

Comparación de la fuerza de adhesión entre el ionómero de vidrio y la resina compuesta, con y sin grabado ácido

Comparison of the bond strength between the glass ionomer and composite resin, with and without acid etching

Recibido: 2015/03/25. Aceptado: 2015/07/20. Publicado: 2016/03/01

Thaís Chávez Romero¹
Sofía Mantilla Torres²

¹ Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Ciencias de la Salud, Escuela de Odontología, Clínica Odontológica, Campus Cumbayá, oficina CO 106, casilla postal 17-1200-841. Quito-Ecuador.
Correo electrónico: thaga75@hotmail.com

² Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Ciencias de la Salud, Escuela de Odontología, Clínica Odontológica, Campus Cumbayá, oficina CO 106, casilla postal 17-1200-841. Quito-Ecuador.
Correo electrónico: sofiamant@hotmail.com



Resumen

El objetivo del presente estudio fue determinar si la utilización del grabado ácido sobre el ionómero de vidrio (Vitremmer) mejora la fuerza de adhesión con la resina compuesta. Se analizaron 30 incrustaciones de ionómero de vidrio (Vitremmer) de 2mm de grosor y 12 mm de diámetro, montadas en un bloque cilíndrico de acrílico con 4 cm de alto y 2 cm de diámetro. Una vez hechas estas 30 muestras se separaron en tres grupos de 10. En el primer grupo se realizó una restauración de resina sin la utilización del ácido fosfórico, se aplicó 2 capas de adhesivo (3M ESPE Adper Single Bond Plus) sobre el ionómero de vidrio y posteriormente se colocó 3 mm de resina compuesta. En el segundo grupo se colocó ácido fosfórico al 35% durante 15 segundos sobre el ionómero de vidrio previo a la colocación adhesivo y de la resina, y finalmente en el tercer grupo se colocó ácido fosfórico durante 30 segundos previo a la colocación de los sistemas adhesivos y de la resina. Las muestras fueron almacenadas en agua destilada a 37°C durante 5 días antes de ser sometidas a pruebas de cizalla. La fuerza de adhesión fue calculada en megapascales (MPa) y analizada estadísticamente. Los promedios fueron comparados con los métodos de Bonferroni y de Tukey Kramer, calculado a un nivel de significancia de 0,05.

Del total de muestras analizadas, el grupo 1 obtuvo un promedio de 4,73 MPa siendo el grupo con mayor fuerza registrada, seguido por el grupo 2 con un promedio de 4,36 MPa y finalmente el grupo 3 con menor fuerza registrada con un promedio de 3,90 MPa. Al realizar los análisis estadísticos se obtuvieron resultados en los que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos. En la prueba de igualdad de varianzas del test de Bonferroni los tres grupos presentaron un valor de 1,0 el cual es mayor a 0,05 por lo que no son significativos. En cuanto test de Tukey Kramer, se realizó un estudio comparativo entre los tres grupos y se obtuvo que el grupo 1 versus el grupo 2 presentó un valor de 0,922, el grupo 1 versus el grupo 3 presentó un valor de 0,665 y finalmente el grupo 2 versus el grupo 3 presentó un valor de 0,880. Por lo tanto, los tres grupos tuvieron valores mayores a 0,05, lo cual determina que no son diferentes significativamente. Se llegó a la conclusión que el uso del ácido fosfórico sobre el ionómero de vidrio (Vitremmer) puede o no ser omitido en un procedimiento operatorio utilizando resina compuesta.

Palabras claves: Ionómero de vidrio, resina compuesta, caries, grabado ácido, adhesión.

Abstract

The aim of this study was to determine whether the use of acid etching on glass ionomer (Vitremmer) improves the adhesion strength with the composite resin. 30 inlay glass ionomer (Vitremmer) were analyzed with 2mm thick and 12 mm diameter, laid above a cylindrical acrylic block with 4 cm high and 2 cm diameter. Once made these 30 samples, were separated into three groups of 10. The first group resin restoration was made without using phosphoric acid, 2 layers of adhesive on the glass ionomer were applied and then 3mm of composite resin were placed. In the second group, 35% phosphoric acid was placed for 15 seconds on the glass ionomer prior to placement of adhesive system and resin, and finally in the third group was placed phosphoric acid for 30 seconds prior to placement of the adhesive systems and resin. The samples were stored in distilled water at 37 ° C for 5 days before being failed in shear. The adhesion strength was calculated in megapascals and statistically analyzed. The averages were compared with the methods of Bonferroni and Tukey Kramer, calculated at a 0,05 significance level.

Of all the samples analyzed, group 1 had an average of 4,73 MPa being the group with the highest force recorded, followed by group 2 with an average of 4,36 MPa and finally group 3 with less force registered an average of 3,90 MPa. When performing statistical analyzes results in which there were no statistically significant differences among the three groups were obtained. In the test of equal variances Bonferroni test, the three groups presented a value of 1,0 which is higher than 0,05, therefore there are no significant difference. Using Tukey Kramer test, a comparative study was made between the three groups and it was found that the group 1 versus group 2 showed a value of 0,922, group 1 versus group 3 presented a value of 0,665 and finally group 2 versus group 3 presented a value of 0,880. Therefore, the three groups had higher than 0.05, which determines that they are not significantly different. As a conclusion, the use of phosphoric acid on glass ionomer (Vitremmer) may or may not be omitted in an operative procedure using composite resin.

Key words: glass ionomer, composite resin cavities, etching, adhesion.

Introducción

La caries dental, es quizás, la enfermedad más frecuente del ser humano. La incidencia de caries desde hace unos años atrás hasta la actualidad, ha incrementado debido al modo de vida y en sí, a la alimentación. La evolución de esta enfermedad, si no es tratada, da lugar a una pérdida de estructura dentaria que puede llegar a afectar además del esmalte, la dentina e incluso la pulpa ¹.

La operatoria dental es el área encargada de restaurar las piezas dentales que son afectadas por una pérdida de sustancia producida por causas infecciosas, como las caries; y no infecciosas como los traumas, abrasiones, erosiones y abfracciones ².

Se ha desarrollado un material usado como base de cavidades muy profundas, conocido como ionómero de vidrio para base. El ionómero presenta propiedades de protección frente a la reaparición de caries, tiene acción antiséptica, mineralizante y propende a la homeostasis del órgano dentino-pulpar; ayuda a neutralizar la contracción de la resina gracias a la elasticidad que brinda, asemejándose a las propiedades de la dentina ¹.

