

## **ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN**

### **RESISTENCIA ADHESIVA AL CORTE DE RESINA COMPUESTA A IONÓMERO DE VIDRIO POSTERIOR A TRATAMIENTOS DE SUPERFICIE**

**Mariger Serrano<sup>1,2</sup>, Liliana García<sup>1</sup>, Víctor Setián<sup>2</sup> y Robert Ramírez<sup>2</sup>**

1Estudiante del Postgrado en Rehabilitación Bucal, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.

2 Profesor de la Facultad de Odontología, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.

Autor de correspondencia: Mariger Serrano. E-mail. [marigerserrano@gmail.com](mailto:marigerserrano@gmail.com)

**Recibido: 11-11-2014**

**Aceptado: 23-05-2015**

#### **RESUMEN**

El objetivo de esta investigación fue establecer si hay diferencias entre la resistencia adhesiva al corte del ionómero de vidrio convencional (GIC) y modificado con resina (RMGI) a resina compuesta (RC) posterior a diversos tratamientos de superficies. Métodos: Se fabricaron 60 discos, 30 GIC y 30 RMGI RIVA (SDI, Australia). Posteriormente se dividieron en 6 tratamientos de 10 muestras; G1 Control GIC, G2 con acondicionamiento ácido GIC+AC (ácido fosfórico al 37% (DENSTPLY) y adhesivo dental PRIME & BOND 2.1 (DENSTPLY), G3 con arenado GIC+SB, G4 Control RMGI, G5 acondicionamiento ácido RMGI+AC y G6 con arenado RMGI+SB. Se realizó una prueba de resistencia al corte (SBS) en una máquina de pruebas universales Shimadzu AGS-J a una velocidad de 0,5mm por min hasta la separación de las muestras. Los datos fueron almacenados en hoja de cálculo Excel y analizados con un ANOVA univariado con 2 niveles (Material y Tratamiento) del paquete estadístico SPSS 15, el valor de  $p=0,05$ . Resultados: la medida de tendencia central fue el promedio y la de dispersión el desvío en MPa. La variable material sin diferencias estadísticas significativas  $p=0,113$ ; GIC:  $8,55(\pm 6,67)$  y RMGI:  $10,20(\pm 7,63)$ . La variable tratamiento con diferencias estadísticas significativas  $p=0,001$ ; AC:  $17,5(\pm 5,75) > SB: 7,22(\pm 2,99) > GC: 3,41(\pm 2,25)$ . La intersección material/tratamiento  $p=0,835$ , sin diferencias estadísticas significativas. Conclusiones: La resistencia adhesiva al corte no es influenciada por el tipo de ionómero de vidrio, sin embargo el tratamiento de superficie con ácido fosfórico si aumenta significativamente esta propiedad.

**DeCS:** Tratamientos de superficie, resistencia al corte, ionómero de vidrio, resina compuesta.

#### **ADHESIVE SHEAR BOND STRENGTH COMPOSITE RESIN TO GLASS IONOMER USING SEVERAL SURFACE TREATMENT**

#### **ABSTRACT**

The goal was to determine differences in shear bond strength to resin-based composite (RC) between glass ionomer (GIC) and resin-modified glass ionomer cement (RMGI) using several surface treatments. Methods: 30 GIC and 30 RMGI RIVA (SDI, Australia) were made for a total of 60. 6 groups of 10 samples; they were prepared as follows: G1 Control GIC, G2 37% phosphoric acid (DENSTPLY) and adhesive resin PRIME & BOND 2.1 (DENSTPLY) (AC), G3 sandblasted (SB), G4 Control RMGI, G5 37% phosphoric acid (DENSTPLY) and adhesive resin PRIME & BOND 2.1 (DENSTPLY) (AC), G6 sandblasted (SB). Shear bond strength (SBS) test was performed at 0.5 mm/min in a Shimadzu AGS-J UTM up to specimen failure. Data was acquired and stored in an Excel sheet, then analyzed under a two level (treatment and material) one-way ANOVA on a SPSS 15 package at  $\alpha=0,05$ . Results: No statistical differences were found for materials  $p=0,113$ ; GIC:  $8,55(\pm 6,67)$  MPa and RMGI:  $10,20(\pm 7,63)$  MPa. Surface treatment's variable showed statistical significant differences at  $p=0,001$ ; AC:  $17,5(\pm 5,75) > SB: 7,22(\pm 2,99) > GC: 3,41(\pm 2,25)$ . The intersection material/treatment showed  $p=0,835$ . Conclusion: Glass ionomer type does not influence SBS; however, phosphoric acid surface treatment of composite resin increases adhesion of GIC and RMGI.

