s. *Community Dent Oral Epidemiol*, 1995; 23: 331-339.

OMS, Organización mundial de la Salud (1994). WHO Expert Committee on Oral Health Status and Fluoride Use Fluoride and Oral Health. Geneva: *WHO Technical Report Series N°846*.

Oski F, Deangelis C, Feigin R, McMillan J, Washaw J. Principles and practice of Pediatrics. 2nd EDN. Philadelphia, PA: J.B. Lippincott Company; 1994.

Petersen, PE (2003). Continuous improvement of oral health in the 21 st century- the approach of the WHO Global Oral Programme. *The World Health Report*. Geneva: World Health Organization.

Petersson HG. Bratthall D: The caries decline: a review of reviews. *Eur J Oral Sci* 1996; 104: 436-443.

Pizzo G, Piscopo MR, Pizzo I, Giuliana G (2007). Community water fluoridation and caries prevention: a critical review. *Clin Oral Investig*; 11(3):189–93.

Ramos JA. El flúor y su papel en la mineralización. En: Ramos JA. *Bioquímica bucodental*. Madrid: Síntesis; 1996.p. 105-14.

Remer T, Neubert A, Maser-Gluth C. Anthropometry-based reference values for 24-h urinary creatinine excretion during growth and their use in endocrine and nutritional research, *Am J Clin Nutr* 2002; 75:561–9.

Rioboo R. Flúor: Historia; Biodisponibilidad; Farmacocinética; Toxicidad. En: Rioboo R. *Odontología Preventiva y Odontología comunitaria*. 1ª ed. Madrid: Avances Médico-Dentales; 2002.p. 329-60.

Rugg-Gunn AJ, Do L (2012). Effectiveness of water fluoridation in caries prevention. *Community Dent Oral Epidemiol*, 40 Suppl 2(4):55–64.

Sabbah W, Tsakos G, Chandola T., Sheiman A., Watt RG (2007). Social gradient in oral and general health. *J Dent Res*: Oct; 86(10):992-6.

Sampaio FC, Nazmul Hossain ANM, Von der Fehr FR, Arneberg P (2000). Dental caries and sugar intake of children from rural areas with different water fluoride levels in Paraba, Brazil. *Community Dent Oral Epidemiol*; 28: 307–13.

Seppä L, Kärkkäinen S, Hausen H (2000). Caries in the primary dentition, after discontinuation of water fluoridation, among children receiving comprehensive dental care. *Community Dent Oral Epidemiol*; 28(4):281–8.

Slade GD, Spencer AJ, Davies MJ, Stewart JF (1996). Influence of exposure to fluoridated water on socioeconomic inequalities in children's caries experience. *Community Dent Oral Epidemiol*: 24; 89-100.

Smyth E, Taracido M, Gestal JJ. Los fluoruros en la prevención de la caries dental. En: Smyth E, Taracido M, Gestal JJ. El flúor en la prevención de la caries dental. Madrid: Díaz de Santos; 1991.p. 33-58.

Soto L., Tapia R, Jara G, Rodríguez G, Urbina T (2007). 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. Santiago: Facultad de Odontología. *Ediciones Universidad Mayor*. Serie de documentos técnicos.

Spencer H, Lewin I, Wiatrowski E, Samachson J: Fluoride metabolism in man. *Am J Med* 1970; 49: 807–813.

Spencer AJ: Skewed distributions - new outcome measures. *Community Dent Oral Epidemiol* 1997; 25: 52-9.

Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) (2015). Valores promedios informados para el parámetro flúor por los servicios de agua potable del país. <http://www.siss.gob.cl/577/w3-propertyvalue-3525.html> (fecha de acceso: 06-07-2015).

Szekely M, Fazakas Z, Hobai S, Banoczy J, Villa A. Comparative baseline study of the urinary fluoride excretion in Romanian preschool children. *Caries Res* 2004;38: 377.

Tanner JM. Normal growth and techniques of growth assessment. *Clin Endocrinol Metab.* 1986 Aug;15(3):411-51.

Urbina T, Caro J.C, Vicent M. (1996); (1997); (1999) *Caries Dentaria y Fluorosis en niños de 6 a 8 y 12 años*. Santiago: Ministerio de Salud. Chile.

Vargas E; Chiang J (1986): “Flúor en el agua potable y pastas dentífricas”; Tesis para optar al título de Químico-Farmacéutico; Facultad de Medicina, Escuela de

Química y Farmacia, Universidad de Valparaíso.

