



# Propiedades físicas de cuatro adhesivos para brackets. Estudio comparativo

*Physical properties of four bracket adhesives.  
A comparative study*

Eira López Palacios,\* Gabriel Sáez Espínola<sup>§</sup>

## RESUMEN

Debido a la rápida evolución tecnológica, los fabricantes de productos ortodóncicos desarrollan continuamente adhesivos para satisfacer las necesidades del especialista, confiando éste en las bondades publicitadas. Debido a que el clínico elige los productos en base a la mercadotecnia o por costumbre, es necesario analizarlos y comprobar sus propiedades físicas para hacer una elección certera de un producto sobre otro. Durante las dos últimas décadas, los investigadores han tomado como parámetro a Transbond XT; sin embargo, recientemente otras casas comerciales han sacado al mercado otros productos. Es por esto que el **objetivo** de este estudio es determinar algunas de las características físicas de los adhesivos para brackets más utilizados en instituciones de enseñanza de la Especialidad en Ortodoncia a nivel estatal y privado de México: Transbond XT (TB), Enlight (EN), Super C-Ortho (SC) y Fuji LC (FJ). **Métodos:** Se calculó la sorción y solubilidad ( $n = 10$ ) de acuerdo con ISO 4049 y se midió el espesor de película ( $n = 10$ ) atendiendo a ISO 11405. Se usó ANOVA y prueba de Tukey para determinar diferencias estadísticas. **Resultados:** Sorción ( $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ ): TB ( $3 \pm 2$ ), EN ( $6 \pm 2$ ), SC ( $23 \pm 6$ ), FJ ( $150 \pm 20$ ). Solubilidad ( $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ ): TB ( $0.6 \pm 2.0$ ), EN ( $-1.0 \pm 1.0$ ), SC ( $10.7 \pm 4.5$ ), FJ ( $-29.9 \pm 3.9$ ). Espesor de película ( $\mu\text{m}$ ): TB ( $68 \pm 1$ ), EN ( $124 \pm 2$ ), SC ( $98 \pm 4$ ), FJ ( $56 \pm 2$ ). Este estudio fue financiado por la Universidad Nacional Autónoma de México - DEGAPA-PAPIIT IT 201612.

**Palabras clave:** Adhesivos para brackets, propiedades físicas, sorción, solubilidad, espesor de película.  
**Key words:** Bracket adhesives, physical properties, sorption, solubility, film thickness.

## INTRODUCCIÓN

Con el descubrimiento del grabado ácido<sup>1</sup> y la adhesión a esmalte,<sup>2</sup> los tratamientos ortodóncicos de multibandas entraron en desuso, brindando al operador menor tiempo de trabajo y mayor comodidad al paciente, con lo que el desarrollo tecnológico en adhesivos para ortodoncia comenzó a evolucionar a pasos agigantados; ésta inició en los 70 con el empleo de resinas acrílicas (Super C-Ortho);<sup>3</sup> en los 80, surgieron las resinas autocurables de dos pasos y dos consistencias (Consice);<sup>4,5</sup> en esta misma década apareció el ionómero de vidrio modificado con resina autopolimerizable. En los 90, cuando surgió el

## ABSTRACT

Due to the quick technological evolution, orthodontic product's manufacturers continuously develop adhesives to satisfy the needs of the specialist, who trusts the published virtues. Due to the fact that clinics often choose products based on marketing or maybe by habit, it is necessary to analyze orthodontic products and assess their physical properties in order to make better choices of one product over another. During the last two decades investigators have taken as a parameter the Transbond XT resin; however, recently other companies have launched to the market new products. It is for this reason that the **objective** of this study was to determine some of the physical characteristics of the most widely used bracket adhesives in Orthodontic graduate programs of public and private teaching institutions of Mexico: Transbond XT (TB), Enlight (IN), Super C-Ortho (SC) and Fuji LC (FJ). **Method.** The sorption and solubility ( $n = 10$ ) in accordance with ISO 404 were calculated and the film thickness was measured ( $n = 10$ ) attending to the norm ISO 11405. The ANOVA and Test of Tukey was used to determine the statistical differences. **Results:** Sorption ( $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ ): TB ( $3 \pm 2$ ), EN ( $6 \pm 2$ ), SC ( $23 \pm 6$ ), FJ ( $150 \pm 20$ ). Solubility ( $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ ): TB ( $0.6 \pm 2.0$ ), EN ( $-1.0 \pm 1.0$ ), SC ( $10.7 \pm 4.5$ ), FJ ( $-29.9 \pm 3.9$ ). Film thickness ( $\mu\text{m}$ ): TB ( $68 \pm 1$ ), EN ( $124 \pm 2$ ), SC ( $98 \pm 4$ ), FJ ( $56 \pm 2$ ). This study was financed by UNAM-DEGAPA-PAPIIT IT 201612.

