

# Ionómeros de vidrio restauradores: valoración de acuerdo a la Norma 96 de la ADA

Glass-ionomer restoratives: an evaluation according to standard 96 of the ADA

**C.D. Laura Angélica Flores Sánchez**

Alumna del Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Médicas, Odontológicas y de la Salud. Facultad de Odontología, UNAM.

*Recibido: Enero de 2010*

*Acceptado para publicación: Febrero de 2010*

**Mtra. Juana Paulina Ramírez Ortega**

Profesora del Laboratorio de Materiales Dentales, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Facultad de Odontología, UNAM.

## Resumen

**Objetivo.** El objetivo de este estudio fue valorar de acuerdo a la Norma 96 de la ADA, el comportamiento físico de cinco marcas comerciales de cementos de ionómero de vidrio convencionales usados para restauración disponibles actualmente en la Ciudad de México.

**Materiales y métodos.** Se seleccionaron cinco ionómeros de vidrio: Fuji II© (GC Corp), Ketac Molar Easymix© (3M ESPE), Mirafill© (Faprodmir), Medental© (Medental) y Glasion© (Sci-Pharm). Todos los cementos se manipularon de acuerdo a las indicaciones de cada fabricante, en una habitación con temperatura controlada ( $23 \pm 1^\circ\text{C}$  /  $60 \pm 5\%$  humedad relativa HR). Siguiendo el procedimiento establecido en la Norma No. 96 de la ADA, se realizaron las pruebas de tiempo de fraguado, resistencia a la compresión y erosión ácida.

**Resultados.** En las pruebas de tiempo de fraguado y erosión ácida, todos los cementos estudiados cumplieron con los valores establecidos en la Norma 96 de la ADA. En la prueba de resistencia a la compresión sólo Fuji II® y Ketac Molar Easymix® alcanzaron valores superiores a los 130 MPa requeridos en la Norma.

**Conclusiones.** Tres de los cinco cementos estudiados no alcanzaron el valor mínimo de resistencia a la compresión establecido en la Norma, prueba fundamental en los cementos restauradores. En tiempo de fraguado y erosión ácida todos tuvieron valores dentro de la norma.

**Palabras clave:** Ionómero de vidrio, restauración, tiempo de fraguado, resistencia a la compresión, erosión ácida.

## Abstract

**Objective.** The aim of this study was to evaluate, according to Specification N° 96 of the ADA, the physical properties of five restorative glass-ionomer cements available in Mexico City.

**Materials and methods** Five glass-ionomer cements were selected: Fuji II© (GC Corp), Ketac Molar Easymix© (3M ESPE), Mirafill© (Faprodmir), Medental© (Medental), and Glasion© (Sci-Pharm). All cements were prepared according to the manufacturer's instructions, at  $23 \pm 1^\circ\text{C}$  and  $50 \pm 5\%$  relative humidity. Following the procedure established in Specification No. 96 of the ADA, tests relating to setting time, compressive strength and acid erosion were performed.

**Results.** In the tests for net setting time and acid erosion using an impinging jet technique, all the cements studied complied with the values established in Specification No. 96 of the ADA. In compressive strength, Fuji II® and Ketac Molar Easymix® achieved values above the 130 MPa required by the aforementioned standard.

**Conclusions.** Three of the five cements studied failed to reach the minimum compressive strength value established by Specification No. 96 of the ADA, a fundamental test for restorative cements. In terms of setting time and acid erosion, values did comply with the specified standard.

**Key words:** Restorative glass ionomer, restoration, net setting time, compressive strength, acid erosion by impinging jet technique

## Introducción

**L**a Odontología en su búsqueda de materiales ideales para el tratamiento de la caries dental ha desarrollado, a través de los años, diversos elementos que ayudan a restituir la estructura dental perdida. Entre éstos se encuentra el cemento de ionómero de vidrio o polialquenoato de vidrio, desarrollado en 1969 por Wilson y Kent, quienes combinando el polvo del cemento de silicato y el líquido del cemento de policarboxilato de zinc crearon un nuevo material dental basado en la reacción del aluminosilicato con el ácido poliacrílico, conjugando las propiedades de ambos cementos: adhesión específica y liberación de fluoruro. Este producto fue llamado originalmente cemento ASPA (Aluminio, Silicato y PoliAcrilato). Sin embargo, mostró ciertas desventajas como textura irregular, fraguado lento, sensibilidad a la humedad y en ciertas ocasiones dolor postoperatorio. A pesar de ello, sus ventajas como liberación de fluoruro, adhesión específica a esmalte y dentina y coeficiente de expansión térmica (CELT) similar al diente, motivaron el mejoramiento del material hasta conseguir el cemento que conocemos como ionómero de vidrio.<sup>1-5</sup>

