



Liberación de fluoruro de dos cementos de ionómero de vidrio: estudio *in vitro*

Fluoride release of two glass-ionomer cements: in vitro study

Carol Rubí Delgado Muñoz,* Juana Paulina Ramírez Ortega,§ Adolfo Yamamoto Nagano^{II}

RESUMEN

Objetivo: El propósito de este estudio fue comparar la cantidad de fluoruro liberada por dos cementos de ionómero de vidrio: Ketac Molar Easymix® (3M ESPE), el cual es de reciente aparición en el mercado y ofrece la ventaja de mezclarse fácilmente, y FUJI II® (GC Dental Industrial Corporation), el cual ha estado a la venta por más tiempo. **Métodos:** Ambos materiales se manipularon de acuerdo con las indicaciones del fabricante. Se realizaron 15 muestras de cada cemento de ionómero de vidrio, utilizando conformadores de muestras de 4 mm de diámetro por 6 mm de altura. Se colocó el cemento de ionómero de vidrio en los conformadores y se prensó. Las muestras fueron introducidas en una estufa ($37 \pm 1^\circ\text{C}$ a 90% de humedad relativa). Una hora después las muestras se retiraron de la estufa y fueron inmersas individualmente en 1 mL de agua desionizada, en un recipiente de plástico sellado herméticamente. Posteriormente se almacenaron en una cámara a $37 \pm 1^\circ\text{C}$. A las 24 horas se retiraron las muestras de la cámara y de la solución de almacenaje, se enjuagaron con agua desionizada, se eliminó el exceso de agua con papel secante y se transfirieron a otro recipiente, añadiendo 1 mL de agua desionizada para colocar las muestras en la estufa bajo las mismas condiciones. A la solución de almacenaje se le agregó la solución tampón de ajuste de la fuerza iónica total para ser leída utilizando un potenciómetro y un electrodo selectivo para fluoruros bajo agitación magnética. Para llevar a cabo la determinación de fluoruro, previamente se prepararon soluciones del mismo a diferentes concentraciones para establecer la curva de calibración. El mismo procedimiento se realizó de la manera antes descrita los 36 días que duró el estudio. **Resultados:** Ambos cementos liberaron fluoruro. La más alta liberación se presentó durante las primeras 24 horas para ambos cementos, declinó en el segundo día y gradualmente disminuyó con el tiempo. Los resultados fueron analizados estadísticamente utilizando la prueba Mann-Whitney, en la cual no se encontraron diferencias significativas. **Conclusiones:** Ambos cementos de ionómero de vidrio presentan una liberación similar de fluoruro. Los cementos de ionómero de vidrio son ideales en odontología preventiva y en la técnica restaurativa atraumática.

Palabras clave: Cemento de ionómero de vidrio, liberación de fluoruro.

Key words: Glass ionomer cement, fluoride release.

ABSTRACT

Objective: The aim of the present study was to compare the amount of fluoride released by two glass-ionomer cements: Ketac Molar Easymix® (3M ESPE), which has recently appeared in the market and offers the additional advantage of easy mixing, and FUJI II® (GC Dental Industrial Corporation), which has been for a longer time available in the market. **Methods:** Both materials were handled according to the manufacturer's instructions. 15 samples were made of each glass ionomer cement using sample molds which measured 4 mm diameter x 6 mm height. Glass ionomer cement was placed into the molds and then pressed. Samples were introduced in an oven ($37 \pm 1^\circ\text{C}$ at 90% relative humidity). After one hour had elapsed, samples were withdrawn from the oven and then individually immersed in 1 mL deionized water in a hermetically sealed plastic container, to be later stored in a chamber at $37 \pm 1^\circ\text{C}$. After 24 hours, samples were removed from the chamber and withdrawn from the storing solution, they were then rinsed with deionized water and excess water was removed with blotting paper. Samples were then transferred to another container adding 1 mL de-ionized water in order to be placed in the oven under the same conditions. Total ionic strength adjustment buffer solution was incorporated into the storing solution for it to be read with the help of a potentiometer (pH-meter) and a fluoride selective electrode for fluoride under magnetic agitation. Prior to conducting fluoride measurements, solutions were prepared in different concentrations in order to establish the calibration curve. The same procedure was performed in the aforementioned manner during the 36 days which the study lasted. **Results:** Both cements released fluoride. For both cements, highest release was observed during the first 24 hours. Release declined during the second day and kept gradually decreasing with time. Results were statistically analyzed using the Mann-Whitney test. No statistically significant differences were observed. **Conclusions:** Both glass ionomer cements exhibited similar fluoride release. Glass ionomer cement are ideal for use in preventive dentistry as well as in atraumatic restorative technique.