cemento del ionómero de vidrio modificado con resina activada con luz e (GC Fuji Ortho LC)<sup>6-10</sup> se buscó la adhesión específica al diente y liberación sostenida de fluoruros, lo que permitió disminuir aún más el tiempo de colocación de la aparatología; después se desarrollaron los cementos de resina activados con

\* Alumna de Doctorado en Ciencias Odontológicas.

§ Doctor en Ciencias Odontológicas, Laboratorio de materiales dentales de la Facultad de Odontología, Universidad Nacional Autónoma de México.

luz azul de un solo paso como los utilizados en la actualidad (Transbond XT).<sup>9-11</sup>

El ortodoncista requiere de un adhesivo que además de disminuir el tiempo de sillón, sea de fácil manipulación, que le permita tiempo suficiente para colocar la aparatología con fluidez necesaria para mantenerlo sobre la superficie del diente en lo que éste es polimerizado, que penetre en las retenciones creadas en el diente como en los brackets, con mínima sorción acuosa y mínimo espesor de película para respetar la prescripción del sistema, fácil identificación y remoción de excedentes, que no solubilice, evite la microfiltración y disminuya el riesgo a desarrollar lesiones debajo del bracket, impidiendo el desprendimiento prematuro de la aparatología, que tenga estabilidad dimensional con la suficiente resistencia al desprendimiento para soportar la biomecánica ortodóncica y previniendo la des cementación involuntaria. Algunos autores hacen énfasis en que al final del tratamiento en la des cementación se debe tener precaución para no ocasionar daño al esmalte.<sup>12-15</sup>

Debido a la rápida evolución tecnológica, los fabricantes de los productos ortodóncicos desarrollan continuamente adhesivos para satisfacer las necesidades del especialista, confiando éste en las bondades que publicitan.

Dado que el clínico elige los productos con base en la mercadotecnia o por costumbre, la información que se proporciona es limitada (generalmente entre las instrucciones de manipulación y los datos acerca de la resistencia al desprendimiento); es necesario analizar-

los y conocer sus propiedades físicas para hacer una elección certeza de un producto sobre otro.

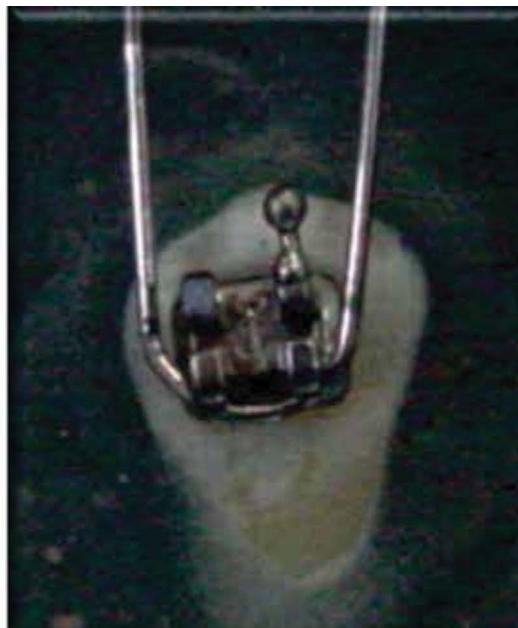
Desde la creación de los adhesivos para brackets, el método tradicional de evaluación ha sido la resistencia al desprendimiento (*Figura 1*); durante las últimas tres décadas en las líneas de investigación centradas en éstos, se ha tomado como parámetro a Transbond XT. Algunos autores han empleando los métodos de las Normas Internacionales para evaluar los materiales adhesivos atendiendo a la ISO 11405.<sup>16</sup>