Actualmente, se encuentran en el mercado diferentes marcas de ionómero convencional para restauración, pues unas han surgido recientemente y otras han ido desapareciendo, lo que conduce a cuestionarnos si los cementos disponibles actualmente en la Ciudad de México tienen la calidad suficiente para tener un desempeño adecuado en la cavidad bucal, teniendo en cuenta las condiciones a las que estarán sometidos como fuerzas masticatorias, humedad, temperatura y pH. Esta situación nos motiva a llevar a cabo un estudio para valorar las propiedades físicas que presentan los cementos de ionómero de vidrio restauradores de acuerdo a los lineamientos especificados en la Norma número 96 de la ADA<sup>6</sup> para cementos de base acuosa, ya que en ella se establecen los requisitos que deben cumplir este grupo de materiales para asegurar que tendrán un buen desempeño clínico.

## Materiales y métodos

Se seleccionaron 5 cementos de ionómero de vidrio convencionales usados para restauración de las marcas Fuji II® (GC Corp); Ketac Molar Easymix® (3M ESPE); Mirafill® (Faprod-mir); Medental® (Medental) y Glasion® (Sci-Pharm). Todos los cementos se manipularon de

acuerdo a las indicaciones de cada fabricante, en una habitación con temperatura controlada ( $23\pm 1^\circ\text{C}/60\pm 5\%$  HR).

Siguiendo los lineamientos establecidos en la Norma N° 96 de la ADA, se realizaron las siguientes pruebas:

### Tiempo de Fraguado

El cemento mezclado se colocó en un molde y se llevó a la estufa Hanau ( $37\pm 1^\circ\text{C}$ ,  $90\pm 5\%$  HR), posteriormente a determinados intervalos se hicieron indentaciones con la aguja Gillmore. El tiempo de fraguado neto se registró como el tiempo transcurrido entre el fin de la mezcla y cuando la aguja ya no hizo una indentación completa de forma circular en el cemento. Se realizaron tres determinaciones por cada marca de cemento.

### Resistencia a la Compresión

Se prepararon 25 muestras (5 de cada marca), utilizando un molde cilíndrico de 4mm de diámetro por 6 mm de altura, y se almacenaron en agua desionizada a  $37\pm 1^\circ\text{C}$  por  $23\pm 0,5$  h. Veinticuatro horas después de terminada la mezcla del cemento, se colocó cada muestra en la máquina de pruebas mecánicas (INSTRON, modelo 5567) y se aplicó una carga compresiva a una velocidad de 1 mm/min. Cuando la muestra se fracturó, se registró la carga aplicada, y se calculó la resistencia a la compresión, en megapascales (MPa) por medio del programa Serie IX de la máquina de pruebas INSTRON.

### Erosión Ácida

Se prepararon 4 muestras de cada cemento siguiendo el procedimiento descrito para la prueba de compresión. Se almacenaron a  $37\pm 1^\circ\text{C}$  por  $23\pm 0,5$  h en un ambiente húmedo. La prueba se llevó a cabo usando una solución de ácido láctico 20 mmol/L ( $\text{pH}=2.7\pm 0.02$ ), en el aparato de choque de chorro durante  $23.5 \pm 0,5$  h. El tiempo que duró la prueba se registró en horas. Con el micrómetro (Mitutoyo, Japan) se midió la profundidad de cada muestra antes de la prueba (D1) y después de la prueba (D2). Se calculó el índice de erosión utilizando la ecuación:

$$R = D2 - D1/t$$

donde: D1 y D2, especificados anteriormente, en milímetros.

t es el tiempo de erosión en horas.