* Egresada de la Especialidad en Odontopediatría.

§ Profesora del Departamento de Materiales Dentales.

^{II} Profesor de la Especialidad en Odontopediatría.

División de Estudios de Postgrado e Investigación de la Facultad de Odontología de la UNAM.

Este artículo puede ser consultado en versión completa en
<http://www.medigraphic.com/facultadodontologiaunam>

INTRODUCCIÓN

Las aplicaciones clínicas de los cementos de ionómero de vidrio (CIV) en la operatoria dental se han incrementado en gran medida desde su introducción por Wilson y Kent en 1971. Aunque poseen una baja resistencia a las cargas oclusales y son opacos, los CIV tienen grandes ventajas sobre los demás materiales restauradores.¹

Estos cementos son ideales en los dientes primarios, sobre todo en la técnica TRA² (técnica restaurativa atraumática), ya que se unen químicamente a las estructuras dentales, son biocompatibles³ y liberan fluoruro por largos períodos de tiempo, cinco años según Croll y colaboradores⁴ y ocho años según Forsten.⁵

La liberación de fluoruro de los CIV beneficia a los pacientes, ya que previene el inicio de lesiones cariosas, así como la caries secundaria, debido a que el fluoruro causa la remineralización de las lesiones cariosas tempranas.^{6,7} Por ello, muchos autores sugieren que el fluoruro, en bajas concentraciones, es necesario en los fluidos orales para reducir la incidencia de caries,⁸⁻¹⁰ la cual resulta por la disminución de la solubilidad del esmalte en los ácidos bucales y por la inhibición de las enzimas bacterianas a causa del mismo fluoruro.^{11,12}

Al entrar en contacto con el esmalte y la dentina, el fluoruro del CIV lleva a cabo un intercambio iónico con la hidroxiapatita del diente, formando fluorapatita, la cual es más dura y menos soluble en los ácidos, fenómeno que es aprovechado también en su uso como sellador de fosetas y fisuras.¹³

Existen algunas variables intrínsecas que intervienen en el proceso de la liberación de fluoruro, las cuales son determinadas principalmente por su fabricación: la composición del vidrio de aluminosilicato y del ácido polialquenoico, el tamaño de partícula del polvo, la proporción relativa de los constituyentes (vidrio/poliácido/ácido tartárico/agua) en el cemento mezclado y, por último, el proceso de mezclado.^{14,15}

Cuando son mezclados los componentes del ionómero de vidrio experimentan una reacción, involucrando la neutralización de los grupos ácidos por la base sólida del polvo de vidrio. Durante la mezcla y después de la reacción, cantidades importantes de fluoruro son liberados, y esta liberación es más alta en los primeros días.^{16,17}

Por presentar valores de acidez muy parecidos a los de los cementos de fosfato de zinc, se esperaría que irritaran a la dentina del mismo modo, sin embargo, en los cementos de ionómero de vidrio el tamaño molecular del poliácido no permite que éste penetre

en los túbulos dentinarios y, por tanto, su efecto irritante es menor, pero aun así es recomendable usar un forro de hidróxido de calcio en cavidades muy profundas y/o recién talladas donde se vaya a colocar el cemento.¹⁸

A su vez, los cementos de ionómero de vidrio son susceptibles a la disolución o desecación mientras se lleva a cabo la reacción química de endurecimiento, y tienden a fracturarse si tienen contacto con la humedad en este periodo de tiempo; por eso se recomienda protegerlos con un barniz durante las primeras horas después del fraguado.¹⁹

Cabe mencionar que debido a la alta viscosidad del poliácido, los CIV son difíciles de mezclar.²⁰ El ionómero de vidrio Ketac Molar Easymix® (3M ESPE) es menos viscoso y, por ende, fácil de manipular,²¹ propiedad que es de utilidad para los odontopediatras, ya que por su fácil mezclado se facilita el procedimiento clínico.