Los polímeros utilizados en la fabricación de las resinas compuestas para restauración y prótesis dental están formados por mono o diacrilatos de estructura química casi idéntica a los adhesivos ortodóncicos, por lo que la reacción de polímeros ortodóncicos debe ser similar a la de los materiales para su restauración, en los cuales se ha observado la influencia del medio acuoso sobre ellos, afectando el comportamiento mecánico, la estabilidad dimensional y la vida útil de las restauraciones dentales.<sup>17-19</sup>

Por lo que es necesario determinar algunas características físicas (distintas a la resistencia al desprendimiento) de los adhesivos para brackets más utilizados en algunas de las instituciones de enseñanza de la Especialidad en Ortodoncia a nivel estatal y privado de México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron cuatro sistemas adhesivos (*Figura 2*): Transbond XT Light Cure Adhesive (3M UNITEK



**Figura 1.**

Métodos tradicionales para valorar adhesión: **A)** cizalla y **B)** tracción.

Monrovia California, Lote:7YF2009-11); Enlight Light Cure Adhesive (ORMCO Corporation, Glendora, Ca, USA. Lote: 2693221 2009-08); Super C-Ortho (AMCO Manufacturing Philadelphia, PA, USA Lote: no especificado); GC Fuji Ortho LC Light Cured Orthodontic Bonding Adhesive (GC Corporation Tokyo, Japon. Lote: 0704041).

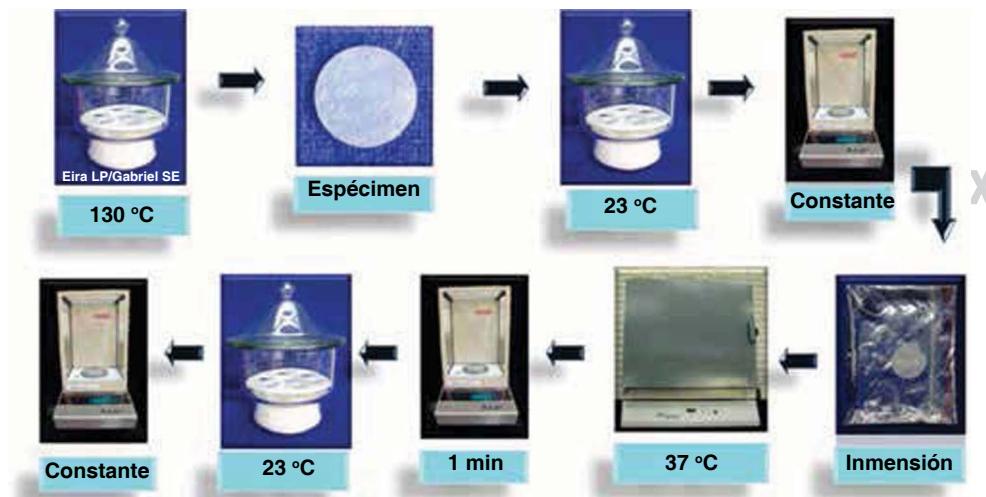
La Norma ISO 4049,<sup>20</sup> indica que todas las pruebas sean realizadas en un laboratorio con temperatura y humedad relativamente controladas ( $23^{\circ}\text{C}$ , 60% HR); por un solo operador y con guantes libres de polvo. Se prepararon 30 especímenes de cada grupo; se utilizó un molde de acero inoxidable de 15 mm de diámetro ajustando la profundidad a  $0.5 \pm 0.1$  mm. Se lubricó con aceite de silicona. Se sobreobtúró con el adhesivo, encima se colocó cinta Mylar y una loseta de vidrio ( $100 \times 25 \times 1.6$  mm, con un peso de 10 g). Sobre ésta se colocó un peso de 500 g durante un minuto. Para polimerizar los especímenes de los grupos 1, 2 y 4 se empleó una lámpara de foto-polimerizado (Visilux 2, 3M ESPE Monrovia California,