### Resultados

Los resultados de las tres pruebas realizadas se

**Tabla I. Se presentan los resultados promedio y desviación estándar (DE) de las pruebas realizadas.**

Ionómero de vidrio convencional para restauración	Resultados de las Pruebas					
	Tiempo de Fraguado (Minutos)	D.E.	Resistencia a la Compresión (MPa)	D.E.	Erosión Ácida (mm/h)	D.E.
Fuji II ( GC Corp)	4:49	± 0.15	135.58	± 24.46	0.0020	± 0.00018
Ketac Molar Easymix (3M ESPE)	5:01	± 0.31	175.16	± 27.24	0.0020	± 0.00019
Mirafill ( Faprodmir)	4:19	± 0.37	115.94	± 15.41	0.0019	± 0.00011
Medental (Medental)	5:18	± 0.13	97.03	± 12.56	0.0022	± 0.00014
Glasion ( Sci-Pharm)	4:59	± 0.73	92.49	± 10.19	0.0050	± 0.00173

Fuente directa

presentan en la Tabla I. Los valores establecidos en la Norma N° 96 de la ADA se presentan en la Tabla II.

Con respecto a la prueba de tiempo de fraguado puede observarse que todos los ionómeros estudiados estuvieron dentro de los valores establecidos por la Norma; cabe señalar que el cemento que tardó mayor tiempo en fraguar fue Medental (Figura 1).

En la prueba de resistencia a la compresión

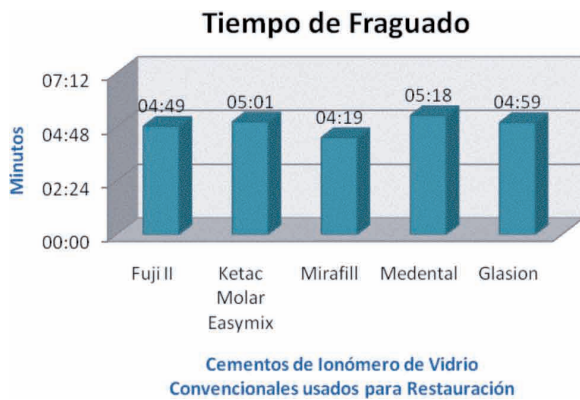


Figura 1. Resultados de la prueba de tiempo de fraguado (promedio).

(Tabla I, Figura 2), los únicos cements que cumplieron con el requisito fueron Fuji II® y Ketac Molar Easymix®, los demás cements no alcanzaron el valor mínimo (130 MPa).

Los resultados promedio de la prueba de erosión ácida se exhiben en la Tabla I y Figura 3, se puede observar que ninguno de los cements estudiados excedió el índice de erosión máximo permitido por la Norma (0.05 mm/h). Glasion®, a pesar de haber cumplido con el valor requerido, fue el único cemento que tuvo la erosión más alta con respecto a los otros cements evaluados.

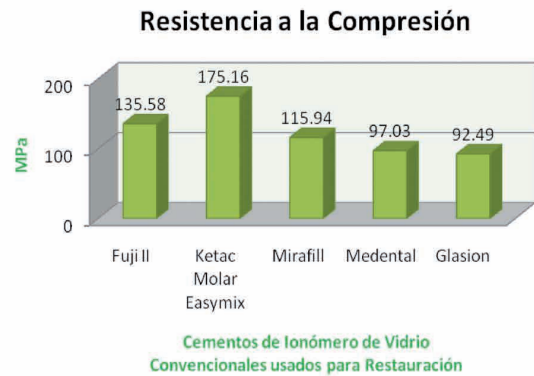


Figura 2. Se muestran los resultados promedio.

**Tabla II. Valores establecidos en la Norma N° 96 de la ADA, para ionómeros de vidrio restauradores.**

Norma No. 96 de la ADA	
Tiempo de Fraguado mínimo y máximo	2 - 6 Minutos
Resistencia a la Compresión Mínima	130 MPa
Erosión Ácida Máxima	0.05 mm/h

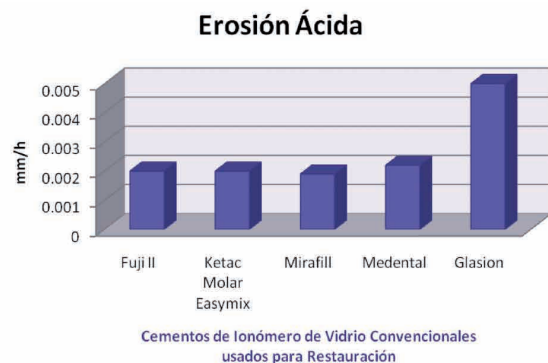


Figura 3. Se puede observar que el cemento que tuvo la mayor erosión fue Glasion.