Los ionómeros de vidrio se endurecen mediante la reacción ácido-base, esta reacción se produce cuando el ácido ataca al vidrio, de éste salen iones de calcio, flúor y aluminio y queda como núcleo la estructura silíceo de vidrio. Los iones bivalentes de calcio, estroncio y aluminio conformarán la matriz de la estructura del núcleo del ionómero como policarboxilatos de calcio y de aluminio, mientras que el flúor es liberado y puede salir del ionómero como fluoruro de sodio, este episodio es llamado el fenómeno de liberación del flúor ³.

Debido a la falta de estética y a la baja resistencia a la abrasión que tiene el ionómero de vidrio, se utiliza la resina compuesta como material restaurador de la cavidad siendo utilizado el ionómero como base.

Para que la restauración de la cavidad tenga éxito y no sufra de micro filtraciones, es imprescindible una buena adhesión entre la resina y el ionómero de vidrio. Para lograr esto se utiliza adhesivo entre la resina y el ionómero, mientras que el mecanismo de unión entre el ionómero y la dentina es químico con un entramamiento mecánico. Pero la gran incógnita se encuentra en si el grabado ácido en el ionómero es o no necesario para una mejor retención entre la resina y el ionómero ¹.

En la presente investigación se comparan las propiedades de adhesión entre el ionómero de vidrio y la resina compuesta utilizando y no utilizando grabado ácido.

Método

Para la fabricación de las muestras se realizaron 30 discos de ionómero de vidrio (3M ESPE Vitremer). Con la ayuda de las indicaciones del fabricante, se procedió a mezclar dos medidas de polvo y dos gotas de líquido, integrando poco a poco el polvo al líquido hasta conseguir una mezcla homogénea.



Imagen 1. Medidas de polvo y líquido del Ionómero de vidrio (Vitremer).

Una vez conseguida la mezcla del ionómero, se colocó vaselina sobre la loseta de vidrio y sobre ella se colocó los moldes metálicos con un diámetro de 12 mm y una profundidad de 2mm (imagen 2), para colocar dentro de ellos el ionómero de vidrio. Se polimerizó el ionómero con una lámpara de fotocurado (Optilight Max, Gnatus) durante 40 segundos como lo recomienda el fabricante y se realizó el mismo procedimiento hasta obtener 30 discos de ionómero de vidrio.

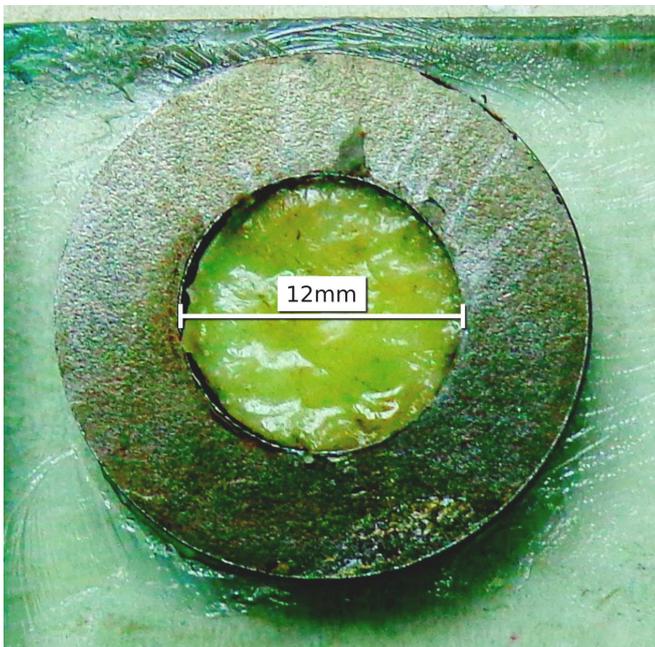


Imagen 2. Rodela metálica con diámetro interior de 12 mm para colocar el ionómero.

Una vez obtenidos los 30 discos de ionómero, se procedió a mezclar el acrílico rosado y a colocarlo dentro del molde metálico con 2 cm de diámetro y 4 cm de alto (imagen 3). Cuando el acrílico se encontró en su fase plástica se introdujo la rodela con el ionómero dentro del acrílico y se esperó a que se polimerice. Se realizó el mismo procedimiento hasta obtener las 30 muestras de acrílico con ionómero de vidrio.

Luego de haber obtenido las 30 muestras, se dividieron en tres grupos de 10 muestras cada uno. El primer grupo no se colocó ácido fosfórico



Imagen 3. Moldes metálicos para colocar el ionómero y el acrílico.

sobre la superficie del ionómero de vidrio. Con la ayuda de un microcepillo (Imagen 4), se aplicaron dos capas de adhesivo (3M ESPE Adper Single Bond 2) sobre el ionómero de vidrio, fotocurando cada una durante 10 segundos tal y como lo indica el fabricante. Una vez fotocurado el adhesivo, se aplicó la resina en 2 capas. Se tomó 3 mm del dispensador de resina (Imagen 5) y se colocó sobre el ionómero de vidrio con la ayuda

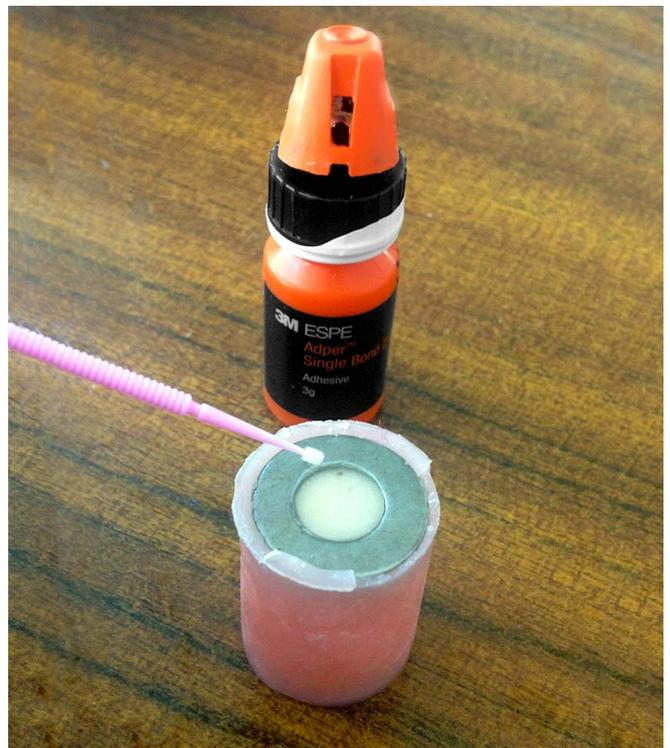


Imagen 4. Aplicación del adhesivo sobre la superficie del ionómero de vidrio.

del molde metálico para la resina. Se fotocuró durante 20 segundos. Se tomó otra porción de 3 mm de resina y se colocó la segunda capa de resina fotocurando durante 20 segundos como la capa anterior. Se realizó el mismo procedimiento hasta obtener las 10 muestras.