USA) comprobando su funcionamiento previamente con un radiómetro de curado (modelo 100, *Optilux Demetron Research Corporation*, Danbury, Ct. USA) dando un valor de  $350 \text{ mW/cm}^2$ , y con el radiómetro térmico (modelo 200, *Heat/Glare Demetron Research Corporation*. Danbury, Ct. USA) dando un valor de  $25 \text{ mW/cm}^2$ , colocando la punta en cinco sitios sobre la loseta, al centro y a los cuatro lados durante 10 segundos cada vez. En el caso del grupo 3, por ser autopolimerizable, se dejó polimerizar durante 10 minutos debido a que el fabricante recomienda cargar los brackets a este tiempo. En todos los casos se retiró la loseta y la cinta Mylar para desalojar el espécimen; una vez removidos, fueron colocados dentro de un desecador a  $23^{\circ}\text{C}$  con silica, la cual fue deshidratada previamente durante cinco horas a  $130^{\circ}\text{C}$ . Transcurridas las 24 horas, se pesaron en una balanza analítica (OHAUS) con una precisión de  $\pm 0.2 \text{ mg}$ , repitiendo este ciclo hasta obtener una masa constante en un periodo de 24 horas. Esta medición fue reportada como M1.



**Figura 2.**

Grupos experimentales:  
A)Transbond XT, B) Enlight,  
C) Super C-Ortho, y D) Fuji Ortho.



**Figura 3.**

Método para calcular la sorción y la solubilidad.

Los especímenes fueron sumergidos en agua bidestilada en contenedores herméticamente sellados a 37 °C durante siete días dentro de una cámara ambientadora (Horno Felisa, México). Después de este tiempo, se removieron los contenedores, se secaron con una servilleta de papel hasta que estuvieran libres de humedad aparentemente, se agitaron al aire durante 15 segundos, y una vez transcurrido un minuto se retiraron del agua, se pesaron en una balanza analítica reportándose como M2.

Los especímenes se reacondicionaron en el desecador, hasta que mostraron un peso constante no variable a  $\pm 0.2$  mg. Siendo estos reportados como M3 (*Figura 3*).

Se midió el diámetro (D) y espesor (h) de cada especímen para calcular el volumen (V) en milímetros cúbicos:  $V = (\pi/4)(D^2)h$ .

Para la prueba de sorción acuosa expresada en  $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ , se empleó la fórmula:  $SA = (M2-M3)/V$ .

La solubilidad:  $Ws$ , en  $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ , y para cada uno de los diez especímenes se calculó con la ecuación:  $Ws = (M1-M3)/V$ .

De acuerdo a la Norma ISO 11405<sup>62</sup> se realizó la prueba para determinar el espesor de película dentro de una cámara transparente de (51 cm x 35 cm x 36 cm), color naranja para filtrar la luz y evitar la fotopolimerización de los adhesivos. Se emplearon dos placas de cristal, con superficie de contacto de 200 mm<sup>2</sup> y 5 mm de grosor. Se sobrepuso una sobre otra, y se midieron con un tornillo micrométrico (*Mitutoyo Coolant Proof*) reportando lectura A. Se retiró el cristal superior, se colocó 0.1 mL de adhesivo en el centro de la placa inferior, se colocó nuevamente el cristal superior en la misma posición que se realizó

la primera medición. Se colocaron centrados debajo del dispositivo de carga, previamente calibrado y se aplicó 150 N (15 kg) verticalmente de fuerza. Transcurridos los 10 minutos, se retiró la carga (fuerza) y se midió nuevamente, registrando esta medida (lectura B) (*Figura 4*).

Para reportar el grosor de película, se anotó la diferencia del grosor de las placas con y sin la película de adhesivo  $E = (\text{lectura B} - \text{lectura A})$ .

Para el análisis estadístico, se utilizó ANOVA ( $p = 0.05$ ) y prueba de Tukey (SPSS v.20).