El propósito de este estudio fue comparar la cantidad de fluoruro liberado del CIV Ketac Molar Easy Mix,[®] el cual tiene la cualidad de ser de fácil mezclado, con el CIV Fuji II,[®] el cual es un cemento de ionómero de vidrio ya reconocido por su calidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron los cementos de ionómero de vidrio Ketac Molar Easymix® (3M ESPE) y Fuji II® (GC *Dental Industrial Corp.*), ambos para restauración. Se realizaron 15 muestras de cada CIV ($n = 30$). Los cementos fueron mezclados de acuerdo con las indicaciones de cada fabricante. Se colocó la mezcla en conformadores de muestras de 4 mm de diámetro por 6 mm de altura, y éstos en prensas. Despues, las muestras fueron llevadas a una estufa Hanau® ($37 \pm 1^\circ\text{C}$ y 90% HR). Las muestras fueron retiradas de los hacedores 60 minutos después, e inmersas individualmente en 1 mL de agua desionizada en un recipiente de plástico, y se almacenaron en una cámara a $37 \pm 1^\circ\text{C}$ (Felisa®).

Veinticuatro horas después, se retiraron las muestras de la solución de almacenaje, se enjuagaron con 1 mL de agua desionizada, se retiró el exceso de agua con papel secante, se colocaron en un nuevo recipiente y se agregó 1 mL de agua desionizada y se almacenaron bajo las mismas condiciones ($37 \pm 1^\circ\text{C}$). A la solución donde estuvieron almacenadas las muestras durante 24 horas, se le agregó 1 mL de solución TISAB para llevar a cabo la determinación de fluoruro con un potenciómetro (Oakton® pH/Con 510) y un electrodo selectivo para fluoruros (Orion® 9609 BN), bajo agitación magnética. Para llevar a cabo la determinación de fluoruro,

se prepararon soluciones del mismo a diferentes concentraciones para establecer la curva de calibración. El mismo procedimiento descrito se realizó los 36 días que duró el estudio. Los resultados fueron analizados estadísticamente utilizando la prueba Mann-Whitney.

RESULTADOS

Se comprobó que las dos marcas de cementos liberaron fluoruro. La cantidad de fluoruro liberado fue mayor las primeras 24 horas, declinó en el segundo día, y gradualmente disminuyó a lo largo del estudio. Este comportamiento se observó en ambos cementos de ionómero de vidrio. También se observa que los perfiles de fluoruro liberado son casi paralelos, principalmente los primeros dos días (*Figura 1*).

Durante el estudio, se observó una mayor liberación de fluoruro del CIV Fuji II®, además de presentar más picos en la gráfica, mientras que en el CIV Ketac Molar Easy Mix® se apreció una liberación más homogénea (*Figura 1*).

En el cuadro 1 se presentan los resultados promedio del fluoruro liberado (ppm) de ambos cementos, así como su desviación estándar.

Los resultados fueron analizados estadísticamente con la prueba Mann-Whitney para comparar la cantidad de fluoruro liberado por ambos cementos, y no se encontraron diferencias significativas.

DISCUSIÓN

En este estudio, se comprobó que ambos CIV liberan fluoruro, además de que la cantidad de fluoruro liberado es mayor en las primeras 24 horas (efecto *burst* o chorro), decrece en el segundo día y disminuye gradualmente con el tiempo, resultados que concuerdan con los obtenidos por De Shepper y su grupo,²² Wilson y asociados,²³ Perrin C,²⁴ Globber y colegas,²⁵ Bala O y colaboradores,²⁶ entre otros.

Según estudios de Forsten,⁵ el fluoruro es el agente más efectivo en la prevención de la caries. El metabolismo de la bacteria que causa la caries es inhibido, y la resistencia del esmalte y dentina se incrementa. El esmalte poroso y la dentina reblandecida pueden ser remineralizados en presencia del fluoruro.

El efecto *burst* o chorro, que se da durante las primeras 24 horas, se refiere a la liberación masiva de fluoruro,²⁷ y es de gran importancia, ya que es aquí donde es mayor el efecto bactericida y bacteriostático de los CIV.^{28,29} Por eso los CIV son los materiales de elección para prevención de caries, a pesar de que, por otro lado, estudios *in vitro* señalan que aunque los compómeros no presentan el efecto *burst* (chorro), registran una liberación a largo plazo cercana a la que registran los ionómeros de vidrio.^{30,31} Aun estos niveles bajos pero constantes de fluoruro reducen el crecimiento bacteriano, la composición de la placa dentobacteriana, así como la producción de ácidos.²⁷