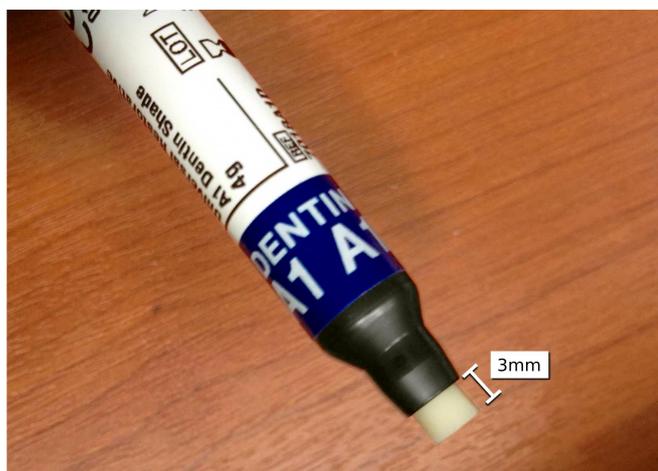


Imagen 5. Porción de resina que se utilizó (3 mm).

En el segundo grupo se colocó ácido fosfórico (3M ESPE ScotchBond Gel Grabador) al 35% durante 15 segundos sobre la superficie del



Imagen 6. Aplicación del ácido fosfórico sobre la superficie del ionómero de vidrio.

ionómero de vidrio (Imagen 6). Se lavó con agua durante 30 segundos y se secó con chorro de aire de la jeringa triple. Después de haber grabado la superficie de ionómero, se realizó el mismo procedimiento de colocación del adhesivo y resina que el primer grupo.

En el tercer grupo se colocó ácido fosfórico (3M ESPE ScotchBond Gel Grabador) al 35% durante 30 segundos sobre la superficie del ionómero de vidrio (Imagen 6). Se lavó con agua durante 60 segundos y se secó con la ayuda del chorro de aire de la jeringa triple. Después de haber grabado la superficie de ionómero, de igual manera se utilizó el mismo procedimiento de colocación de adhesivo y resina que el primer grupo.



Imagen 7. Muestras colocadas en agua destilada en la máquina de baño maría a 37°C.

Una vez obtenidas las 10 muestras de cada grupo, se marcaron las muestras para identificarlas. Posteriormente, las 30 muestras fueron colocadas en agua destilada en una máquina de baño de agua María a 37°C (Imagen 7) durante 5 días.

Luego de haber concurrido los 5 días, todas las muestras fueron sometidas a cizallamiento con la ayuda de la máquina de pruebas universal a una velocidad de 0,1 mm/min hasta que se produjera la fractura.

Grupo 1 Control en Mpa	Grupo 2 (15 seg) en Mpa	Grupo 3 (30 seg) en Mpa
0,50 MPa	4,07 MPa	3,54 MPa
3,86 MPa	1,33 MPa	6,37 MPa
4,77 MPa	3,68 MPa	0,74 MPa
4,49 MPa	5,31 MPa	2,89 MPa
6,22 MPa	8,42 MPa	7,96 MPa
3,40 MPa	1,73 MPa	1,32 MPa
3,04 MPa	5,16 MPa	3,54 MPa
5,94 MPa	3,68 MPa	5,06 MPa
6,65 MPa	4,53 MPa	3,11 MPa
8,42 MPa	5,69 MPa	4,46 MPa

Tabla 1. Fuerza de las muestras analizadas en newtons.

Los datos fueron almacenados y se calculó la fuerza de adhesión en megapascales. Los resultados fueron analizados por un análisis de varianza de tres grupos calculado a un nivel de significancia de 0,05. Los promedios de los grupos fueron comparados con el test de Bonferroni y Tukey Kramer.

Resultados

Se analizaron estadísticamente los valores de las 30 muestras y se obtuvo los siguientes datos presentados en las siguientes tablas y gráficas utilizando el programa Stata.

Con la ayuda de los siguientes gráficos se demuestra que la actividad de las fuerzas registradas tiene gran variabilidad y que no siguen un patrón determinado.

- En el grupo # 1 se registraron valores desde 0,50 hasta 8,42 MPa.
- En el grupo # 2 se registraron valores desde 1,33 hasta 8,42 MPa.
- En el grupo # 3 se registraron valores desde 0,74 hasta 7,96 MPa.

Al realizar un promedio y desviación estándar de los datos registrados se obtuvo lo siguiente:

Según los datos obtenidos en la tabla 2, se puede observar que el grupo #1 presenta un promedio de fuerzas mayor a la de los otros dos grupos, seguido por el grupo #2 y finalmente con el promedio más bajo, el grupo #3.

En la figura 1 también se puede observar el comportamiento del promedio de las fuerzas de los tres grupos, así como también la desviación

Grupo	Promedio	Desviación estándar	Min	Max
1	4,73	2,22	0,50	8,42
2	4,36	2,03	1,33	8,42
3	3,90	2,18	0,74	7,96
Total	4,33	2,14	0,50	8,98

Tabla 2. Promedio y desviación estándar de los grupos.