**MeSH:** treatment, shear bond strength, glass ionomer, resin-modified glass ionomer, resin-based composite.

## INTRODUCCIÓN

Uno de los materiales que más ha evolucionado en odontología restauradora es el ionómero de vidrio (GIC) por las modificaciones en sus componentes y por el constante mejoramiento de sus propiedades<sup>1, 2, 3</sup>. Este material posee además grandes virtudes como lo son su coeficiente de dilatación similar a estructura dentaria y su comprobada unión química a sustrato dentario. Se considera de elección como base intermedia debido a su capacidad de auto-adhesión, efecto anticariogénico, buen comportamiento mecánico, liberación prolongada de fluoruros y longevidad comprobada por filosofías como el tratamiento restaurador atramático (TRA) y la mínima intervención odontológica (MIO). Otros catalogan al GIC como un “material inteligente” por su capacidad de prevenir la aparición de caries secundaria<sup>2, 4, 5</sup>.

La adhesión entre la resina compuesta y el ionómero de vidrio es imprescindible, y está relacionada con la integridad de la unión y el éxito a largo plazo de la restauración<sup>6, 7</sup>.

El uso del ionómero de vidrio convencional (GIC) o modificado con resina (RMGI) bajo resina compuesta está destinado a minimizar la posibilidad de sensibilidad post-operatoria, disminuir el volumen de resina compuesta a polimerizar, reponer la dentina perdida y evitar socavados cuando vamos a realizar restauraciones indirectas. También se usa en pacientes de alto riesgo a caries dental con la finalidad de sellar de manera eficiente el paso de líquidos y bacterias<sup>8, 9, 10</sup>.

Algunos estudios sugieren que no se debe aplicar acondicionamiento ácido sobre el ionómero de vidrio, por la posibilidad de deterioro en la superficie del cemento y esto pudiera potenciar un aumento de fallas cohesivas. El grabado ionómero de vidrio por 60 segundos produce una traba mecánica entre las resinas compuestas y el cemento<sup>4</sup>. Esta unión del cemento y la resina es de tipo micromecánica<sup>11</sup>.

En el estudio ultra estructural en MEB de Pamir, Sen, Evcin no encontraron deterioro superficial del ionómero de vidrio posterior al acondicionamiento con grabado ácido y determinaron que este mejoró la fuerza de adhesión de la resina compuesta. Por otro lado ellos observaron que la fuerza adhesiva de la resina al ionómero convencional fue significativamente más baja con respecto al ionómero resino-modificado<sup>4</sup>.

Una superficie áspera puede producir un efecto positivo en la adhesión de la resina compuesta al ionómero de vidrio. Esta superficie pudiera lograrse grabando la superficie con ácido fosfórico, fresando la superficie con una piedra diamantada ó haciendo arenado<sup>6</sup>.

La utilización de cualquier metodología de tratamiento de superficie debe ser evaluada ya que implica agregar un paso más al ya complejo y sensible proceso de adhesión a superficie dentaria. El proceso de acondicionamiento ácido se usa previo a la colocación de adhesivo y si esto implicara una mejora en la unión a ionómero de vidrio, sería ventajoso con respecto a realizar cualquier otro tratamiento que nos consuma más tiempo operatorio.

La incorporación de los pasos de grabado, lavado y secado al GIC pudiera aumentar la sensibilidad de la técnica y pudieran causar deterioro y grietas al material intermedio de relleno, con un debilitamiento de la interfase <sup>6</sup>.

De allí nos planteamos la verificación de esta aseveración ya que si bien se produce algún daño en la superficie, pudiéramos suponer que el adhesivo sea capaz de sellar esos defectos indeseados y contribuir en el aumento de la fuerza de unión a la resina compuesta restauradora.

En este trabajo de investigación nos planteamos establecer si el material ionómero de vidrio convencional (GIC) / modificado con resina (RMGI) y los tratamientos de superficie grabado ácido / arenado con óxido de aluminio influyen en la resistencia adhesiva al corte de resina compuesta.