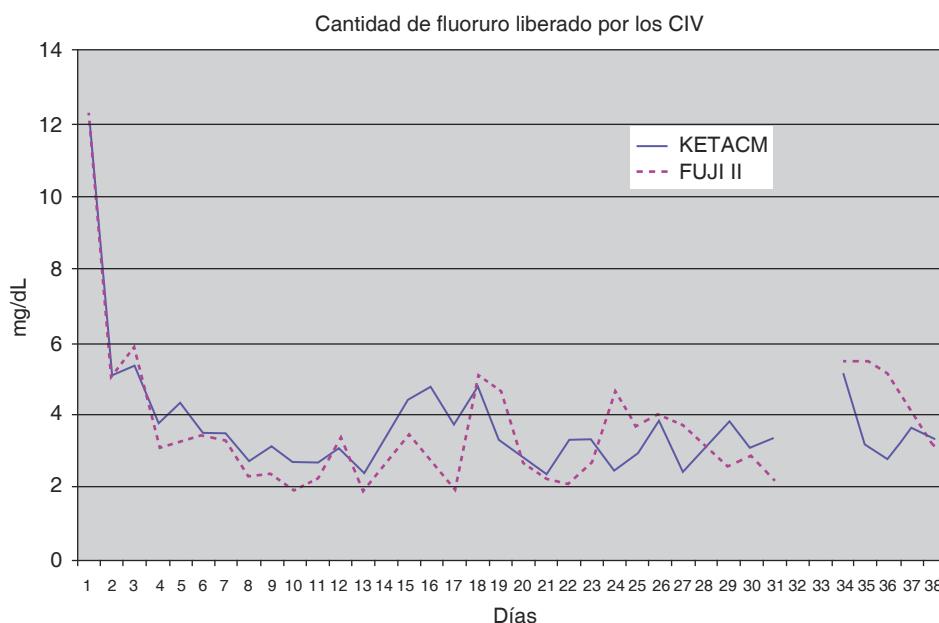


Figura 1.

Se puede observar el comportamiento de ambos cementos durante los 36 días del estudio. La liberación mayor de fluoruro fue a las 24 horas y disminuyó con el tiempo, lo que indica el pico más grande en la gráfica (efecto *burst* o chorro). En el día 34 se aprecia un incremento de fluoruro, ya que no se realizaron mediciones en los días 32 y 33, por lo que el fluoruro se acumuló.

Según Swift y su grupo,³² la caries que persiste después de colocar una restauración con CIV, se debe a espacios entre la restauración y la pared dental, de ahí la importancia de cerciorarnos que nuestras restauraciones estén en contacto íntimo con la estructura dental y de usar un barniz sobre la restauración, acción que impedirá la microfiltración y disminuirá la actividad metabólica de bacterias acidógenas y acidúricas como el *Streptococcus mutans*, importante en el desarrollo de la caries.^{33,34}

En el presente estudio se habla de la disminución del riesgo de caries mediante el fluoruro liberado de una restauración temporal con CIV. Otros autores señalan que cuando se colocan los CIV como bases, debajo de otra restauración, registran mayor inhibición de *S. mutans*, ya que están en contacto con la lesión cariosa y no tienen la desventaja de sufrir el constante flujo de saliva que diluye la concentración de fluoruro,^{28,34} aunque en este último caso, no se daría como tal la liberación constante a largo plazo de fluoruro en la cavidad bucal.

Por otro lado, Forsten²⁸ y Swift³² señalan que en presencia de un pH bucal ácido a causa de una deficiente higiene bucal, ningún material que libere fluoruro garantizará la prevención de lesiones cariosas, caries recurrente y caries en superficies proximales, las cuales son las más frecuentes en niños.

Cabe mencionar que debido a sus pobres propiedades físicas, los ionómeros de vidrio no deben ser considerados una restauración universal que será sometida a tensiones (cargas).³² Los CIV son ideales en dientes primarios, en restauraciones temporales de dientes permanentes, restauraciones en dientes permanentes que no están sujetas a cargas oclusales y en la técnica TRA. Dicha técnica ha ganado interés en poblaciones de pacientes que no tienen acceso a la odontología moderna.⁴

La cantidad necesaria de fluoruro para prevenir y tratar la caries no está documentada. Se asume que el contenido de fluoruro debe ser tan alto como sea posible, pero sin efectos adversos en las propiedades físicas del material.⁵

Aunque en este estudio la cantidad de fluoruro liberado fue similar para ambos CIV, pueden existir variaciones, como lo señalan Roeland y asociados,¹⁶ que tienen que ver con la marca, matriz, el relleno, la cantidad de fluoruro añadido, la proporción polvo-líquido y el proceso de mezclado.