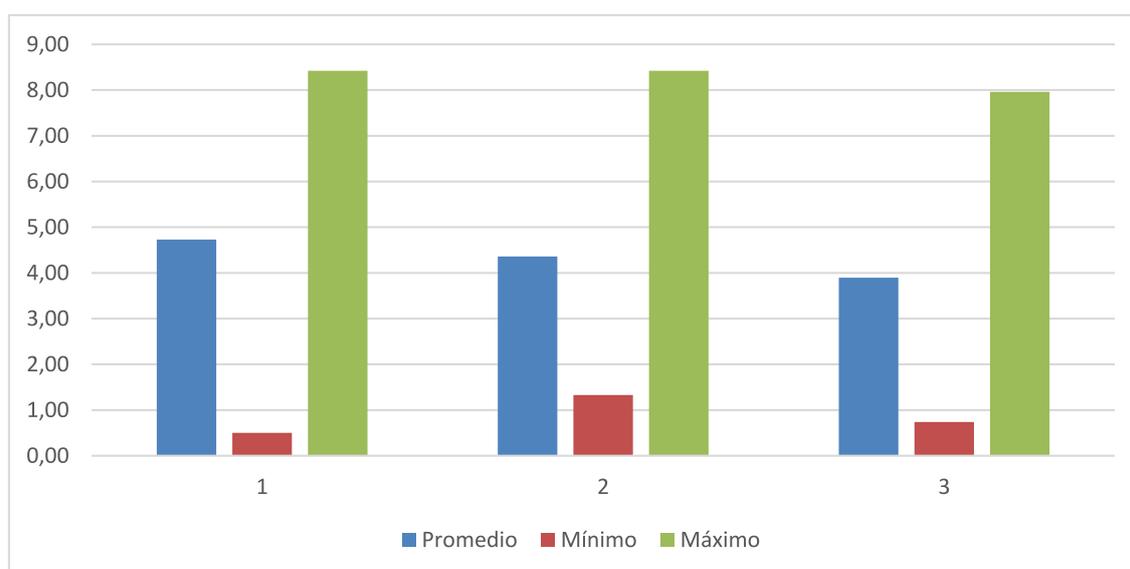


Figura 1. Promedio, mínimo y máximo de fuerzas de los grupos de estudio en Megapascalas.

estándar, el máximo y mínimo de fuerzas registradas.

En el caso del promedio (barra azul), se puede observar que el grupo #1 alcanzó los valores más altos de fuerza y también presentó la menor fuerza (barra roja).

Prueba de supuestos

Se deben probar los siguientes supuestos para utilizar un test paramétrico de comparación de medias:

1. Las distribuciones de cada grupo deben tener una distribución normal
2. Las varianzas entre los grupos deben ser iguales: homocedasticidad

Prueba de normalidad de los grupos

Para poder comprobar la normalidad de los grupos de estudio se utilizó el programa Stata, en el cual se utilizó la Prueba sktest.

Dentro de esta prueba de normalidad, también se utilizaron los gráficos de probabilidad-probabilidad y los gráficos de cuantil-cuantil.

El gráfico de probabilidad-probabilidad (P-P Plot o gráfica porcentual) compara una función de distribución acumulada empírica con una función de distribución teórica. La manera de interpretar los datos obtenidos es la siguiente: Si los puntos se aproximan al comportamiento lineal señalado en el gráfico, se puede considerar que la función empírica de la distribución acumulada es similar a la teórica, y por lo tanto se comporta "normalmente". Si los puntos se alejan a la línea

Variable	Obs	Pr (Asimetría)	Pr (Curtosis)	Chi 2 (2)	Prob>chi2
Grupo 1	10	0,6838	0,568	0,50	0,7784

Tabla 3. Prueba de normalidad "sk" para el grupo 1.

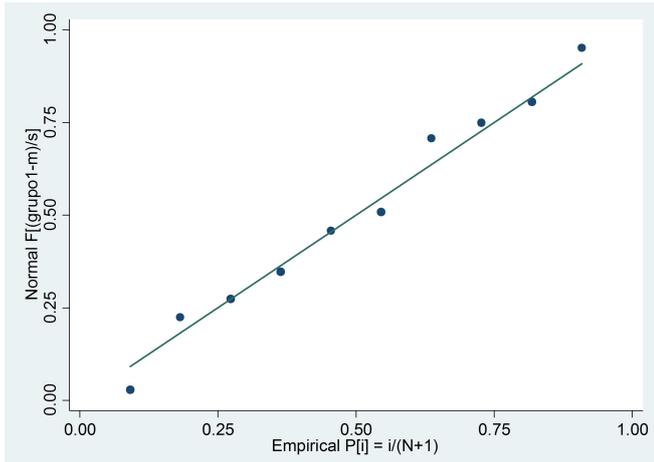


Figura 2. Gráfico P-P plot del grupo 1.

recta, la variable se aleja de una distribución normal ⁴.

Por otro lado, el gráfico de cuantil-cuantil (Q-Q plot) compara los valores ordenados de una variable con los cuantiles de una distribución teórica específica.

Las gráficas P-P y Q-Q se emplean para determinar visualmente que tan bien se ajustan los datos empíricos al comportamiento de una distribución teórica ⁴.

Para el grupo uno, en la tabla 3 se puede observar que **prob>chi²** tiene un valor de 0.7784 el cual es mayor que 0.05, por esta razón

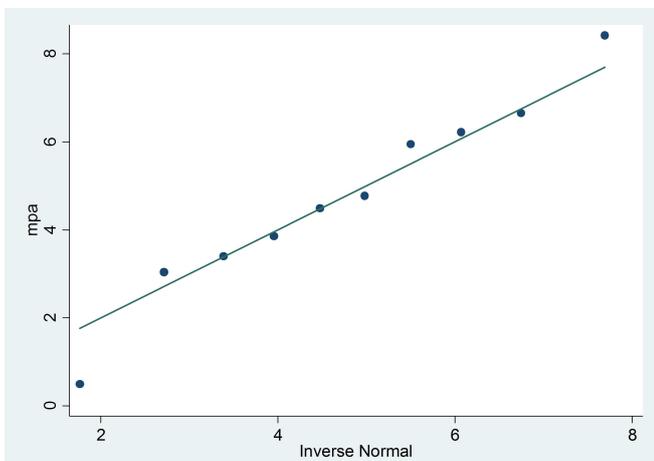


Figura 3. Gráfico Q-Q plot del grupo 1.

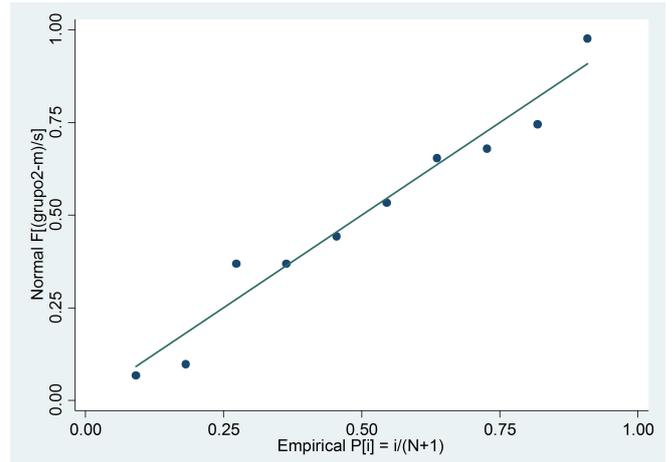


Figura 4. Gráfico P-P plot del grupo 2.

aceptamos la hipótesis nula de que la población del grupo 1 sigue una distribución normal.