## METODOLOGÍA

La investigación tiene un diseño experimental, con variables independientes en 2 niveles: 1° nivel el tipo de ionómero de vidrio (GIC y RMGI) y 2° do nivel el tipo tratamiento de superficie (no tratamiento, acondicionamiento ácido y arenado con óxido de aluminio). Es de cohorte transversal, porque los datos procesados solo se midieron una sola vez. Es comparativo debido a que se establecieron diferencias en la fuerza de unión que existe entre el GIC a la resina compuesta y entre el RMGI a la resina compuesta, posterior a pre tratamientos de superficies, finalmente de tipo Prospectivo porque en primer lugar se plantearon las hipótesis y luego se obtuvieron los datos <sup>12, 13</sup>.

Se planteó la hipótesis nula H<sub>0</sub>; en la cual la variación del material y los tratamientos de superficie no afectan la fuerza de adhesión al corte de las muestras.

El dato obtenido es la fuerza de adhesión al corte de resina compuesta a dos tipos de ionómero de vidrio (convencional y modificado con resina), en tres niveles de tratamientos de superficie:

- No tratamiento (Control).
- Acondicionamiento con ácido fosfórico al 37% por 15 segundos (AC).
- Arenado, con óxido de aluminio de 50 micrones a una presión de aire de 60 libras, durante un tiempo de 10 segundos (SB).

El estudio se llevó a cabo en el Laboratorio Biomat-ULA ubicado en el área del Laboratorio Central de la Facultad de Odontología de la Universidad de Los Andes (FOULA), entre mayo y junio de 2014.

Las muestras utilizadas fueron estandarizadas, aceptando una variación máxima del 10% en sus dimensiones planificadas. Las muestras se fabricaron según las especificaciones de la ADA (14). Se realizaron discos de ionómero de vidrio de 2 mm de alto (h) por 10 de diámetro (Ø).

Se empleó un molde silicona 2mm (h) por 10mm (Ø) para vaciar un total de 30 discos de GIC y 30 discos de RMGI en estado plástico. Para el grupo RMGI la polimerización se realizó por 20 segundos con una lámpara led Radium Plus (SDI, Australia), por ambos lados del disco.

Finalmente los discos fueron incluidos en un cilindro de acrílico autopolimizable transparente, luego estos fueron devastados con papel de lija en dos series (P400 – P600) para eliminar rebarbas e irregularidades.

Por medio de aleatorización simple los grupos de materiales (convencional/ modificado) se subdividieron en 3 sub-grupos de 10 muestras cada uno, correspondientes a los tratamientos de superficie:

1.1 convencional control GIC

1.2 convencional más acondicionamiento ácido GIC+AC

1.3 convencional más arenado GIC+SB

2.1 modificado con resina control RMGI

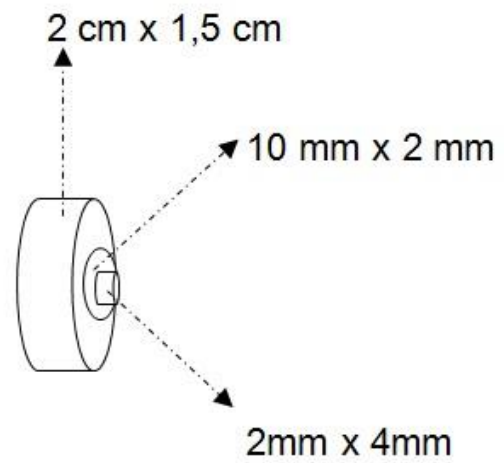
2.2 modificado con resina más acondicionamiento ácido RMGI+AC

2.3 modificado con resina más arenado RMGI+SB

Tratamientos de superficies:

- Grupo control; a los disco de GIC y RMGI RIVA (SDI, Australia) no se le aplicó ningún tratamiento de superficie.
- Grupo acondicionamiento ácido; se le aplicó ácido fosfórico al 37% (Condicionador dental gel, DENTSPLY) por 15 segundos, se lavaron y secaron por 15 segundos, luego se colocó una capa de adhesivo dental PRIME& BOND 2.1 (DENTSPLY) se fotopolimerizó con una lámpara de fotocurado Radian Plus (SDI, Australia) por 10 segundos, luego se colocó una segunda

capa de adhesivo dental siguiendo las instrucciones de la casa fabricante. Finalmente se colocó un disco de resina compuesta TPH3, A2 (DENTSPLY) de dimensiones h (2 mm) y diámetro (4 mm) (Fig.1).