En el cuadro I se puede observar que en el día 34 hubo un incremento en la cantidad de fluoruro en ambos cementos de ionómero de vidrio, debido a que no se llevó a cabo la medición los días 32 y 33 del estudio, por lo que el fluoruro se acumuló.

Cuadro I. Se presentan los resultados promedio y desviación estándar del fluoruro liberado (ppm) de ambos cementos durante todo el estudio. Tanto el promedio como la desviación estándar son muy similares para ambos cementos de ionómero de vidrio.

CIV	Días																																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	34	35	36	37	38	
KETAC MOLAR	Promedio	12.0	5.2	5.4	3.8	4.3	3.5	3.5	2.7	3.2	2.8	2.7	3.1	2.4	3.5	4.4	4.8	3.7	4.8	3.3	2.8	2.4	3.3	3.4	2.5	2.9	3.9	2.4	3.2	3.8	3.1	3.3	5.1	3.2	2.8	3.7	3.3
	$\sigma \pm$	2.4	1.6	3.6	2.2	2.5	1.6	2.1	1.0	0.9	0.8	1.4	0.8	3.1	1.6	2.5	2.4	3.1	2.0	1.9	1.1	2.1	1.5	1.2	1.3	1.5	0.9	1.5	2.6	1.5	1.6	2.2	0.6	0.6	1.8	1.3	
FUJI II	Promedio	12.4	5.0	6.0	3.0	3.3	3.5	3.3	2.3	2.4	1.9	2.2	3.4	1.8	2.6	3.5	2.8	1.9	5.1	4.7	2.7	2.3	2.1	2.7	4.6	3.6	4.1	3.7	3.1	2.6	2.8	2.2	5.5	5.5	5.1	4.0	3.1
	$\sigma \pm$	2.6	2.2	1.7	1.1	1.0	1.5	1.4	0.8	0.6	0.7	0.7	1.3	1.1	1.0	2.1	1.2	1.4	2.6	1.2	0.9	0.9	1.2	1.2	1.3	1.2	0.9	0.9	0.9	0.8	0.7	1.8	1.5	1.3	1.1	0.8	

El comportamiento de la liberación de fluoruro del CIV Fuji II® se puede apreciar en la figura 1.

Se observaron más picos en ésta, lo cual podría atribuirse a pequeñas variaciones en las proporciones de polvo y líquido, tal como lo han señalado Wiegand y colegas.²⁷

CONCLUSIONES

Ambos cementos de ionómero de vidrio liberaron fluoruro, en mayor cantidad durante las primeras 24 horas, después decreció gradualmente y se hizo constante en los siguientes días del estudio.

Se deben seguir realizando estudios sobre la liberación de fluoruro de los CIV, ya que son una alternativa más para los odontopediatras en la prevención de caries durante la infancia, así como en la técnica TRA.