En la figura 2, el gráfico P-P plot presenta los datos del grupo 1 aproximados al comportamiento lineal presentado. Además, los datos presentados son aleatorios, por lo tanto, los datos presentan una probabilidad normal.

En la figura 3, el gráfico Q-Q plot presenta los datos del grupo 1 aproximados al comportamiento lineal presentado. Además, los datos presentados son aleatorios, por lo tanto, los datos presentan una distribución normal.

Para el grupo dos, tabla 4 se puede observar que **prob>chi²** tiene un valor de 0,5353 el cual es

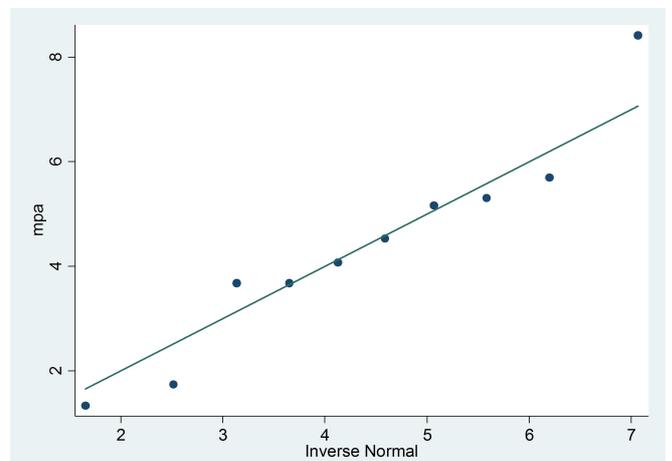


Figura 5. Gráfico Q-Q plot del grupo 2.

Variable	Obs	Pr (Asimetría)	Pr (Curtosis)	Chi 2 (2)	Prob>chi2
Grupo 2	10	0,5465	0,388	1,25	0,5353

Tabla 4. Prueba de normalidad "sk" para el grupo 2.

mayor que 0,05, por esta razón aceptamos la hipótesis nula de que la población del grupo 2 sigue una distribución normal.

En la figura 4, el gráfico P-P plot presenta los datos del grupo 2 aproximados al comportamiento lineal presentado. Además, los datos presentados son aleatorios, por lo tanto, los datos presentan una probabilidad normal.

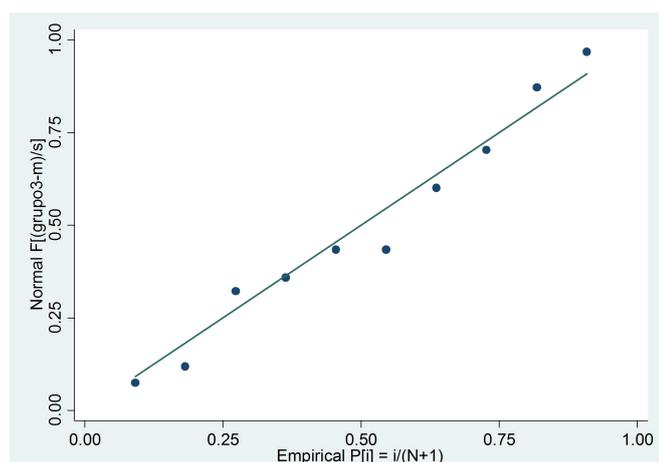


Figura 6. Gráfico P-P plot del grupo #3.

En la figura 5, el gráfico Q-Q plot presenta los datos del grupo #2 aproximados al comportamiento lineal presentado. Además, los datos presentados son aleatorios, por lo tanto, los datos presentan una distribución normal.

Para el grupo tres, en la tabla 5 se puede observar que prob>chi2 tiene un valor de 0,7636 el cual es mayor que 0,05, por esta razón aceptamos la hipótesis nula de que la población del grupo 3 sigue una distribución normal.

En la figura 6, el gráfico P-P plot presenta los datos del grupo 3 aproximados al comportamiento lineal presentado. Además, los datos presentados son aleatorios, por lo tanto, los datos presentan una probabilidad normal.

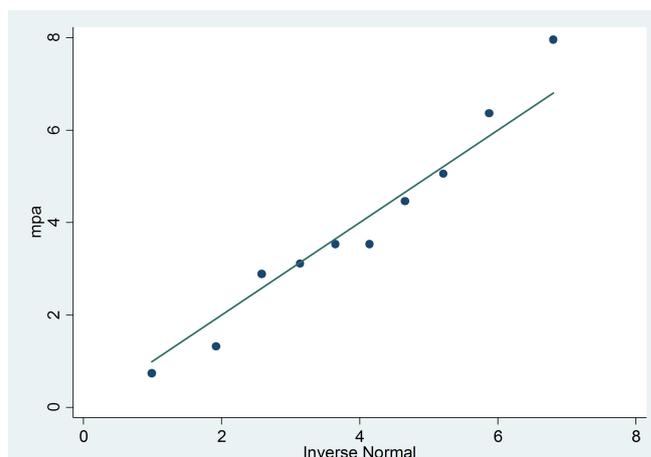


Figura 7. Gráfico Q-Q plot del grupo 3.

En la figura 7, el gráfico Q-Q plot presenta los datos del grupo 3 aproximados al comportamiento lineal presentado. Además, los

Variable	Obs	Pr (Asimetría)	Pr (Curtosis)	Chi 2 (2)	Prob>chi2
Grupo 1	10	0,4983	0,798	0,54	0,7636

Tabla 5. Prueba de normalidad "sk" para el grupo 3.



Variable	Obs	Promedio	Error Estándar	Desviación estándar	(Intervalo 95% confianza)	
Grupo 1	10	4.72867	0.702169	2.220455	3.140252	6.317088
Grupo 2	10	4.359431	0.640391	2.025094	2.910766	5.808095
Combinados	20	4.54405	0.464431	2.076998	3.571985	5.516116
Ratio = sd (grupo 1) / sd (grupo 2)				F = 1.2022		
Ho: ratio = 1				Grados de libertad = 9.9		
Ha: ratio < 1		Ha: ratio != 1		Ha: ratio > 1		
Pr(F<f) = 0.6059		2 * Pr(F>f) = 0.7883		Pr(F>f) = 0.3941		

Tabla 6. Igualdad de varianzas entre grupo 1 y grupo 2.

datos presentados son aleatorios, por lo tanto, los datos presentan una distribución normal.