**Fig. 1.** Dimensiones del acrílico, ionómero y resina compuesta

- Grupo con arenado; a los disco de GIC y RMGI RIVA (SDI, Australia) se le aplicó aire abrasivo con óxido de aluminio de 50 micrones a una presión de 60 PSI por 10 segundos con el microarenador LTDA (bio-art, Brasil), consecutivamente se le colocó resina compuesta TPH3, A2 (DENTSPLY) siguiendo los mismos pasos para la técnica adhesiva.

Posteriormente las muestras se llevaron a la estufa a 37 °C por 24 horas.

La prueba se realizó en una máquina de pruebas universales AUTOGRAPH AGS-J (Shimadzu

Japón); calibrada a una velocidad de 0,5 mm/min. El test de esfuerzo se ejerció en la interfase de unión hasta producir la separación con una cuchilla de acero inoxidable paralela a la superficie de unión de la resina compuesta al ionómero de vidrio. La resistencia de la unión se calculó en megapascal ( $\text{MPa}=1\text{N}/\text{mm}^2$ )<sup>15</sup> (Fig.2).



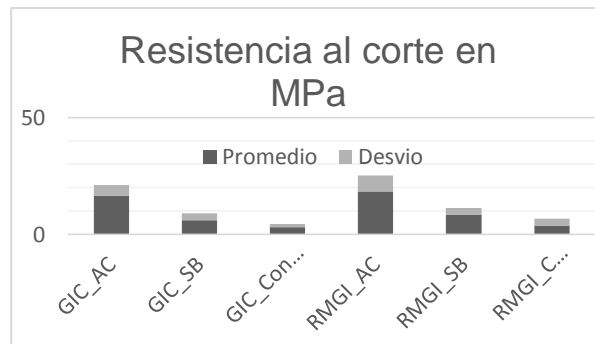
**Fig. 2.** Dirección de la cuchilla de la máquina de pruebas universales AUTOGRAPH AGS-J (Shimadzu Japón).

Los datos obtenidos se almacenaron en hoja de cálculo Excel (Microsoft Office 2010), y fueron procesados con el paquete estadístico SPSS por sus siglas en inglés: StatisticalPackageforthe Social Sciences (SPSS 15). Para la prueba de hipótesis se realizó un análisis de la varianza, ANOVA del tipo Univariado, para la variable resistencia adhesiva al corte, con dos niveles de variables independientes (Materiales y Tratamientos de superficies), el valor de  $p$  quedo pre-establecido en 0,05. Para las comparaciones múltiples del nivel Tratamientos se realizó la prueba Tukey de DHS.

## RESULTADOS

### Estadística Descriptiva

Para la estimación de parámetros en cada uno de los grupos probados se realizó una estadística descriptiva. El parámetro medido con la prueba fue el valor de resistencia al corte en MPa (Mega Pascal) en donde la medida de tendencia central fue la media aritmética y la medida de dispersión fue la desviación típica. En la tabla 1 y figura 3 podemos observar que para el material GIC los valores de resistencia adhesiva al corte fueron  $\text{GIC}+\text{AC}: 16,57(\pm 4,56) > \text{GIC}+\text{SB} 6,08(\pm 2,82) > \text{GIC}+\text{Control} 3(\pm 1,49)$ . Para el material RMGI los valores de resistencia adhesiva al corte fueron de  $\text{RMGI}+\text{AC}: 18,42(\pm 6,86) > \text{RMGI}+\text{SB}: 8,36(\pm 2,82) > \text{RMGI}+\text{Control}: 3,81(\pm 2,84)$ .



**Fig. 3.** Resistencia al corte

### Análisis de la Varianza

Para determinar la presencia de diferencias entre los materiales y los tratamientos de superficies se realizó la prueba de hipótesis de nulidad, para lo cual se empleó un análisis de la varianza ANOVA del tipo univariado con 2 niveles de variable independiente, material (GIC y RMGI) y tratamiento (AC, SB y Control).

Para el nivel materiales (GIC y RMGI) el análisis de la varianza muestra un valor de  $p=0,113$ , lo que indica que no hay diferencias estadísticamente significativas. Para el nivel tratamiento el valor de  $p=0,0001$ , lo que indica diferencias estadísticamente significativas; es decir, los tratamientos de superficies modifican la resistencia adhesiva al corte. La interacción material-tratamiento mostro un valor de  $p=0,835$ , sin diferencias estadísticamente significativas; es decir, la resistencia al corte es independiente de los materiales o de los tratamientos. Ver ANOVA tabla 2.

### Comparaciones Múltiples

Para las comparaciones múltiples del nivel Tratamientos se realizó una prueba de DHS de Tukey, en donde el valor de  $p$  quedó establecido en 0,05.

