

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

EFFECTO DE AGENTES HEMOSTÁTICOS EN LA CAPACIDAD DE SELLADO MARGINAL DE RESTAURACIONES CLASE 5

Liliana García¹, Mariger Serrano^{1,2}, Víctor Setién² y Robert Ramírez²

1 Estudiante del Postgrado en Rehabilitación Bucal, Facultad de Odontología, Universidad de Los Andes (FOULA), Mérida, Venezuela.

2 Profesor del Departamento de Odontología Restauradora, FOULA

Autor de correspondencia: Mariger Serrano. E-mail. marigerserrano@gmail.com

Recibido: 11-05-2015

Aceptado: 23-11-2015

RESUMEN

Durante el proceso adhesión, la contaminación puede afectar negativamente la longevidad de las restauraciones. El *objetivo* del presente estudio fue evaluar el efecto del uso de agentes hemostáticos en la capacidad de sellado marginal, previo al uso de diferentes técnicas de restauración. *Materiales y métodos:* Se realizó una prueba *In Vitro* de microfiltración utilizando 30 terceros molares, divididos en seis grupos de estudio: G1 Composite, G2 Ionómero, G3 Composite+sulfato férrico, G4 Composite+cloruro de aluminio, G5 Ionómero+sulfato férrico, G6 Ionómero+cloruro de aluminio. Se realizaron cavidades clase 5 en la cara vestibular y palatina/lingual, con márgenes ubicados tanto en esmalte como en cemento/dentina, los grupos G1, G3 y G4 se obturaron con composite (Te-Econom Plus®, Ivoclar Vivadent®/ Schaan, Liechtenstein) y estrategia de grabado total en 1 paso (Te-Econom Bond®, Ivoclar Vivadent®/ Schaan, Liechtenstein), a los G3 y G4 se contaminaron con hemostático (sulfato férrico al 20%, ViscoStat®, Ultradent Products Inc®/South Jordan, USA). Los Grupos G2, G5 y G6 fueron obturados con ionómero de vidrio reforzado con resina (Riva Light®, SDI®/Bayswater, VIC, Australia), con acondicionamiento de ácido poliacrílico (Fuji II®, GC®/Tokyo, Japón), a los Grupos G5 y G6 se contaminaron con hemostático cloruro de aluminio al 25% (ViscoStat® Clear, Ultradent Products Inc®/South Jordan, USA). Luego se realizó el acabado de las restauraciones con discos Sof-Lex® (3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, USA), para ser almacenados en estufa con agua destilada (WTC Binder/ Tuttligen, Alemania) a 37°C por 10 días. Posteriormente se sumergieron en azul de metileno al 0,5% por 24 horas. Finalmente, se seccionaron las muestras y se obtuvieron las imágenes digitales en donde se hizo la medición de microfiltración en μm . Para la estadística se usó una prueba de ANOVA de una vía en tres niveles (Grupo y Ubicación), el valor de $p=0,05$. *Resultados:* Para el nivel Grupo en promedio y desvío: G2= 769,5 (537,3) μm ; G5= 690 (510) μm ; G4=535 (732,2) μm ; G6=530 (448) μm ; G3 487,5 (722,9) μm , mayores a G1 177,5 (509,6) μm , con diferencias estadísticas significativas $p= 0,001$. Para el nivel Ubicación en promedio y desvío: cemento=665 (708,5) μm mayor a esmalte= 395,83 (456,8) μm , con diferencias estadísticas significativas $p= 0,001$. La intersección Grupo por Ubicación con diferencias estadísticas significativas $p= 0,001$; ya que G5 y G6 mejoran la capacidad de sellado cuando se usan los hemostáticos. *Conclusiones:* en las condiciones que se realizó esta investigación se pudo observar que los hemostáticos sulfato férrico y cloruro de aluminio afectan negativamente la capacidad de sellado marginal del composite, no así al ionómero de vidrio modificado con resina. Con respecto a la ubicación, estos contaminantes no parecen afectar a los márgenes ubicados en esmalte y si a los ubicados en cemento/dentina.