Villa A, Anabalón M, Cabezas L. The fractional urinary fluoride excretion in young children under stable fluoride intake conditions. *Community Dent Oral Epidemiol* 2000; 28:344–55.

Villa A, Anabalón M, Zohouri V, Maguire A, Franco AM, Rugg-Gunn A. Relationships between fluoride intake, urinary fluoride excretion and fluoride retention in children and adults: an analysis of available data. *Caries Res*. 2010;44(1):60-8.

Waterhouse C, Taves D, Munzer A. Serum inorganic fluoride: changes related to previous fluoride intake, renal function and bone resorption. *Clin Sci (Colch)* 1980; 58:145–52.

Whitford GM: The physiological and toxicological characteristics of fluoride. *J Dent Res* 1990; 69(special issue):539–549.

Whitford GM: Intake and metabolism of fluoride. *Adv Dent Res* 1994; 8: 5-14.

Whitford GM: *The Metabolism and Toxicity of Fluoride*, ed 2, revised. Basel, Karger, 1996; 16: 1-153.

Wong MCM, Glenny AM, Tsang BWK, Lo ECM, Worthington HV, Marinho VCC. Topical fluoride as a cause of dental fluorosis in children. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2010, Issue 1. Art. No.: CD007693.

Yévenes, I.; Zillmann, G.; Muñoz, A.; Aranda, W.; Echeverría, S.; Hassi, J.; Maass, P. & Salazar, M. Caries and fluorosis in the Santiago metropolitan region in Chile: The impact of the fluoridation of the water. *Rev. Odonto Cienc.*, 26(2):109-15, 2011.

Zohouri FV, Rugg-Gunn AJ. Total fluoride intake and urinary excretion in 4-year-old Iranian children residing in low-fluoride areas. *Br J Nutr* 2000; 83:15–25.

Zohouri FV, Swinbank CM, Maguire A, Moynihan PJ. Is the fluoride/creatinine ratio of a spot urine sample indicative of 24-h urinary fluoride? *Community Dent Oral Epidemiol* 2006; 34: 130–8. BlackwellMunksgaard, 2006.

9. ANEXOS Y APÉNDICES

ANEXO 1

CONSENTIMIENTO INFORMADO DIRIGIDO A LOS PADRES O TUTORES DE LOS ADOLESCENTES (edición Julio 2014)

Proyecto de investigación: “Inequidad de la distribución de caries dental en poblaciones de 12 años de edad de una comunidad con agua fluorurada y otra sin agua fluorurada”

Este estudio es dirigido por la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile, ubicada en Sergio Livingstone 943, de la comuna de Independencia en Santiago. El objetivo es establecer diferencias en la inequidad de la distribución de lesiones de caries dental en poblaciones de 12 años de edad entre una comunidad con agua fluorurada y otra comunidad sin flúor en el agua. En este estudio podrán participar todos los adolescentes de 12 años de edad seleccionados en la muestra. La participación de su hijo (a) permitirá conocer mejor los efectos de los fluoruros en el agua potable en la población de nuestro país. La participación es totalmente voluntaria, no se recibe dinero por participación y una vez aceptada la inclusión en el estudio se puede retractar y retirar sin consecuencia absoluta. Los riesgos de la participación, dado los procedimientos, son muy bajos y se pueden controlar. Quienes participen del estudio serán examinados en el colegio y se le solicitará una muestra de orina (para lo cual se le entregarán todos los insumos necesarios, así como también las instrucciones pertinentes y cuidado de tu privacidad). Se realizarán algunas preguntas para determinar aspectos relacionados con el nivel socioeconómico. La información recolectada no estará identificada, por lo tanto será información anónima y los resultados serán utilizados estrictamente para el cumplimiento del objetivo del estudio. Si presentas problemas de salud bucal recibirás un informe y recomendaciones para resolver los posibles problemas. Se te enseñará cómo cuidar mejor de tu salud bucal. Cualquier consulta del proyecto por favor contactar a Dr. Rodrigo Cabello Ibacache (rcabello@odontología.uchile.cl) al teléfono 2- 9781742. Este trabajo ha

sido aprobado por el comité de ética de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile que es presidido por la Dra. María Angélica Torres (vrodrigu@odontología.uchile.cl). Este documento ha sido editado en Julio 2014.