Se pudo observar que el valor de  $p=0,001$ , lo que indica diferencias estadísticamente significativas; es decir, son diferentes, ya que se puede observar que todos los conjuntos provienen de poblaciones diferentes. En orden el tratamiento con grabado ácido (AC) muestra un promedio de resistencia al corte de 17,5 MPa, el cual es mayor y diferente al promedio del grupo tratado con arenado (SB) que muestra un valor de 7,22 MPa, el cual es mayor y diferente al promedio del grupo control o no tratado (Control) 3,41MPa.

### DISCUSIÓN

Existen diferentes pruebas para determinar la resistencia a la adhesión dentro de las cuales

podemos nombrar la resistencia al corte ó cizallamiento y la micro-tensión. Este tipo de pruebas trata de determinar la fuerza necesaria para separar un material restaurador de base polimérica de la estructura dentaria y de esa manera poder predecir un comportamiento ante fuerzas que actúan sobre el material restaurador cuando entra en función. Esta propiedad no es una propiedad del material y los datos registrados dependen en gran medida de factores experimentales tales como; tipo de resina compuesta, cantidad de estrés generado, tamaño y geometría de la muestra y método de ensayo. La desventaja de la resistencia al corte con respecto a la micro-tensión es que no existe una distribución uniforme de la tensión, tal como lo revela el análisis de elementos finitos<sup>16</sup>, además de que existen mayor cantidad de defectos por poseer mayor área y un mayor número de fallas cohesivas en el sustrato.

En esta investigación utilizamos la resistencia adhesiva al corte ó cizallamiento por ser una técnica fácil de realizar con los insumos disponibles y que puede ser usada con fines comparativos. En nuestro caso no es relevante que ocurran fallas cohesivas en el sustrato ya que es un material intermedio que brinda ventajas al tejido dentario remanente y que va a ser cubierto con el material restaurador definitivo. El principal problema de esta técnica radica en la distribución poco uniforme de las tensiones entre las superficies adheridas. Estas tensiones se van a generar en el sitio en donde la cuchilla contacta con la muestra y van a variar dependiendo de la forma plana o si abraza la muestra. Por otra parte el operador puede tener

una influencia considerable en el resultado de la prueba <sup>15</sup>.

Fue difícil obtener un tamaño estandarizado para los cilindros de resina compuesta restauradora lo que pudo haber producido alguna falta de precisión en la ubicación de la cuchilla entre el material base (ionómero) y el material de cubrimiento (resina compuesta).

El problema se pudo solucionar con una base fabricada Ad Hoc para estabilizar la muestra en la máquina de pruebas universales con una capacidad de desplazamiento en los tres ejes.

Con respecto a los materiales utilizados como sustrato o adherente (ionómeros) no hubo diferencias en la resistencia al corte y difieren de los resultados obtenidos por <sup>6</sup> posiblemente porque utilizaron el RMGI (Vitremmer 3M) y el adhesivo (Single Bond 3M) que es de naturaleza química bastante similar.

En nuestro estudio, al analizar los números pudimos observar que había un pequeño aumento en la resistencia cuando la base era de RMGI; posiblemente por el contenido de resina, el cual pudiese brindar un aumento en la unión con el adhesivo; sin embargo, en ambos grupos de materiales se observó una dispersión amplia de los datos, lo que matemáticamente no permite encontrar diferencias. Esta dispersión pudiera explicarse por dos razones, la primera es que los grupos de tratamientos se encuentran ampliamente separados y segundo porque si la distribución de tensiones no es uniforme, entonces los resultados estarán dispersos y alejados de la medida de tendencia central.

Con respecto al tratamiento de superficie se pueden observar que los tres grupos están separados y bien diferenciados. El tratamiento con AC aumenta significativamente la resistencia adhesiva al corte en ambos materiales por arriba del grupo arenado y más aún del grupo no tratado / control. Esto pudiera explicarse por el hecho de que el grabado ácido puede disolver y eliminar la viruta creada por el tratamiento de estandarización de superficies con lijas al agua y de esa manera abrir porosidades que permitan la entrada del adhesivo y crear algún tipo de micro-traba mecánica y/o refuerzo por sellado de los defectos de superficie del cemento, entonces esta unión es de naturaleza micro-mecánica <sup>6</sup>. Por otro lado el tratamiento por acondicionamiento parece ser más efectivo que el arenado, posiblemente porque en este tratamiento las partículas chocan, se integran y modifican la superficie de tal manera que crean otra interfase o aumentan el número de defectos de superficie, que pueden ser el inicio de las fallas. Nuestros resultados son similares a los encontrados por <sup>1</sup>, si bien ellos evaluaron la resistencia al corte cuando se variaban sistemas adhesivos a un RMGI (Vitrebond 3M) pudieron observar que si se realizaba el acondicionamiento ácido sobre cualquiera de los sistemas adhesivos, aumentaba significativamente la resistencia adhesiva al corte.