Palabras clave: microfiltración, restauraciones clase 5, hemostáticos, composite, acondicionamiento ácido.

HEMOSTATIC AGENTS EFFECT ON THE ABILITY OF MARGINAL SEALING OF RESTORATIONS CLASS 5.

ABSTRACT

Restorations longevity may be affected by contamination during the adhesion process. This study **aimed** to evaluate hemostatic agents' contamination effect on the marginal sealing capability of two restorative materials. **Materials and methods:** 30 extracted third molars were randomly distributed into 6 groups for an in vitro microleakage effect: **G1** Composite resin (CR) (Te-Econom Plus® + Te-Econom Bond® Ivoclar Vivadent®/ Schaan, Liechtenstein), **G2** glass ionomer + polyacrylic acid (GI) (Riva Light®, SDI®/Bayswater, VIC, Australia + Fuji II®, GC®/Tokyo, Japan), **G3** CR+ferric sulfate (ferricsulfate al 20%, ViscoStat®, Ultradent Products Inc.®/South Jordan, USA), **G4** CR+aluminum chloride (ViscoStat® Clear, Ultradent Products Inc.®/South Jordan, USA), **G5** GI+ferric sulfate, **G6** GI+aluminum chloride. Class V cavities were prepared and restored on vestibular and lingual cervical areas involving enamel and dentine. Samples were stored at 37 °C for 10 days and then immersed in 0.5% methylene blue for 24 hours. Lastly, samples were sectioned vestibule-lingual and the exposed microleakage scanned and measured in μm . One-way ANOVA at three levels (Group and location) was used at $\alpha=0.05$. **Results:** Groups microleakage mean (SD) were: G2= 769.5 (537.3) μm ; G5= 690 (510) μm ; G4=535 (732.2) μm ; G6=530 (448) μm ; G3 487.5 (722.9) μm , higher than G1 177.5 (509.6) μm , ($p= 0.001$). Being cementum/dentin=665 (708.5) μm greater than enamel= 395.83 (456,8) μm ($p= 0,001$). Intersection group-location was different at $p= 0,001$; since G5 and G6 (both contaminated) improved sealing capability compared to G1. **Conclusion:** Under the conditions of the present study, ferric sulfate and aluminum chloride negatively affect composite resin's sealing capability at the cementum/dentin level, but not the one of glass ionomer at any location.

MeSH: microleakage, class 5 restorations, hemostatics, composite, acid conditioning.

INTRODUCCIÓN

Las lesiones en el área cervical se pueden ubicar en el tercio gingival o cervical de las caras vestibulares y/o palatinas y linguales de todos los dientes. Pueden abarcar esmalte, dentina y cemento. Su etiología puede ser cariosa (bacteriana), etiología no cariosa (abrasión, abfracción, erosión) o la combinación múltiple de las anteriores [1].

Cuando estas lesiones no son producto de caries dental, no es necesario el tratamiento restaurador. Sin embargo, las restauraciones están indicadas cuando hay presencia de sensibilidad, cuando son estéticamente objetables o cuando se observa la pérdida progresiva de estructura dental[1].

Para el tratamiento restaurador, la tendencia actual se inclina al uso de técnicas basadas en el uso de materiales adhesivos, en donde la investigación en esa área ha proporcionado un mejor entendimiento de las diversas estrategias adhesión que hoy día son clínicamente aceptadas: estrategia de adhesión de grabado total, de autograbado, de ionómero de vidrio y resinas compuestas autoadhesivas[2].

Con estas técnicas es posible realizar procedimientos relativamente simples, produciendo una unión con buena adaptación a la estructura dental. Sin embargo, el proceso técnico de adhesión sigue siendo una técnica altamente sensible que puede ocasionar fallas de la unión,

generalmente relacionadas con el operador, con la naturaleza de la superficie dentaria y con las condiciones de humedad previas, que con las propiedades del material restaurador [3][4].

En situaciones clínicas que implican áreas cercanas a la encía, como en el caso de las lesiones cervicales, la sangre y el fluido crevicular pueden aparecer como resultado del trauma gingival, debido a la preparación del diente o producto de inflamación gingival no tratada, lo cual interfiere en el proceso de unión y disminuye la calidad de la unión [5][6][7].