Para poder utilizar un test paramétrico se debe cumplir el supuesto de igualdad de varianzas. Para poder comprobar este supuesto utilizamos el “sdtest”, el cual permite evaluar si la desviación estándar entre grupos es igual. El “sdtest” mantiene como hipótesis nula que la proporción entre las desviaciones estándar de los grupos es 1, es decir, que las desviaciones estándar es la misma. Por ende, la hipótesis alternativa consiste en que la proporción sea distinta de 1. De esta manera, para poder comprobar que las desviaciones estándar entre los grupos son distintas, deberíamos observar que la hipótesis alternativa $2 \times \Pr(F > f) < 0.05$ debido a que tenemos tres grupos de observaciones se

realizaron las comparaciones de la siguiente manera:

- Grupo 1 vs grupo2
- Grupo 1 vs grupo3
- Grupo 2 vs grupo3

Como se ve más adelante, se encontró que no existe diferencia estadísticamente significativa entre las varianzas de los grupos.

En la tabla 6, se comparan los grupos 1 y 2. Según los valores obtenidos ninguno es menor a 0,05, por lo que no existe diferencia estadísticamente significativa entre las varianzas de los grupos.

En la tabla 7, se comparan los grupos 1 y 3. Según los valores obtenidos ninguno es menor a 0,05,

Variable	Obs	Promedio	Error Estándar	Desviación estándar	(Intervalo 95% confianza)	
Grupo 1	10	4.72867	0.702169	2.220455	3.140252	6.317088
Grupo 2	10	4.359431	0.640391	2.025094	2.910766	5.808095
Combinados	20	4.54405	0.464431	2.076998	3.571985	5.516116
Ratio = sd (grupo 1) / sd (grupo 2)				F = 1.2022		
Ho: ratio = 1				Grados de libertad = 9.9		
Ha: ratio < 1		Ha: ratio != 1		Ha: ratio > 1		
Pr(F<f) = 0.6059		2 * Pr(F>f) = 0.7883		Pr(F>f) = 0.3941		

Tabla 7. Igualdad de varianzas entre grupo 1 y grupo 3.

Variable	Obs	Promedio	Error Estándar	Desviación estándar	(Intervalo 95% confianza)	
Grupo 2	10	4.359431	0.640391	2.025094	2.910766	5.808095
Grupo 3	10	3.897174	0.689106	2.179147	2.338306	5.456042
Combinados	20	4.128302	0.460879	2.061113	3.163672	5.092933
Ratio = sd (grupo 2) / sd (grupo 3)				F = 0.8636		
Ho: ratio = 1				Grados de libertad = 9.9		
Ha: ratio < 1		Ha: ratio != 1		Ha: ratio > 1		
Pr(F<f) = 0.4153		2 *Pr(F>f) = 0.8307		Pr(F>f) = 0.5847		

Tabla 8. Igualdad de varianzas entre grupo 2 y grupo 3.

por lo que no existe diferencia estadísticamente significativa entre las varianzas de los grupos.

En la tabla 8, se comparan los grupos 2 y 3. Según los valores obtenidos ninguno es menor a 0,05, por lo que no existe diferencia estadísticamente significativa entre las varianzas de los grupos.

Debido a las tablas analizadas según los valores presentados, se cumplieron los supuestos que nos permiten utilizar un test paramétrico. En este caso se utilizarán el Bonferroni y una prueba menos conservadora como lo es la prueba de Tukey Kramer.

En la tabla 9, se compararon los tres grupos mediante la prueba de Bonferroni, la cual nos indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ninguno de los grupos. En la tabla de análisis de varianza, los valores de Prob > F deben ser menores a 0,05 para que al menos un grupo sea significativamente distinto de otro. En este caso el valor de Prob > F es igual a 0,6889 el cual es mayor a 0,05, por lo tanto, nos indica que los grupos no son significativamente distintos.

En cuanto a la comparación de fuerzas entre grupos por medio del test de Bonferroni, de igual manera, para que los valores de los grupos sean

Análisis de varianza					
Fuente	SS	df	MS	F	Prob > F
Entre grupos	3.47134965	2	1.73567482	0.38	0.6889
Dentro de grupos	124.020973	27	4.59336936		
Total	127.492322	29	4.39628698		
Prueba de Bartlett para la igualdad de varianzas: chi2 (2) = 0.0799 Prob>chi2 = 0.961					
Comparación de fuerzas por grupo					
Row Mean - Col Mean	1		2		
2	-0.369239	1.000			
3	-0.831496	1.000	-0.462257	1.000	

Tabla 9. Comparación de grupos mediante el Test de Bonferroni.

Comparaciones por pares de medias con varianzas iguales					
			Número de comparaciones		
Grupos			3		
Fuerzas	Contraste	Error estándar	t	P > [t]	[95% intervalo de confianza]
2 vs 1	- 0.3692395	0.9584748	- 0.39	0.922	-2.745699 2.00722
3 vs 1	- 0.8314962	0.9584748	-0.87	0.665	-3.207955 1.54596
3 vs 2	- 0.4622567	0.9584748	-0.48	0.880	-2.838716 1.91420

Tabla 10. Comparación de grupos mediante el Test de Tukey-Kramer.

significativamente distintos, el valor entre los grupos calculado deber ser menor a 0,05, y en este caso todos los valores señalados entre los grupos son de 1, de esta manera se demuestra que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los grupos.

Si el valor que nos da $P > [t]$ es menor a 0,05, entonces será significativamente distinto.

En la tabla 10, se compararon todos los grupos entre sí, en el cual $P > [t]$ presentó los siguientes valores:

- 2 vs 1 = 0,922
- 3 vs 1 = 0,665
- 3 vs 2 = 0,880

Ninguno de estos valores fue menor a 0.05 por lo tanto ningún grupo es significativamente distinto.

En la figura 8, presentada a continuación se puede observar la interpretación de los datos del estudio por medio del diagrama de Caja y Bigote. Se puede observar como la mediana se encuentra dentro de los mismos valores en los tres grupos, confirmando una vez más que no difieren el uno del otro. También se puede observar un valor atípico en el diagrama del grupo 2. Por lo tanto, el valor superior de fuerzas lo presenta el grupo 1 seguido por el grupo 2 y finalmente el 3.

Discusión

En la actualidad, es muy común la utilización de ionómero de vidrio como base en procedimientos restaurativos con resina, ya que se utiliza principalmente para combatir la sensibilidad postoperatoria, además su módulo de elasticidad es similar a la de la dentina y ayuda a disminuir la reaparición de la caries dental debido a la liberación de flúor ¹.