En relación con el tratamiento de superficie con arenado a discos de ionómero de vidrio (GIC y RMGI), se realizó una búsqueda en PubMed con los descriptores “sandblasted AND glassionomer”, desde el año 2003 hasta 2014, en donde los criterios debían incluir una

metodología similar y no se obtuvieron resultados, por lo tanto consideramos este estudio un aporte a esta línea de investigación.

## CONCLUSIONES

Con las limitaciones de este estudio pudimos encontrar que la resistencia adhesiva al corte no se ve influenciada por el tipo de ionómero de vidrio, sin embargo el tratamiento de superficie con ácido fosfórico al 37% si aumenta de manera significativa ese parámetro cuando fue comparado con el no tratamiento y el arenado con óxido de aluminio.

## AGRADECIMIENTOS

Al Laboratorio Biomat-ULA ubicado en el área del Laboratorio Central de la Facultad de Odontología de la Universidad de Los Andes (FOULA), por permitir que se realizaran allí las pruebas.

Al taller mecánico de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Los Andes, por la fabricación de la base Ad Hoc, para la máquina de pruebas universales AUTOGRAPH AGS-J (Shimadzu Japón).



## REFERENCIAS

- 1.- Cedillo, J. Ionómero de vidrio de alta densidad como base en la técnica restauradora de sándwich. *Revista ADM*, 2011; LMVII (1), 39-47.
- 2.- Davidson C. Avances en cementos de ionómero de vidrio. *Revista de Mínima Intervención en Odontología*. 2009, 171-183.
- 3.- Macchi R. Materiales dentales. 4a Ed. Buenos Aires: Panamericana, 2007.
- 4.- Gil S, Mosquera S, Hoyos L, Domínguez T, Arango L, Gallego C. Cambios en la resistencia compresiva del ionómero de vidrio al ser grabado con ácido ortofosfórico. *Revista Nacional de Odontología*, 2013, 9(16), 67-73.
- 5.- Hidalgo R, Mendez M. Ionómeros de vidrio convencionales como base en la técnica restauradora de sándwich cerrado: su optimización mediante la técnica de acondicionamiento ácido simultáneo y selectivo. *Acta Odontológica Venezolana*. 2009, 1-24.
- 6.- Carvajal M, Ferreto I, Lafuente D. Adhesión de resina compuesta ionómeros de vidrio con nanorelleno. *Asociación Dental Americana*, 2012, 277-281.
- 7.-Anusavice K. Ciencia de los materiales dentales. 11ª Ed. España: Elsevier, 2004.
- 8.- Curtis R, Watson T. Dental biomaterials imaging, testing and modeling. USA: CRC, 2008.
- 9.- Joubert R. Odontología adhesiva y estética. España: Ripano. 2010.
- 10.- Flores L, Ramírez J. Ionómeros de vidrio restauradores: valoración de acuerdo a la Norma 96 de la ADA. *Revista ADM*, 2010, 72-77.

- 11.-Kasraie S, Shokripour M, Safari M. Evaluation of micro-shear bond strength of resin modified glass-ionomer to composite resins using various bonding systems. *Journal of ConservativeDentistry*, 2013, 550-554.
- 12.- Salinas P, Pérez, M. *Iniciación Práctica a la Investigación Científica*. Mérida-venezuela: Consejo de Publicaciones, 1991.
- 13.- Castiglia, V. *Principios de investigación biomédica (Segunda ed.)*. Buenos Aires.1998.
- 14.- American Dental Association. ADA Professional Product Review Online.Bonding Agents: Laboratory Testing Methods.ADA, 2007, 2(1), 1-7.
- 15.-Heintze S, Zimmerli B. Relevance of In Vitro Tests of Adhesive and Composite *Dental Materials*. Part 3: in vitro tests of adhesive systems. *SchweizMonatsschrZahnmed*, 2011, 121(11), 1024-40.
- 16.- De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem, M, Van Meerbeek B. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res*, 2005, 84(2), 118-32.