## Discusión

Existen varios estudios acerca de las propiedades del cemento de ionómero de vidrio, pero la mayoría de ellos están enfocados a aquellos que se usan como agentes cementantes,<sup>7-9</sup> bases o liners,<sup>10</sup> los modificados resina<sup>11-13</sup> o aquellos que contienen metales.<sup>14</sup> Es escasa la información acerca de los ionómeros convencionales usados para restauración, probablemente debido a que la mayoría de las restauraciones son realizadas con resina.

Carrillo Sánchez<sup>4</sup> menciona que desde que se desarrolló el cemento de ionómero de vidrio ha existido un considerable progreso en el contexto de lo que significa un material con muy buenas características para ser utilizado en sus diversas aplicaciones clínicas en la odontología y al mismo tiempo se han logrado disminuir sus desventajas, haciendo que este material forme una parte importante en toda práctica dental actual.

En su investigación, Kevin y Royer<sup>15</sup> señalan que el método de preparación de la cavidad, comparando la técnica a traumática (ART) con la técnica tradicional de instrumentos rotatorios, no afecta el desempeño de la restauración con cementos de ionómero de vidrio, lo cual nos conduce a pensar que los factores que afectan el éxito de una restauración con ionómeros son la calidad y manipulación del cemento.

Acerca de la manipulación clínica, los hallazgos de Billington, Williams y Pearson<sup>16</sup> y los trabajos *in vitro* de Fleming, Farooq y Barralet,<sup>17</sup> confirman que existe una influencia sobre las propiedades mecánicas y el desempeño clínico debido a la variación en la proporción polvo/líquido en cementos de ionómero de vidrio usados para restauración. Asimismo, Ilie y Hickel<sup>18</sup> en 2007 reportaron que el efecto de la mezcla está estrechamente relacionado con las propiedades del material.

A lo largo de la historia de los ionómeros de vidrio se puede observar que han sido modificados en su formulación con la finalidad de mejorar su comportamiento físico y esto se ha reflejado en que constantemente surgen nuevas marcas comerciales que ofrecen cualidades superiores como mayor resistencia a la compresión, menor erosión y tiempo de trabajo conveniente, entre otras, por lo que es necesario comprobar que cumplan con los valores establecidos en la Norma 96 de la ADA para cementos de base acuosa que incluye a los ionómeros de vidrio convencionales.

Con respecto a los resultados de este estudio, se encontró que en la prueba de tiempo de fraguado los cinco cementos analizados cumplieron con lo establecido en la Norma 96 (2

a 6 min). Cabe mencionar que el ionómero de vidrio que fraguó más rápido fue Mirafill (4'19" en promedio), y el que más tiempo tardó fue Medental (5'18").

Es importante resaltar que el tiempo de manipulación de todos los cementos estudiados fue suficiente para lograr una correcta mezcla de los componentes, así como su aplicación en los moldes en el caso de esta investigación y en la boca del paciente en una situación clínica. No obstante, debe tenerse en cuenta que para aquellos cementos que fraguan en menos tiempo habrá que poseer mayor destreza para su manipulación.

Por otra parte, en la prueba de resistencia a la compresión, el cemento Fuji II obtuvo 135.58 Megapascals (MPa) y Ketac Molar Easymix, 175.16 MPa, siendo las únicas marcas que superaron el valor establecido por la Norma 96 de la ADA que exige 130 MPa como mínimo. El ionómero Mirafill alcanzó en promedio 115.94 MPa, Medental consiguió 97.03 MPa y el cemento Glasion fue el que tuvo el valor más bajo, registrando 92.49 MPa lo que indica que ninguno de éstos tres últimos cumplen con el requerimiento de la norma para ser usados como cementos restauradores.

En 2003, Mazzaoui y cols<sup>19</sup> usaron como cemento de control al ionómero de vidrio Fuji que obtuvo valores de 3'51" en la prueba de tiempo de fraguado y 138 MPa en resistencia a la compresión, los cuales son muy cercanos a los valores obtenidos en este estudio. Xie y cols<sup>20</sup> reportaron que el cemento Ketac Molar alcanzó el valor más alto en la prueba de resistencia a la compresión en comparación con otros ionómeros de vidrio usados para restauración, coincidiendo nuevamente con nuestros resultados, por lo que los ionómeros de vidrio convencionales Fuji II y Ketac Molar Easymix, en cuestión de resistencia a la compresión, serían los de elección para ser colocados como materiales restauradores, pues cumplen con lo especificado en la norma.