## RESULTADOS

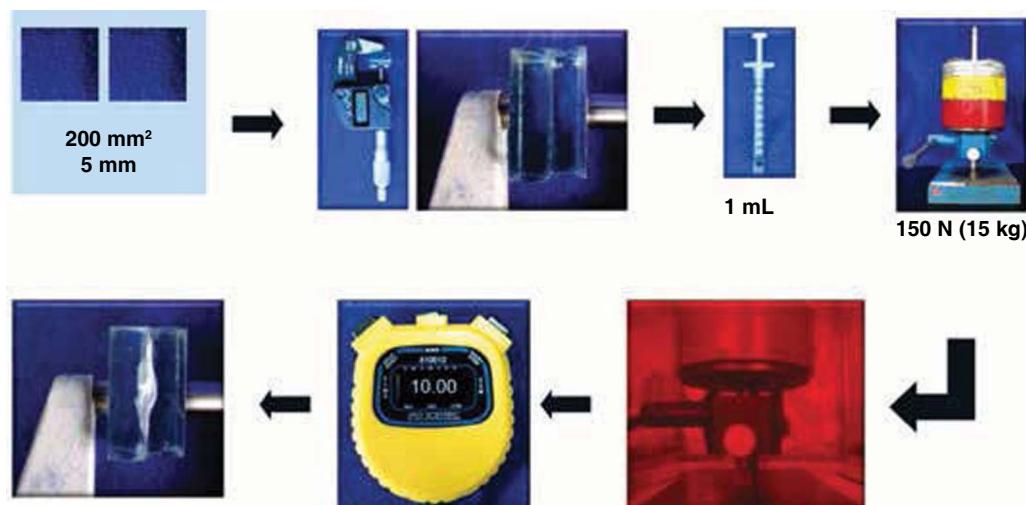
Los resultados se muestran en el cuadro I. El análisis estadístico indica que hay diferencia estadísticamente significativa entre los cuatro grupos.

El GC Fuji Ortho LC presentó mayor sorción, siendo Transbond XT y Enlight, las que absorbieron menos (sig: 0.001)

La solubilidad negativa de GC Fuji Ortho LC y Enlight significó que ganaron agua. Los especímenes inmersos en agua destilada durante seis meses a 37 °C de GC Fuji Ortho LC se disolvieron (*Figura 5*) a diferencia de los otros. Enlight presentó mayor espesor de película, seguido de Super C-Ortho y Transbond XT; teniendo el menor GC Fuji Ortho LC (sig: 0.001).

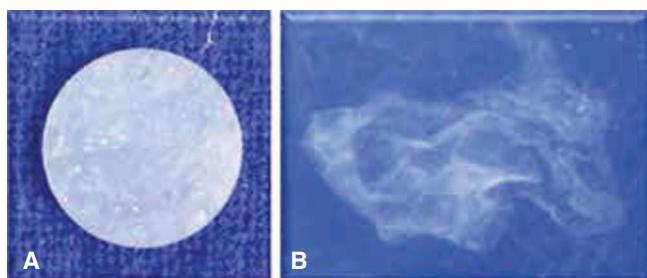
## DISCUSIÓN

En la línea de investigación sobre los adhesivos en ortodoncia, la mayoría de las investigaciones se han enfocado en realizar únicamente pruebas de ad-

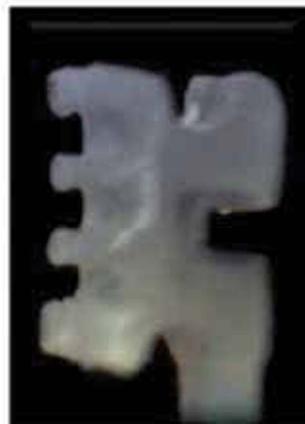


**Figura 4.**

Método para calcular el espesor de película.