Yo.....
estoy dispuesto a que mi hijo(a) o pupilo(a)pueda participar en el estudio. He leído la información descrita y mis preguntas acerca del estudio han sido respondidas satisfactoriamente. Al firmar esta copia, indico que tengo un entendimiento claro del proyecto.

Firma.....

Al representante del sujeto de investigación he entregado información sobre el estudio, y en mi opinión esta información es precisa y suficiente para que el sujeto entienda completamente la naturaleza, los riesgos y beneficios del estudio, y los derechos que tiene en tanto sujeto de investigación. No ha existido coerción ni ha actuado bajo influencia alguna.

Nombre del Investigador que toma el CI: _____

Firma: _____ Fecha: _____

Nombre del Investigador Principal: _____

Firma _____ Fecha: _____

Nombre del Director Del Establecimiento: _____

Firma: _____ Fecha: _____

ANEXO 2



Version 18-julio-2014

ASENTIMIENTO INFORMADO DIRIGIDO A LOS ADOLESCENTES DE 12 AÑOS (Edición Julio 2014)

Proyecto de investigación: "Inequidad de la distribución de caries dental en poblaciones de 12 años de edad de una comunidad con agua fluorurada y otra sin agua fluorurada"

Este estudio es de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile, ubicada en Sergio Livingstone 943, de la comuna de Independencia en Santiago. El objetivo es establecer diferencias en la inequidad de la distribución de lesiones de caries dental en los adolescentes de 12 años de edad entre una comunidad con agua fluorurada y otra comunidad sin flúor en el agua. En este estudio podrán participar todos los adolescentes de 12 años de edad seleccionados que sus padres o tutores hayan autorizado su participación. Tú participación permitirá conocer mejor los efectos del flúor en el agua potable en nuestro país. Tú participación es totalmente voluntaria, no se recibe dinero por participación y una vez que aceptas te puedes retractar y retirar sin consecuencia absoluta. Los riesgos de la participación, dado los que haremos, son muy bajos y se pueden controlar. Quienes participen del estudio serán examinados en el colegio y se le solicitará una muestra de orina (para lo cual se le entregaran todos los insumos necesarios, así como también las instrucciones pertinentes y cuidado de tu privacidad). Se realizarán algunas preguntas para determinar aspectos relacionados con el nivel socioeconómico. La información recolectada no estará identificada, por lo tanto será información anónima y los resultados serán utilizados estrictamente para el cumplimiento del objetivo del estudio. Si presentas problemas de salud bucal recibirás un informe y recomendaciones para resolver los posibles problemas. Se te enseñará como cuidar mejor de tu salud bucal. Cualquier consulta del proyecto por favor contactar a Dr. Rodrigo Cabello Ibacache (rcabello@odontologia.uchile.cl) al teléfono 2- 9781742. Este trabajo ha sido aprobado por el comité de ética de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile que es presidido por la Dra. María Angélica Torres (vrodrigu@odontologia.uchile.cl). Este documento ha sido editado en Julio 2014.

Yo estoy dispuesto a participar en el estudio. He leído la información descrita y mis preguntas acerca del estudio han sido respondidas satisfactoriamente. Al firmar esta copia, indico que tengo un entendimiento claro del proyecto.

Firma

.....

Nombre del Investigador que toma el CI	Firma	Fecha
--	-------	-------

Nombre del Investigador Principal	Firma	Fecha
-----------------------------------	-------	-------

Nombre del Director Del Establecimiento	Firma	Fecha
---	-------	-------



ANEXO 3



Ed 27/08/2014

ACTA DE APROBACION DE PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

Dra. MA.Torres Pdte./ Srta. K. Lagos Secr/ Dr. E.Rodriguez/ Dra. X.Lee / Dra. B.Urzúa/ Srta. A.Herrera/ /Srta. MICornejo

ACTA N°:3

1. Acta De Aprobación De Protocolo De Estudio N° 2014/06
2. Miembros del Comité Ético-Científico de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile participantes en la aprobación del Proyecto:

Dra. M^a Angélica Torres V
Presidente CEC

Srta. Karin Lagos
Secretaria CEC

Dr. Eduardo Rodríguez Y.
Miembro permanente del CEC

Dra. Blanca Urzúa
Miembro permanente del CEC

Srta. Ma. Isabel Cornejo
Miembro permanente del CEC

Dra. Ximena Lee .
Miembro permanente del CEC

Srta. Andrea Herrera
Miembro permanente del CEC

3. **Fecha d Aprobación:** 07/08/2014
4. **Titulo completo del proyecto:** "Inequidad de la distribución de caries dental en poblaciones de 12 años de edad de una comunidad con agua fluorurada y otra sin agua fluorurada". Proyecto FIOUCh 2013Versión 18/07/2014
5. **Investigador responsable:** Dr. Rodrigo Cabello Ibacache
6. **Institución Patrocinante:** Facultad de Odontología. U. de Chile.
7. **Documentación Revisada:**
 - Formulario de Proyecto FIOUCh 2013: "Inequidad de la distribución de caries dental en poblaciones de 12 años de edad de una comunidad con agua fluorurada y otra sin agua fluorurada". Versión 18/07/2014
 - Consentimiento Informado (CI) para padres y/o tutores VERSION DEL 18/07/2014, del Proyecto "Inequidad de la distribución de caries dental en poblaciones de 12 años de edad de una comunidad con agua fluorurada y otra sin agua fluorurada". Versión 18/07/2014
 - Asentimiento Informado (CI) para adolescentes VERSION DEL 18/07/2014, del Proyecto "Inequidad de la distribución de caries dental en poblaciones de 12 años

de edad de una comunidad con agua fluorurada y otra sin agua fluorurada”.
Versión 18/07/2014

- Currículo del investigador responsable: Dr. Rodrigo Cabello Ibacache
- Nómina de los coinvestigadores y colaboradores directos de la investigación: Dr. Gonzalo Rodríguez Martínez (IA) e Ismael Yévenes López (Coi)

□

7.- Carácter de la población:

La población de estudio está constituida por los adolescentes de 12 años de edad que habitan en las comunas de Concepción en la Región del Biobío (comunidad sin fluoruración artificial en el agua potable) y los adolescentes de 12 años de edad que habitan en la comuna de Valparaíso en la Región de Valparaíso (comunidad con fluoruración artificial en el agua potable).

Dado que en Chile existe una alta cobertura de la enseñanza escolar básica, se analizará una muestra de 280 individuos que asisten a los colegios en la cada una de las comunas de Concepción y de Valparaíso. Muestra total de 560 individuos.

8.- Fundamentación de la aprobación

La Organización Mundial de la Salud (OMS) reporta que la prevalencia de caries ha disminuido en el tiempo entre los niños de la mayoría de los países industrializados (Peterson, 2003), cambio que puede ser atribuido al aumento del uso de fluoruros, mejoras en la higiene oral y una disminución en la frecuencia del consumo de azúcares (Koning, 1990). La caries dental es una enfermedad infecciosa crónica y multifactorial. Los niños muestran un elevado número de dientes afectados, cuyas lesiones no son tratadas y en nuestro país, la caries dental tiene el carácter de epidemia. Además, otros estudios realizados en Chile han mostrado significativas diferencias en las prevalencias de Caries entre individuos de distinta condición urbano rural y entre los diversos niveles socioeconómicos. Dada la inequidad de la distribución de caries en la población de 12 años de Chile, que afecta principalmente a aquellos individuos de nivel socioeconómico más bajo, este estudio pretende elucidar la influencia de la fluorurización del agua en la distribución de la caries dental en niños de 12 años de edad de comunidades con agua fluorurada y comunidades sin agua fluorurada, presentando así un precedente concreto del efecto de esta política sanitaria y decidir sobre si es recomendable los individuos de nivel socioeconómico más bajo, este estudio pretende elucidar la influencia de la fluorurización del agua potable, como es la Región del Biobío. El diseño de esta investigación se ajusta a las normas de Investigación en Seres Humanos, los antecedentes curriculares del Investigador Principal garantizan la ejecución de este proyecto dentro de los marcos éticamente aceptables. Se garantiza el derecho a la privacidad y al anonimato de los sujetos de investigación y la razón riesgo/beneficio fue estimada aceptable. Se han presentado formularios de Consentimiento informado para tutores y Asentimiento que cumplen con los requisitos exigidos.

En consecuencia, el Comité Ético Científico de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile, Aprueba por unanimidad de sus miembros el estudio: "Inequidad de la distribución de caries dental en poblaciones de 12 años de edad de una comunidad con agua fluorurada y otra sin agua fluorurada". Proyecto FIOUCh 2013 Versión 18/07/2014; bajo la conducción del Dr. Rodrigo Cabello Ibacache del Depto. Odontología Restauradora de la Facultad de Odontología, Universidad de Chile.