En esas condiciones, el campo operatorio puede mantenerse libre de fluidos luego de la aplicación de soluciones químicas que inducen la hemostasia. Estas soluciones reciben el nombre de *agentes hemostáticos* y se encuentran en el mercado en diversas presentaciones, las cuales se dividen dependiendo de su mecanismo de acción:

Los *vasoconstrictores* como la adrenalina, la epinefrina, el hidrocloreto de tetrahidrozolina y el hidrocloreto de oximetazolina. Estos producen una vasoconstricción local que provoca una contracción gingival transitoria produciendo de esa manera la hemostasia [5][8][9] y los *astringentes*, que son sustancias que eliminan la permeabilidad del epitelio al flujo sanguíneo y de líquido gingival, lo cual da como resultado un campo de trabajo seco. Dentro de este grupo se incluyen el cloruro de aluminio, el sulfato férrico, el cloruro férrico, el cloruro de zinc, el sulfato

de aluminio, el sulfato de cobre, el ácido tánico y el alumbre[5][10].

A pesar de la gran variedad de agentes hemostáticos, se ha reportado en la literatura una mayor tendencia al uso de los agentes astringentes, en especial el cloruro de aluminio y sulfato férrico, ya que ellos provocan un daño tisular menor cuando se comparan con los demás antes mencionados[10].

El sulfato férrico y el cloruro de aluminio, muestran gran eficacia en el control de la sangre y el fluido crevicular, pero dada sus características químicas pueden ocasionar ciertos inconvenientes al momento de la colocación de la restauración, sobre todo el sulfato férrico, ya que debido a su mecanismo de acción el campo operatorio se llena de innumerables restos de proteínas sanguíneas coaguladas, lo que dificulta el procedimiento clínico produciendo pigmentación de la estructura dental y de la futura restauración, a diferencia del cloruro de aluminio, este ejerce una ligera acción química a través de las sales de aluminio que inducen la disminución de la permeabilidad de los tejidos gingivales, y de esa manera controla el fluido crevicular y la sangre, sin dejar coágulos [11].

Otro inconveniente de los astringentes es que poseen ciertas características hidrófilas que pueden afectar el proceso de adhesión. También, presentan un pH bajo, el cual puede variar entre 1 y 3, entonces se ha demostrado que una exposición mayor a cinco minutos, da lugar a un grabado

intenso de la superficie dental, con una remoción completa del barrillo dentinal, dejando abiertos los túbulos dentinarios e incluso descalcificando la dentina peritubular [5][7][12].

Para lograr una unión exitosa entre la restauración y la estructura dental es necesario que el sustrato esté libre de agentes contaminantes de tipo orgánico o inorgánico. Durante el proceso de unión, la contaminación puede afectar negativamente a la longevidad de las restauraciones y disminuir el éxito clínico a largo plazo, lo que ocasionaría microfiltración adelantada que a su vez conduce a la pigmentación de los dientes, sensibilidad, irritación pulpar, caries secundaria, pérdida eventual de la restauración y el fracaso clínico temprano[6].

Por lo anterior, es de relevancia clínica la selección adecuada del material restaurador que proporcione el mejor sellado marginal en condiciones clínicas que impliquen la contaminación del campo operatorio con astringentes, los cuales son de uso frecuente en el tratamiento de lesiones cervicales, por su cercanía al área gingival. Por tal motivo, se planteó como objetivo estimar el efecto de agentes hemostáticos en la capacidad de sellado marginal en esmalte y dentina/cemento, previo al uso de un adhesivo de grabado total y al uso del ionómero de vidrio modificado con resina, como técnicas de restauración de lesiones de la clase 5.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron treinta molares sanos, extraídos por indicación ortodóntica, sin anomalías estructurales en la porción coronaria, sin lesiones cariosas o no cariosas y restauraciones previas, confirmado mediante evaluación visual. Los dientes fueron limpiados y almacenados en una solución de cloramina-T al 0.5% a temperatura ambiente, durante máximo noventa días. El ápice de los dientes fue sellado con ionómero de vidrio Tipo 1 (Meron®Voco®/Cuxhaven, Alemania). Los especímenes se enumeraron del 1 al 30, se dividieron en seis grupos de cinco dientes cada uno mediante aleatorización simple. A cada diente se le realizó 2 cavidades cervicales una en la cara vestibular y otra en palatino/lingual (60 cavidades), que al dividirse se obtuvieron 2 mitades, mesial y distal (4 superficies), las cuales poseen una porción en esmalte y otra en dentina/cemento (8 unidades de análisis).