**Figura 5.** Espécimen de solubilidad: **A)** Muestra inicial y **B)** muestra después de los seis meses en inmersión.



**Figura 6.** Rieleras de retención en base de bracket de policarbonato.

**Cuadro I.** Resultados.

Adhesivo	Sorción µg/mm <sup>3</sup>	Solubilidad µg/mm <sup>3</sup>	Espesor de película µm
Transbond XT	3 ± 2	0.6 ± 2.0	69 ± 1
Enlight	6 ± 2	-1.0 ± 1.0	124 ± 2
Super C-Ortho	23 ± 6	10.7 ± 4.5	98 ± 4
GC Fuji LC	150 ± 20	-29.9 ± 3.9	56 ± 2

hesión (resistencia al desprendimiento). Ninguna de éstas relacionó los resultados con las características físicas de los adhesivos. Se encontró que las propiedades físicas como sorción, solubilidad y espesor de película deben tener injerencia directa sobre el comportamiento mecánico de los adhesivos ortodóncicos, ya que al evaluar únicamente la resistencia al desprendimiento no es posible determinar qué sistema adhesivo es preferible emplear para cada situación clínica. Es necesario conocer su composición química relacionándola con el comportamiento físico para interpretar dichos valores, ya que en general, hay discrepancias entre los resultados de los diferentes estudios con respecto a la resistencia al desprendimiento de brackets, utilizando ionómeros de vidrio reforzados con resina con y sin grabado ácido del esmalte.

El GC Fuji LC presenta mayor sorción porque tiene poli (ácido-acrílico), material que absorbe agua. El Super C-Ortho fabricado en su mayor parte con poli (metil-metacrilato) no absorbe mucho. El Transbond XT y Enlight están formulados con diacrilatos, que absorben poco. Clínicamente se pudiera esperar que en las dos últimas su comportamiento intraoral sea más estable.

La solubilidad negativa del GC Fuji LC y Enlight es congruente debido a la sorción, no se disuelven a corto plazo, pero transcurridos los seis meses en inmersión a 37 °C en agua destilada, el GC Fuji Ortho LC se solubilizó prácticamente en su totalidad. Clínicamente, la pérdida de material pudiera disminuir el área de ad-

hesión favoreciendo el desprendimiento y el acúmulo de la placa dentobacteriana, predisponiendo al tejido a desarrollar lesiones blancas.

El espesor de película de Enlight podría indicar mayor tamaño de partícula. El Super C-Ortho, al ser autopolimerizable, podría no ser congruente con los resultados, ya que al manipularlo se inicia la polimerización, por lo que se requiere habilidad para manipularlo; el tiempo de trabajo, al ser autocurable, es corto y endurece rápidamente, variando el espesor de película, predisponiendo errores de la ubicación de los brackets durante la cementación y alterando la prescripción del sistema.

Los resultados indican que es preferible utilizar Transbond XT en mallas cerradas, Enlight cuando la retención del bracket sea mayor, Super C-Ortho para restauraciones acrílicas y brackets de plástico, y GC Fuji Ortho LC para los pacientes con defectos previos de superficie en el esmalte, tratamientos cortos y necesidad de liberación de fluoruro.

## CONCLUSIONES

El Transbond XT presentó menor sorción, solubilidad y espesor de película, siendo el adhesivo más estable.

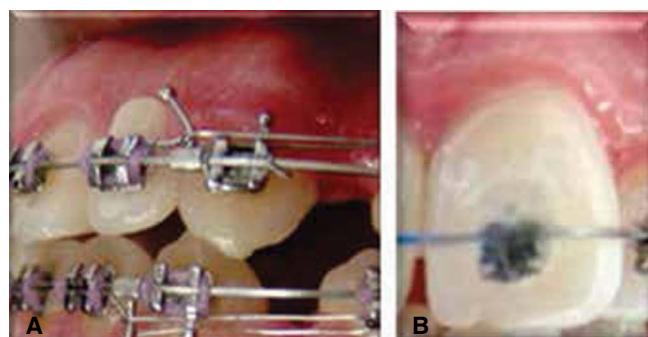
Enlight presentó mínima sorción, solubilidad negativa y mayor espesor de película, prefiriéndose para adherir brackets con retenciones amplias (*Figura 6*).

GC Fuji Ortho LC presentó mayor sorción, solubilidad negativa y menor espesor de película, por lo que pudiera emplearse en tratamientos cortos o necesidad de liberación de fluoruro (*Figura 7*).

Super C-Ortho presentó mayor sorción, mayor solubilidad y alto espesor de película, prefiriéndose para cementar brackets de plásticos (*Figura 6*) o de coronas de acrílico (*Figura 8*).