El Dr. Rodrigo Cabello ha asumido el compromiso de enviar a este Comité las respectivas cartas de compromiso de los Directores de los Colegios reclutados en cada comuna en el estudio, así como los documentos correspondientes a la encuesta a realizar en los estudiantes. El Comité recabará información a partir de los tres meses venideros para determinar si los documentos faltantes han sido enviados para su evaluación.

Una vez finalizado el estudio el comité deberá ser informado de los resultados mediante carta formal o envío electrónico del informe final. Este Comité se reserva el derecho de monitorear este proyecto si lo considera necesario y el investigador deberá, bajo mutuo acuerdo, presentar los antecedentes solicitados.



Dra. María Angélica Torres V.
Presidenta CEC-Fouch

C/C.
Investigador Principal.
Secretaría C.E.C.



ANEXO 4



Comité Institucional de Bioseguridad
Administración Conjunta Campus Norte
FDO N°47

Santiago, 11 de Agosto de 2014.

C E R T I F I C A D O

El Comité Institucional de Bioseguridad (CIB) ha analizado el Proyecto de Investigación PRI-ODO 2014, titulado **“Inequidad de la distribución de caries dental en poblaciones de 12 años de edad de una comunidad con agua fluorada y otra sin agua fluorada”**. El Investigador Responsable de este proyecto es el Prof. Rodrigo Cabello Ibacache, Académico del Departamento de Odontología Restauradora.

Los análisis de medición de flúor en muestras de orina provenientes de los voluntarios se realizarán en el laboratorio de NanoBiomateriales de la Facultad de Odontología, Universidad de Chile.

El CIB certifica que la Clínica y la Facultad mencionada anteriormente, cuenta con las facilidades para el manejo y desecho del material biológico y químico a utilizar en el proyecto de acuerdo al Manual de Bioseguridad, Conicyt 2008. Además, el investigador se compromete a velar por el cumplimiento de las normas de bioseguridad, durante el desarrollo del proyecto.

Se extiende el presente certificado a solicitud del Prof. Cabello para ser presentado a la Dirección de Investigación de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile.

Dr. Mario Chiong
Secretario

Dra. Carla Lozano M.
Presidenta

Facultad de Odontología. Sergio Livingstone P. 943, Independencia, Fono 29781793-29781832, Fax: 29781748, Santiago.
<http://odontologia.uchile.cl>
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Sergio Livingstone P. 1007, Independencia, Fono 29781793 Fax: 29781748,
Santiago. <http://www.quimica.uchile.cl/>

ANEXO 5

Instructivo toma de muestras padres

El cumplimiento de este instructivo es vital para el desarrollo de la investigación.

Protocolo toma de muestra de orina Adolescentes muestra matinal

1. Se debe tomar una muestra de la primera orina del menor en la mañana, y debe estar en ayuno.
2. En caso de ser necesario puede ayudar al menor a recolectar la muestra utilizando los elementos de bioseguridad entregados. (guantes y mascarillas).
3. La orina debe ser recolectada en un recipiente limpio, pastico y de tapa rosca el cual será entregado en forma previa (envase más pequeño, 250 ml).
4. El recipiente que sea utilizado para la toma de muestra debe venir correctamente rotulado con el nombre del menor desde su hogar.
5. El recipiente con orina debe ser guardado en una bolsa plástica con cierre hermético y asegurarse que el menor lo lleve al establecimiento educacional el mismo día a primera hora.

Guardar ambos recipientes plásticos en la bolsa plástica grande que será entregada con el nombre del alumno.

ANEXO 6

Instructivo toma de muestras adolescentes

Protocolo toma de muestra de orina Adolescentes muestra matinal

6. Se debe tomar una muestra de la primera orina de la mañana, en ayuno.

7. Utilizar elementos de bioseguridad entregados para recoger la orina. (guantes y mascarillas).

8. La orina se junta en un recipiente limpio, pastico y de tapa rosca entregado previamente (envase más pequeño).

9. El recipiente que utilizará estará rotulado.

10. El envase con orina se debe guardar en una bolsa plástica con cierre hermético y llevarlo el mismo día.

Guardar ambos recipientes plásticos en bolsa plástica grande entregada con su nombre