En lo que se refiere a la prueba de erosión ácida o también llamada "del chorro del ácido láctico" Billington y cols<sup>21</sup> señalan que esta prueba se propuso para su incorporación a las normas internacionales de cementos dentales porque sus resultados se correlacionan con la erosión *in vivo*, y los resultados obtenidos en esta investigación reflejan que todos los cementos cumplieron con la Norma 96 de la ADA, estando por debajo del índice de erosión de 0.05 mm/h. Glasion fue el único cemento que no estuvo cerca de los valores de 0.002 que todos los demás ionómeros consiguieron.

En 2001, Nomoto y McCabe<sup>22</sup> compararon la ero-

sión ácida de varios cementos de base acuosa, entre ellos el ionómero de vidrio Fuji II, encontrando una pérdida de profundidad de 3 µm en 24 horas, que es equivalente a 0.003 mm/h, valor que concuerda con los obtenidos en este estudio. Basándonos en los resultados de éstas investigaciones, deducimos que es posible emplear con confianza los cementos Fuji II, Ketac Molar Easymix, Mirafill y Medental, pues mostraron baja erosión.

Durante el manejo de los diferentes cementos se pudieron percibir distintas situaciones tales como:

- El envase que contiene el polvo de los cementos Fuji II y Ketac Molar Easymix cuenta con una tapa diseñada para poder rasar la cucharilla del ionómero al momento de la dosificación, proporcionando la cantidad exacta y evita que el polvo se contamine.

- El gotero de la marca Mirafill no permite dispensar gotas iguales por dos razones, la primera es que el líquido es demasiado fluido y la segunda se debe a la forma del mismo gotero, pues éste presenta un tipo de canal donde el líquido sale al voltear el recipiente en lugar de salir al presionar el gotero; esto puede influir en el comportamiento del cemento, ya que al no dosificar gotas del mismo tamaño varía la proporción, pudiendo agregarse menos líquido lo que derivaría en una inadecuada incorporación con el polvo, o al agregarse más líquido se volvería más fluida la mezcla haciendo al cemento endurecido más frágil y probablemente más soluble.

- El polvo de Ketac Molar Easymix es diferente a los otros cementos, la compañía 3M ESPE indica que el tamaño de las partículas del polvo al ser más pequeño permite una mejor incorporación del líquido. Sin embargo, la mezcla tiene una consistencia que dificulta el empaque de cemento dentro de los conformadores de muestras.

- Los cementos Medental, Mirafill y Glasion indican en sus instrucciones que pueden usarse tanto para base como para restauración, lo que puede crear confusión en el profesional de la salud, pues la ADA en su Norma 96 clasifica a los ionómeros de vidrio en categorías diferentes de acuerdo a su uso: como material para cementación, base y restauración, ya que la norma establece valores distintos de resistencia a la compresión para el material de base (70 MPa mínimo) y para el material de restauración (130 MPa mínimo).

- El cemento Glasion señala que es "multiusos", es decir, que se puede usar para cementación, base o restauración. Las instrucciones del fabricante mencionan que sólo basta con variar la

proporción a consideración personal para cubrir cada necesidad clínica, lo cual es un error pues debe existir un tipo y una proporción específica para cada uso. Además, el recipiente que contiene al polvo es de boca muy ancha, lo que favorece la contaminación del mismo, ya que gran cantidad de polvo queda expuesto al ambiente cuando se está dosificando.

## Conclusiones

En la prueba de tiempo de fraguado, todas las marcas cumplieron con los valores establecidos en la Norma N° 96 de la ADA.

En la prueba de resistencia a la compresión, Fuji II® y Ketac Molar Easymix® se desarrollaron óptimamente alcanzando valores superiores a los 130 MPa. Mirafill® presentó valores cercanos, pero el promedio no fue suficiente para cumplir con la norma.

En la prueba de erosión ácida los cinco cementos estudiados obtuvieron valores inferiores al índice de erosión, por lo que cumplieron con el requerimiento de la ADA.

La combinación de un material de calidad con un manejo adecuado de las proporciones indicadas por el fabricante, así como la manipulación cuidadosa por parte del profesional, hacen que el desempeño del cemento sea el óptimo.