REFERENCIAS

- Verbeeck RMH, De Moor RJG, Van Even DFJ, Martens LC. The short-term fluoride release of a hand-mixed versus capsulated system of a restorative glass-ionomer cement. *J Dent Res.* 1993; 72 (3): 577-581.
- Botelho M. Inhibitory effects on selected oral bacteria of antibacterial agents incorporated in a glass ionomer cement. *Car Res.* 2003; 37: 108-114.
- Dhondt CL, De Maeyer EAP, Verbeek RMH. Fluoride release from glass ionomer activated with fluoride solutions. *J Dent Res.* 2001; 80 (5): 1402-1406.
- Croll P, Nicholson JW. Glas ionomer cements in pediatric dentistry: review of the literature. *Pediatr Dent.* 2002; 24: 423-429.
- Forsten L. Fluoride release and uptake by glass-ionomers and related materials and its clinical effect. *Biomaterials.* 1998; 19: 503-508.
- Tam L, Chan G, Yim D. *In vitro* caries inhibition effects by conventional and resin-modified glass-ionomer restorations. *Oper Dent.* 1997; 22: 4-15.
- Benelli E, Serra M, Rodriguez Jr A, Cury J. *In situ* anticariogenic potential of glass ionomer cement. *Car Res.* 1993; 27: 280-284.
- Fahinur E, Rengin E, Cemal E. A comparative study of plaque mutans streptococci levels in children receiving glass ionomer cement and amalgam restorations. *J Dent Child.* 2003; 70: 10-14.
- Seppä L, Torppa E, Luoma H. Effect of different glass ionomers on the acid production and electrolyte metabolism of *Streptococcus mutans* ingbritt. *Car Res.* 1992; 26: 434-438.
- Duckworth RM, Morgan SN. Oral fluoride retention after use of fluoride dentifrices. *Car Res.* 1991; 25: 123-129.
- Fross H, Näse L, Seppä L. Fluoride concentration, mutans streptococci and lactobacilli in plaque from old glass ionomer fillings. *Car Res.* 1995; 29: 50-53.
- Rippa LW. Dental materials related to prevention-fluoride incorporation into dental materials: reaction paper. *Adv Dent Res.* 1991; 5: 56-59.
- Graham JM. *Atlas práctico de cementos de ionómero de vidrio.* Barcelona: Ed Salvat; 1990. pp. 120-123.
- Roeland JG, De Moor, Verbeeck RMH, Erna AP, De Maeyer. Fluoride release profiles of restorative glass ionomer formulations. *Dent Mater.* 1996; 12: 88-95.
- Weidlich P, Miranda LA, Maltz M, Samuel SMW. Fluoride release and uptake from glass ionomer cements and composite resins. *Braz Dent J.* 2000; 11 (2): 89-96.
- Mc Lean JW. Clinical applications of glass ionomer cements. *Op Dent.* 1992; 5: 184-190.
- Barceló FH, Palma JM. *Materiales dentales.* México: Ed. Trillas; 2004. pp. 97-102.
- Johnson GH, Powell LV, De Rouen TA. Post-cementation pulpal sensitivity: zinc phosphate and glass ionomer luting cements. *J Am Dent Assoc.* 1993; 124 (11): 38-46.
- Castro GW, Gray SE, Buijken DJ, Regan SE. The effect of various surface coatings on fluoride release from glass ionomer cement. *Oper Dent.* 1994; 19 (5): 194-198.
- Scholtanus JD, Huysmans MC. Clinical failure of class II restorations of a highly viscous glass-ionomer material over a 6-year period: a retrospective study. *J Dent.* 2007; 32 (2): 156-162.
- Instructivo anexo del CIV Ketac Molar Easymix® (3M ESPE).
- De Shepper EJ, Berr EA 3rd, Cailleteau JG, Tate WH. A comparative study of fluoride release from glass-ionomer cements. *Rev Belge Med Dent.* 1996; 51 (1): 22-35.
- Wilson AD, Groffman DM, Kuhn AT. The release of fluoride and other chemical species from a glass ionomer cement. *Biomaterials.* 1985; 6: 431-433.
- Perrin C, Persin M, Sarrazin J. A comparision of fluoride release from four glass-ionomer cements. *J Nihon Univ Sch Dent.* 1997; 39 (3): 123-127.
- Gloober SR, Rossouw RJ, Van Wyk-Kotze TJ. A comparision of fluoride release from various dental materials. *J Dent.* 1998; 26 (3): 259-265.
- Bala O, Uctasil M, Can H, Türköz E, Cam M. Fluoride release from various restorative materials. *J Dent.* 1998; 26 (4): 355-359.
- Wiegand A, Wolfgang B, Attin T. Review on fluoride-releasing restorative materials-fluoride release and uptake characteristics antibiotic activity and influence on caries formation. *Dent Mater.* 2007; 23: 343-362.
- Forsten L. Fluoride release of glass ionomers. *Journal of Esthetic Dentistry.* 1994; 6: 217-222.
- Forss H, Jokinen J, Spets-Happonen S, Seppä L, Louma H. Fluoride and mutans streptococci in plaque grown on glass ionomer and composite. *Car Res.* 1999; 25: 454-458.
- Shaw AJ, Carrick T, McCabe JF. Fluoride release from glass-ionomer and compomer restorative materials: 6 month data. *J Dent.* 1998; 26 (4): 344-359.
- Ausmussen E, Peutzfeld A. Long-term fluoride release from glass ionomer cement, a compomer, and from experimental resin composites. *J Prosthet Dent.* 1998; 80 (4): 474-478.
- Swift E. Effects of glass ionomers on recurrent caries. *Oper Dent.* 1989; 14: 40-43.
- Loyola J, García F, Lindquist R. Growth inhibition of glass ionomer cements on mutans streptococci. *Pediatr Dent.* 1994; 16 (5): 346-349.
- Forss H, Näse L, Seppä L. Fluoride concentration, mutans streptococci and lactobacilli in plaque from old glass ionomer fillings. *Car Res.* 1995; 29: 50-53.

Dirección para correspondencia:
Adolfo Yamamoto Nagano
 E-mail: jaynt13@yahoo.com.mx