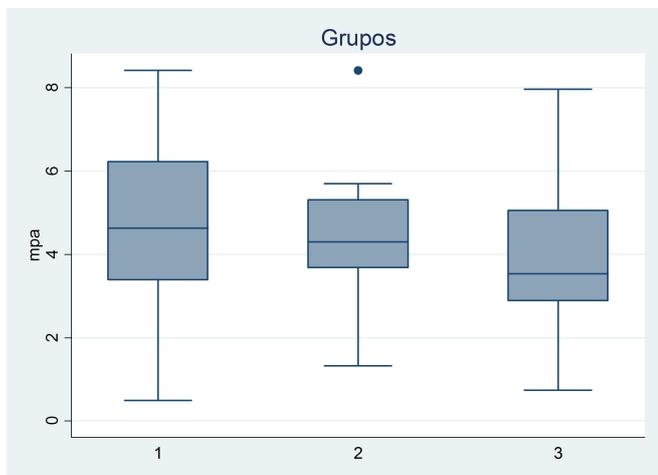


Figura 8. Interpretación de los datos estudiados mediante diagrama de Caja y Bigote.

Una de las principales aplicaciones del ionómero de vidrio es en restauraciones cervicales en donde los márgenes son tanto de esmalte como de dentina. Su adhesión al tejido dental es de gran eficacia, pero debido a su baja calidad estética se ha optado por la aplicación de resina compuesta sobre el ionómero. Otra aplicación usual del ionómero de vidrio es en restauraciones con cavidades muy profundas o en piezas sensibles utilizando a éste como base ¹.

La naturaleza heterogénea de la dentina y el dificultoso control de la humedad son desventajas que complican un perfecto sellado en la unión dentinal. En cavidades grandes y profundas con una o dos restauraciones marginales localizadas en dentina, es recomendable la técnica de colocar varias capas de resina para limitar la microfiltración y mejorar la adhesión de la resina tanto a las paredes dentinarias, así como también al ionómero de vidrio. Además, al utilizar esta técnica se pueden aprovechar los beneficios del ionómero de vidrio, es decir, su buena adhesión iónica, bajo módulo de elasticidad, absorción de estrés de fuerzas de masticación y propiedad de liberación de cationes ⁵.

La unión entre el ionómero de vidrio y la resina compuesta es de naturaleza micromecánica, es por esta razón que existen varios debates en cuanto al uso o no de grabado de ácido fosfórico sobre la superficie del ionómero de vidrio.

En el estudio realizado por Guzmán, A. en el año 2000 se demostró que con el uso del grabado con ácido fosfórico al 35% se obtiene una mejor adhesión de los sistemas adhesivos al ionómero de vidrio y a la dentina. Sin embargo, en el mismo estudio se demostró que el uso de este procedimiento puede provocar una mayor sensibilidad postoperatoria, por lo que algunos clínicos prefieren aplicar únicamente el acondicionador de dentina del ionómero de vidrio (Primer), el cual penetra en la malla de colágeno favoreciendo la adhesión micromecánica entre el ionómero de vidrio y el

tejido dentario. De esta manera se colocaría ácido fosfórico únicamente en las paredes de esmalte y dentina de la cavidad para crear una micro retención con los sistemas adhesivos de la resina ¹⁰.

Por otro lado, tanto Smith & Soderholm como Taggart & Pearson recomiendan en base a su estudio, que la aplicación del ácido fosfórico al 35% sobre el ionómero de vidrio sea durante un corto tiempo ya que este puede causar un deterioro del ionómero de vidrio ^{6,7}. El grabado ácido forma una zona débil y porosa en el ionómero de vidrio que puede ser parcialmente reforzada con el adhesivo. Durante las pruebas de cizallamiento, la fractura se produce en esta región debilitada. Ya que en varios estudios tales como el de Carvajal y el de Wexler & Beech, se registró que la fractura se da en el ionómero de vidrio, en lugar de la unión entre el ionómero y la resina compuesta ^{1,8}.

En el presente estudio se evaluó la fuerza de adhesión entre la resina y el ionómero de vidrio siendo sometidas a fuerzas de cizallamiento utilizando o no el ácido fosfórico sobre la superficie del ionómero.

Los objetivos de este estudio se pudieron cumplir ya que se determinó que la fuerza de adhesión del ionómero de vidrio y la resina sin la aplicación del ácido fosfórico fue en promedio de 4,73 MPa, siendo el grupo #1 el que presentó la mayor fuerza de adhesión.

Al igual que los estudios mencionados, en esta investigación no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las fuerzas de adhesión registradas del grupo 1, en el cual no se utilizó ácido fosfórico; del grupo 2, en el cual se utilizó ácido durante 15 segundos; y del grupo 3, en el cual se utilizó ácido durante 30 segundos. Estos valores estadísticos nos ayudan a concluir que el uso del ácido fosfórico sobre la superficie del ionómero de vidrio es innecesario para este tipo de procedimiento operatorio, llamado "técnica sándwich", en los que se utiliza ionómero

de vidrio y resina. Sin embargo, cabe recalcar que en estos procedimientos se debe utilizar ácido fosfórico únicamente en la zona del esmalte y dentina de la cavidad, para que así se elimine el barrillo dentinario y forme micro porosidades para lograr una mejor adhesión y retención micro mecánica con la resina ^{1,5}.

Los resultados de las fuerzas de adhesión obtenidas en este estudio para el ionómero de vidrio (Vitremmer) no grabados con ácido (0,50 a 8,42 MPa) concuerdan con estudios anteriores en los que se ha demostrado que el ionómero de vidrio no grabado, presenta de igual manera un mayor promedio en cuanto a la fuerza registrada antes de la fractura entre el ionómero de vidrio y la resina, a pesar de que entre los grupos de estudio no exista una diferencia estadísticamente significativa.

Sin embargo, este estudio y el de Carvajal y col. difieren alarmantemente en cuanto a las fuerzas obtenidas en los grupos sin grabado ácido, ya que Carvajal y col. presentan fuerzas registradas superiores a los 30 MPa y en el presente estudio las fuerzas fueron de 4,73 MPa. Estas diferencias pueden deberse a:

- Tipo de material utilizado, en este estudio se utilizó resina Filtek Supreme Ultra A1 Dentin Shade, mientras que, en el estudio de Carvajal y col., utilizaron resina Z-100. Ambas de la casa comercial 3M ESPE.
- Cantidad de material utilizado. En este estudio se utilizaron dos porciones de resina, cada una de 3 mm, obteniendo un cilindro con un diámetro de 6 mm,

mientras que, en el estudio de Carvajal y col., se realizó un cilindro con un diámetro de 2 mm.