Las cavidades se estandarizaron con medidas 3 x 3 mm, en la cara vestibular y palatina/lingual de cada diente, de manera tal que tanto los borde superiores e inferiores quedaran ubicados a 1.5 mm de la línea amelo/cementaria, la profundidad de 2 mm, con márgenes en ángulo recto (90°). La pieza de mano fue de alta velocidad con irrigación (Kavo® 505 extra torque de tres puntos de refrigeración/Biberach an der Riss, Alemania), con piedras diamantadas cilíndricas de extremo plano en granulometría gruesa (MTD® 111-014 /Afula, Israel), esas piedras fueron cambiadas cada 10 cavidades (ver tabla 1).

Tabla 1.

División de los especímenes.

	GRUPOS n=30 s=120 u/a=240					
Unidad de análisis	Grupo control (sin contaminación) n=10/ s=80		Grupo Composite n=10/ s=80		Grupo Ionómero n=10/ s=80	
Esmalte u/a=120	Grupo 1 Control Composite s =20	Grupo 2 Control Ionómero s=20	Grupo 3 Contaminado con sulfato férrico 20%. s=20	Grupo 4 Contaminado con cloruro de aluminio 25% s=20	Grupo 5 Contaminado con sulfato férrico 20%. s=20	Grupo 6 Contaminado con cloruro de aluminio 25% s=20
Cemento/ dentina u/a=120	Grupo 1 Control Composite s =20	Grupo 2 Control Ionómero s=20	Grupo 3 Contaminado con sulfato férrico 20%. s=20	Grupo 4 Contaminado con cloruro de aluminio 25% s=20	Grupo 5 Contaminado con sulfato férrico 20%. s=20	Grupo 6 Contaminado con cloruro de aluminio 25% s=20

n= número de dientes. s = superficies. u/a = unidades de análisis.

Al Grupo 1 (Control Composite): se le realizó la técnica de grabado total con gel de ácido fosfórico al 37% (Eco-Etch®, Ivoclar Vivadent®/ Schaan, Liechtenstein) por 15 segundos, posteriormente se lavaron con spray de agua por 30 segundos y después se secaron. Se aplicaron dos capas de adhesivo monocomponente fotopolimerizable a base de alcohol (Te-Econom Bond®, Ivoclar Vivadent®/ Schaan, Liechtenstein), cada capa se secó, luego se polimerizó por 20 segundos con una lámpara Radian Plus® (Intensidad de 1,500mW/cm², rango de

longitud de onda 440~480nm (SDI®/ Bayswater, VIC, Australia), dirigiendo el haz de luz perpendicularmente a la superficie a fotopolimerizar. Se usó un tubo de composite A3.5 (Te-Econom Plus®, Ivoclar Vivadent®/ Schaan, Liechtenstein) y la técnica de obturación fue la incremental oblicua [1].

Al Grupo 2 (Control Ionómero): se aplicó ácido poliacrílico (Fuji II®, GC®/Tokyo, Japón) por 10 segundos, posteriormente se lavó y se secó. Las cápsulas de ionómero de

vidrio reforzado con resina A3.5 (Riva Light®, SDI®/®/Bayswater, VIC, Australia) fueron mezcladas por 10 segundos en amalgamador (Ultramat 2 SDI®/ Bayswater, VIC, Australia), posteriormente se obturaron las cavidades en un solo incremento, se esperó un minuto y luego se fotopolimerizaron por 20 segundos con la lámpara de la manera antes descrita.