## Referencias bibliográficas

1. Anusavice KJ. La Ciencia de los Materiales Dentales de Phillips. 10ª ed. México: McGraw-Hill Interamericana; 2000. pp. 563-592.
2. Anusavice KJ. La Ciencia de los Materiales Dentales de Phillips. 11ª ed. España: Elsevier; 2004. pp 461-466, 471-484.
3. Guzmán Báez HJ. Biomateriales Odontológicos de Uso Clínico. Colombia: Cat Editores; 1990. pp 77-85.
4. Carrillo SC. Actualización sobre los Cementos de Ionómero de Vidrio, 30 años (1969 - 1999). Rev ADM mar-abril 2000;67(2):65-71.
5. De la Cruz CD, Gurrola MB, Alcántara BI, González GB, Valdivia HR, Álvarez BV. Efecto del fluoruro liberado a partir de ionómero de vidrio sobre Streptococcus mutans. Rev ADM 1994;51(5):285-287.
6. American National Standard/American Dental Association Specification No. 96 for Dental Water-Based Cements, Council on Dental Materials, Instruments and Equipment, Chicago U.S.A. 1994. pp 1-26.
7. Attar N, Tam L, McComb D. Mechanical and physical properties of contemporary dental luting agents. J Prosthet Dent Feb 2003;89(2):127-134.
8. Li ZC, White SN. Mechanical properties of dental luting cements. J Prosthet Dent May 1999;81(5):597-609.
9. Mitchell C, Orr J, Connor K. Comparative study of four glass ionomer luting cements during post pull-out test. Dent Mater Mar 1994;10(2):88-91.
10. Mitra SB. Adhesion to Dentin and Physical Properties of a Light-cured Glass-ionomer Liner/Base J Dent Res, Jan 1991;70:72-74.
11. Aratani, M. Compressive strength of resin-modified glass ionomer restorative material: effect of P/L ratio and storage time. J Appl Oral Sci 2005;13(4):356-359.
12. Hübel S, Mejàre I. Conventional versus resin-modified glass-ionomer cement for Class II restorations in primary molars. A 3-year clinical study. Int J Paediatr Dent Jan 2003;13(1):2-8

13. Koenraads H, Van der Kroon G, Frencken JE. Compressive strength of two newly developed glass-ionomer materials for use with the Atraumatic Restorative Treatment (ART) approach in class II cavities. *Dent Mater* Apr 2009;25(4):551-556.
14. Barceló F, Sato M, Sánchez J, Serrano C, Guerrero J. Estudio Comparativo de Ionómeros de Vidrio y Reforzados con Metal. *Rev ADM* 1999;66(5):177-181.
15. Kevin HK, Royer J. The Effects of two Cavity Preparation Methods on the Longevity of Glass Ionomer Cement Restorations. *JADA* 2002;133:744-751.
16. Billington RW, Williams JA, Pearson GJ. Variation in powder/liquid ratio of a restorative glass-ionomer cement used in dental practice. *British Dent J* 1990;169:164-167.
17. Fleming G, Farooq A, Barralet J. Influence of powder/liquid mixing ratio on the performance of a restorative glass-ionomer dental cement. *Biomater* Oct 2003;24(23):4173-4181.
18. Ilie N, Hickel R. Mechanical Behavior of Glass Ionomer Cements as a Function of Loading Condition and Mixing Procedure. *Dent Mater* 2007;26:526-533.
19. Mazzaoui SA, Burrow MF, Tyas MJ, Dashper SG, Eakins D, Reynolds EC. Incorporation of Casein Phosphopeptide-Amorphous Calcium Phosphate into a Glass-ionomer Cement. *J Dent Res* 2003;82(11):914-918.
20. Xie D, Brantley WA, Culbertson BM, Wang G. Mechanical properties and microstructures of glass-ionomer cements. *Dent Mater* Mar 2000;16(2):129-138.
21. Billington RW, Williams JA, Pearson GJ. In vitro erosion of 20 commercial glass ionomer cements measured using the lactic acid jet test. *Biomater* 1992;13(8):543-547.
22. Nomoto R, McCabe JF. A simple acid erosion test for dental water-based cements. *Dent Mater* Jan 2001;17(1):53-59.

*Correspondencia:*

**Mtra. Juana Paulina Ramírez Ortega**

Laboratorio de Materiales Dentales  
División de Estudios de Posgrado e Investigación, Facultad de Odontología, UNAM  
Circuito Institutos s/n  
Ciudad Universitaria DF  
C.P. 04510, Coyoacán  
e-mail: prortega9@yahoo.com.mx