- El área de resina adherida al ionómero de vidrio. Para calcular el área de la resina se utilizó la fórmula del área del círculo, la cual es $\pi \times R^2$. En este caso el área de resina utilizada en este estudio fue de 28,26 mm², debido a que el diámetro fue de 6 mm y el radio de 3 mm. Mientras que, el área de resina utilizada en el estudio de Carvajal y col., fue de 3.14 mm², debido a que el diámetro fue de 2 mm y el radio de 1 mm.

Por otro lado, Palmir y col., en su estudio similar a este, presentaron que la aplicación de ácido fosfórico durante 30 segundos fue el grupo que obtuvo un mayor promedio de fuerzas de adhesión (12,7 MPa), seguido por el grupo sin grabado ácido (10,1 MPa) y por último el grupo con grabado ácido durante 15 segundos (10 MPa). Al realizar los estudios estadísticos, no se registraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ⁹. A diferencia de este estudio, el grupo que obtuvo un mayor promedio de fuerzas fue el sin grabado ácido con 4,73 MPa, seguido del grupo con ácido por 15 segundos con 4,36 MPa y por último el grupo con ácido por 30 segundos con 3,90 MPa. De igual manera, al realizar los estudios estadísticos, tampoco se registraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

En la siguiente tabla podemos comparar las fuerzas de adhesión entre los estudios previos y

	Carvajal y col	Palmir y col	Presente estudio
Sin ácido	48 MPa	10.1 MPa	4,73 MPa
Ácido 15 segundos	44 MPa	10.0 MPa	4.36 MPa
Ácido 30 segundos	—	12.7 MPa	3.90 MPa

Tabla 11. Comparación de fuerzas entre los estudios revisados.

el presente estudio:

Con el presente estudio se ha demostrado que el grabado con ácido fosfórico sobre la superficie del ionómero de vidrio, no altera en ningún sentido a la fuerza de adhesión entre la resina compuesta y el ionómero de vidrio (Vitremer). Los estudios estadísticos efectuados no demostraron diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos.

Aun así, al realizar un promedio de las fuerzas registradas en este estudio, se pudo concluir que mientras mayor sea la exposición de ácido fosfórico sobre la superficie del ionómero de vidrio, presentará menor fuerza de adhesión con la resina compuesta, es decir, el grupo con mayor fuerza de adhesión registrada fue aquel que no utilizó un grabado ácido.

Clínicamente debemos tomar en cuenta que in vivo estos valores de fuerza de adhesión podrían ser superiores ya que el ionómero no está expuesto a la humedad de la cavidad oral y esta unión está sellada por la adhesión de la resina al esmalte por lo que no existiría esta situación a menos que haya filtración.

Conclusiones

- El promedio de las fuerzas entre los 3 grupos fue de 4,33 MPa. Siendo el Grupo #1 (Sin ácido) el que presentó el promedio más alto de fuerzas de adhesión entre el ionómero de vidrio y resina compuesta luego de haber sido sometidos a una fuerza de cizallamiento.
- El promedio de fuerzas registradas entre el ionómero de vidrio y resina compuesta, sin el uso de ácido fosfórico (Grupo #1), luego de ser sometidas a fuerzas de cizallamiento fue de 4,73 MPa.
- El promedio de fuerzas registradas entre el ionómero de vidrio y resina compuesta, con un grabado de ácido fosfórico al 35%

durante 15 segundos (Grupo #2), luego de ser sometidas a fuerzas de cizallamiento fue de 4,36 MPa.

- El promedio de fuerzas registradas entre el ionómero de vidrio y resina compuesta, con un grabado de ácido fosfórico al 35% durante 30 segundos (Grupo #3), luego de ser sometidas a fuerzas de cizallamiento fue de 3,90 MPa.
- Al realizar dos análisis estadísticos, tanto la prueba de Bonferroni como la prueba de Tukey-Kramer, se llegó a la conclusión de que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los 3 grupos de estudio ya que el valor de p fue mayor a 0,05.
- Según los estudios realizados en el presente artículo, el mejor tipo de tratamiento del ionómero utilizado como base antes de colocar una resina compuesta, resultó ser el grupo sin el uso de ácido fosfórico al 35%.
- Al tomar en cuenta los resultados de éste análisis se podría suprimir el uso de grabado ácido en el tratamiento clínico y así agilizar el mismo ya que no posee una diferencia significativa en el caso de que se utilice ácido fosfórico.

Referencias Bibliográficas

1. Carvajal, M., Ferreto, I., & LaFuente, D. Adhesión de resina compuesta a ionómeros de vidrio con nanorelleno. Revista ADM. 2012; 69 (6): 277-281.
2. Lanata, E. J. Operatoria Dental. Buenos Aires: Grupo Guía; 2003.
3. Cabrera Villalobos, Y., Álvarez Llanes, M., Gómez Mariño, M., & Casanova Rivero, Y. En busca del cemento adhesivo ideal: los



- ionómeros de vidrio. *Archivo Médico de Camagüey*. 2010; 14 (1): 4-10
4. Vela, F. Normalidad de los errores. [Internet]. Universidad Autónoma Metropolitana. México D.F.: 2010 [27 de noviembre de 2014] Disponible en: <http://mregresion.files.wordpress.com/2011/10/normalidad.pdf>
 5. Bona, A., Pinzetta, C., & Rosa, V. Microfiltración de restauraciones sándwich ionómero de vidrio grabadas con ácido. *Revista de Mínima Intervención en Odontología*. 2009; 15: 230-234.
 6. Smith, G. E., & Soderholm, J. M. The effect of surface morphology on the shear bond strength of glass ionomer to resin. *Oper Dent* 13. 1988; 13 (4): 161-214.
 7. Taggart, S., & Pearson, G. The effect of etching on glass polyalkenoate cements. *Journal of Oral Rehabilitation*. 1991; 18 (1): 31-42.
 8. Wexler, G., & Beech, D. Aust Dent J. Bonding of a composite restorative material to etched glass ionomer cement. *Australian Dental Journal*. 1988; 33 (4): 313-318.
 9. Pamir, T., Hakan, B., & Özgür, E. Effects of etching and adhesive applications on the bond strength between composite resin and glass-ionomer cements. *Scielo*. 2012; 20 (2): 636-642.
 10. Guzmán, A. EVALUACIÓN CLÍNICA DE UN IONÓMERO DE VIDRIO MODIFICADO EN ODONTOPEDIATRÍA. *Acta Odontológica Venezolana*. 2000; 39 (3)