Al Grupo 3 (composite + sulfato férrico): previo a la obturación, los márgenes de las cavidades fueron contaminadas con un gel de sulfato férrico al 20% (ViscoStat®, Ultradent Products Inc®/South Jordan, USA) durante un minuto. Se lavó y se secó. Luego se aplicó el mismo procedimiento restaurador descrito para el G1.

Al Grupo 4 (composite + cloruro de aluminio): las cavidades fueron contaminadas con un gel de cloruro de aluminio al 25% (ViscoStat® Clear, Ultradent Products Inc®/South Jordan, USA) por un minuto. Se lavó y secó. Luego se aplicó el mismo procedimiento restaurador descrito para el G1.

Al Grupo 5 (ionómero + sulfato férrico): las cavidades fueron contaminadas con un gel de sulfato férrico al 20% por un minuto. Luego se lavó y secó como se describió anteriormente para el G2.

Al Grupo 6 (ionómero + cloruro de aluminio): las cavidades fueron contaminadas con un gel de cloruro de aluminio al 25% por un minuto. Luego se lavó y secó como se describió anteriormente para el G2.

Las superficies fueron acabadas con discos Sof-Lex® (3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, USA) de grano grueso, el pulido se realizó con los discos de granulometría media y fina a baja velocidad. Los especímenes se almacenaron en agua destilada, dentro de una estufa (WTC Binder/ Tuttlingen, Alemania) a 37°C, durante 10 días. Luego los especímenes fueron sometidos a termociclado en temperaturas de $5 \pm 2^\circ \text{C}$ / $55 \pm 2^\circ \text{C}$, durante 500 ciclos, de 30 segundos de permanencia y 5 segundos de transferencia.

Seguidamente se sellaron con dos capas de barniz de uña (Revlon® 240) dejándose libre la restauración y ± 2 mm del tejido dental de la periferia de la restauración. Las muestras se sumergieron en azul de metileno 0.5 % por 24 horas. Los especímenes se montaron en tacos de resina acrílica transparente para ser seccionadas en su eje sagital en una dirección vestibulopalatino/lingual, utilizando una sierra de diamante de precisión, de 0.4 mm de espesor en sierra (IsoMet® 1000, Buehler/USA), a 125 rpm., con un peso de 300 g. para obtener una sección mesial y una sección distal. Finalmente se obtuvo un total de 120 superficies restauradas en la mitad mesial y 120 en la mitad distal, lo que da un total 240 unidades de análisis (120 para esmalte y 120 para la ubicación cemento/dentina).

Para el análisis de la interfase se utilizaron imágenes digitalizadas en un escáner HP Scanjet G2710 (2400 x 4800 ppp.), con un patrón milimétrico situado en la parte

superior. La microfiltración se realizó de forma cuantitativa, para conocer la cantidad de colorante que había filtrado. Se utilizó el Software Adobe Photoshop CS3 para observar con exactitud las medidas de microfiltración. Las mediciones fueron tomadas desde el borde cavo superficial de la interfase diente-restauración hasta la ubicación final del tinte en la interfase. Los resultados fueron expresados en micrones. El análisis estadístico fue realizado con el software IBM SPSS Statistics versión 19.0 (*Statistical Package for the Social Sciences/ IBM® Company, USA*). El valor de “*p*” quedó preestablecido en 0.05. Las pruebas realizadas fueron: una estadística descriptiva, en donde la medida de tendencia central fue el promedio y la de dispersión el desvío. Para la Prueba de hipótesis se realizó un análisis de la varianza (ANOVA univariado) en dos niveles: nivel 1: grupos (G1, G2, G3, G4, G5 y G6), nivel 2: ubicación (esmalte y cemento), finalmente para las comparaciones múltiples se realizó una prueba Tukey de DHS.

RESULTADOS

Para la estimación de parámetros en cada uno de los grupos probados se realizó una estadística descriptiva. El parámetro medido con la prueba fue la cantidad penetración del

pigmento en la interfase diente-restauración denominado microfiltración y cuyo valor fue medido en micrones (μm). La medida de tendencia central fue la media aritmética (\bar{x}) y la medida de dispersión fue la desviación típica (σ).