**Figura 7.** Casos tipos de: **A)** Liberación de fluoruro y **B)** Tratamiento corto.



**Figura 8.** Sustratos poliméricos: **A)** Corona acrílica y **B)** bracket con base plástica.

## REFERENCIAS

1. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res.* 1955; 34: 849-853.
2. Newman GV. Epoxy adhesives for orthodontic attachments: progress report. *Am J of Orthod.* 1965; 51: 901-912.
3. Trimpeneers LM, Verbeeck RMH, Dermaut LR, Moors MG. Comparative shear bond strength of some orthodontic bonding resins to enamel. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1990; (98): 417-421.
4. Cohen S, Marulli R, Binder R. Shear bond strengths of chemically and light cured resin modified ionomers. *J Clin of Orthod.* 1998; 32 (7):423-426.
5. Chung CH, Cuozzo PT, Mante FK. Shear bond strength of resin reinforced glass ionomer cement: an *in vivo* comparative. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999; 115: 52-54.
6. Jobalia SB, Valente RM, Rijk WG, Be Gole EA, Evans CA. Bond strength of visible light-cured glass ionomer orthodontic cement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997; 112: 205-208.
7. Bishara SE, VonWald BA, Olsen ME, Laffon JF, Jakobsen JR. Effect of light-cure time on the initial shear bond strength of a glass-ionomer adhesive. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000; 117 (2): 164-168.
8. Justus R, Cubero T, Ondarza K, Morales. A new technique with sodium hypochlorite to increase bracket shear bond strength of fluoride-releasing resin-modified glass ionomer cements: Comparing shear bond strength of two adhesive systems with enamel surface deproteinization before etching seminars in orthodontics. 2010; 16 (1): 6.
9. Bishara SE, VonWald BA, Olsen ME Laffon JF, Jakobsen JR. Effect of light cure time on the initial shear bond strength of a glass-ionomer adhesive. *Am J Orthod Dent.* 2000; 117 (2): 164-168.
10. Bishara SE, VonWald BA, Olsen ME Laffon JF, Warren JJ. Effect of self-etch primer/adhesive on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001; 119 (6): 621-624.
11. Scougall-Vilchis RJ, Ohashi S, Yamamoto K. Effects of 6 self-etching primers on shear bond strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009; 135 (4): 424.e1-424.e7
12. Lijima M, Muguruma T, Brantley WA, Yuasa T, Uechi J, Mizoguchi I. Effect of mechanical properties of fillers on the grindability of composite resin adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010; 138 (4): 420-426.
13. Canut J. Ortodoncia Clínica. Capítulo 15. Movimiento Ortodóncico, reacción tisular ante las fuerzas. Barcelona: Salvat; 1992: pp. 239-255.
14. Davidovitch Z. Electric currents bone remodeling and orthodontic tooth movement. Part II. *Am J Orthod.* 1980; 77: 33-47.
15. Davidovitch Z, Nicolay O, Ngan P, Shanfeld JL. Neurotransmitters, cytokines and the control of alveolar bone remodeling in orthodontics. *Dent Clin North Am.* 1988; 32: 411-435.
16. Technical Specification the International Organization Standardization ISO/TS 11405: Second edition 2003-02-01 Dental materials—Testing of adhesion to tooth structure Terms and definitions 3.5.
17. Dhanpal P, Yiu Y, King M, Tay FR, Hiraishi NH. Effect of temperature on water sorption and solubility of dental adhesive resins. *Journal of dentistry.* 2009; (37): 122-132.
18. Sideridou ID, Karabela M, Bikialis DN. Aging studies of light cured dimethacrylate-based dental resins and a resin composite in water or ethanol/water. *Dental materials.* 2007; 23: 1142-1149.
19. Florance JN. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. *Dental Materials.* 2006; 22: 211-222.
20. Technical Specification the International Organization Standardization ISO/TS 4049: 2000, (E) Resin Materials. Dentistry-polymer based filling, restorative and luting materials. 3rd ed. Geneva, Switzerland.

Dirección para correspondencia:  
**Eira López Palacios**  
E-mail: draeiralpalacios@hotmail.com