Se puede observar, de menor a mayor, la media aritmética de los valores de microfiltración en esmalte son de 0,00 μm ($\sigma = \pm 0,00 \mu\text{m}$) para el G1 (composite), 30,00 μm ($\sigma = \pm 134,16 \mu\text{m}$) para el G3 (composite + sulfato férrico μm), 60,00 μm ($\sigma = \pm 195,74 \mu\text{m}$) para el G4 (composite + cloruro de aluminio), 700,00 μm ($\sigma = \pm 406,52 \mu\text{m}$) para el G2 (ionómero), 725,00 μm ($\sigma = \pm 327,47 \mu\text{m}$) para el G6 (ionómero + cloruro de aluminio) y 860,00 μm ($\sigma = \pm 339,34 \mu\text{m}$) para el G5 (ionómero + sulfato férrico) (ver tabla 2).

En cemento/dentina, en el mismo sentido, la media aritmética de los valores de microfiltración son de 335,00 μm ($\sigma = \pm 474,92 \mu\text{m}$) para el G6, 355,00 μm ($\sigma = \pm 683,23 \mu\text{m}$) para el G1, 520,00 μm ($\sigma = \pm 598,77 \mu\text{m}$) para el G5, 825,00 μm ($\sigma = \pm 647,16 \mu\text{m}$) para el G2, 945,00 μm ($\sigma = \pm 783,69 \mu\text{m}$) para el G3 y 1010,00 μm ($\sigma = \pm 766,33 \mu\text{m}$) para el G4 (ver tabla 2). Se pueden observar los resultados de manera gráfica en la figura 1.

Tabla 2.
 Estadística descriptiva.

Variable dependiente : Microfiltración (μm)

Grupo	Ubicación	Promedio	Desviación típica	Coficiente de variación	N
G1	Esmalte	,00	0,00	0%	20
	Cemento	355,00	683,239	192%	20
	Total	177,50	509,644	287%	40
G2	Esmalte	700,00	406,526	58%	20
	Cemento	825,00	647,160	78%	20
	Total	762,50	537,176	70%	40
G3	Esmalte	30,00	134,164	447%	20
	Cemento	945,00	783,699	83%	20
	Total	487,50	722,952	148%	40
G4	Esmalte	60,00	195,744	326%	20
	Cemento	1010,00	766,331	76%	20
	Total	535,00	732,243	137%	40
G5	Esmalte	860,00	339,349	39%	20
	Cemento	520,00	598,771	115%	20
	Total	690,00	510,304	74%	40
G6	Esmalte	725,00	327,470	45%	20
	Cemento	335,00	474,924	142%	20
	Total	530,00	448,473	85%	40
Total	Esmalte	395,83	456,769	115%	120
	Cemento	665,00	708,490	107%	120
	Total	530,42	609,918	115%	240

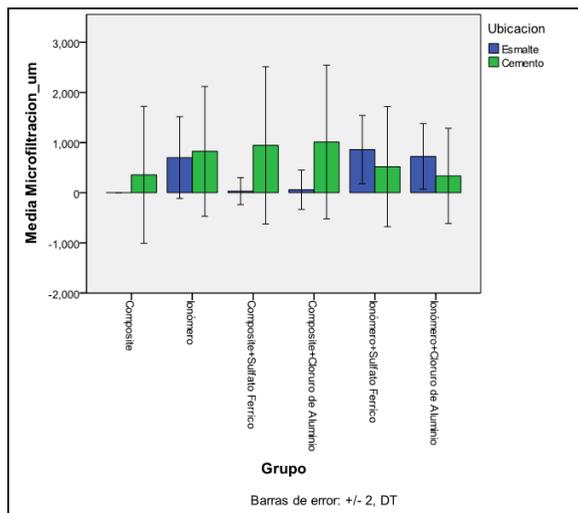


Figura 1. Representación gráfica de la estadística descriptiva de los resultados.

Para determinar las diferencias entre los grupos se realizó una prueba de hipótesis, para lo cual se empleó un análisis de la varianza (ANOVA) del tipo univariado con 2 niveles de variable independiente: grupos y ubicación.

Para el nivel grupos, el ANOVA muestra un valor de $p = 0,0001$, lo que indica diferencias estadísticamente significativas para el nivel grupos, es decir, las diversas combinaciones de materiales y hemostáticos modifican la capacidad de sellado de la interfase material – estructura dentaria. Para

el nivel ubicación (esmalte - cemento), el ANOVA mostró un valor de $p = 0,0001$, lo que indica diferencias estadísticamente significativas; es decir, la ubicación dentro de la cavidad altera la capacidad de sellado marginal. La interacción grupo-ubicación mostro un valor de $p = 0,0001$, con diferencias estadísticas significativas; es decir, la capacidad de sellado marginal en las diversas ubicaciones (esmalte - cemento) está influenciada por las diferentes combinaciones de materiales y hemostáticos (Ver tabla 3 y figura 2).

Tabla 3.

Análisis de la varianza.

ANOVA					
Variable dependiente: Microfiltración (µm)					
Fuente	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Corrected Model	29720458,333 ^a	11	2701859,848	10,408	,000
Intercepto	67522041,667	1	67522041,667	260,106	,000
Grupo	8229708,333	5	1645941,667	6,340	,000

Ubicación	4347041,667	1	4347041,667	16,746	,000
Grupo * Ubicación	17143708,333	5	3428741,667	13,208	,000
Error	59187500,000	228	259594,298		
Total	156430000,000	240			
Corrected Total	88907958,333	239			
a. R Squared = .334 (Adjusted R Squared = .302)					

Fuente: a. R Squared = .334 (Adjusted R Squared = .302).

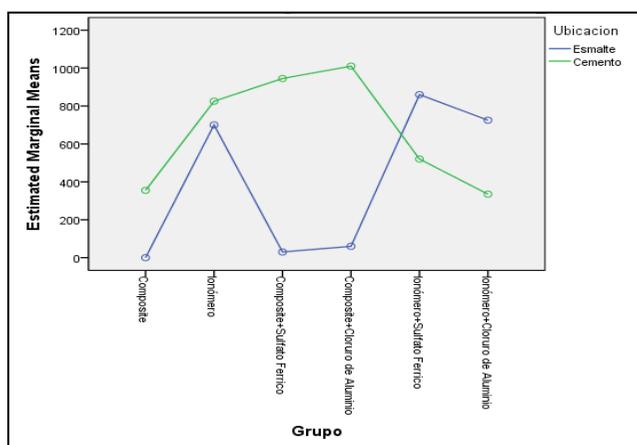


Figura2. Representación gráfica de la interacción Grupo/Ubicación.

Para las comparaciones múltiples se realizó una prueba Tukey de DHS y, 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 de menor a mayor, el grupo 1 (Composite) mostró un promedio de filtración de 177,5 μm , el cual es

estadísticamente igual al grupo 3 (composite + sulfato férrico, 487,50 μm), estos a su vez son estadísticamente menores al resto de los grupos que conforman otro bloque diferente: grupo 6 (ionómero + cloruro de aluminio, 530,00 μm), grupo 4 (composite + cloruro de aluminio, 535,00 μm), grupo 5 (ionómero + sulfato férrico, 690,00 μm) y grupo 2 (ionómero, 762,50 μm) (Ver tabla 4).

Tabla 4.

Comparaciones múltiples de los resultados.

Microfiltración (μm)

	Grupo	N	Subset	
			1	2
Tukey HSD^{a,b}	Composite	40	177,50	
	Composite + Sulfato Férrico	40	487,50	487,50
	Ionómero + Cloruro de Aluminio	40		530,00
	Composite + Cloruro de Aluminio	40		535,00
	Ionómero + Sulfato Férrico	40		690,00
	Ionómero	40		762,50
	Sig.			,075

Fuente: Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means. The error term is Mean Square (Error) = 259594.298.

DISCUSIÓN

La meta de la odontología adhesiva moderna es mejorar el desempeño de las restauraciones a través del tiempo. Los fabricantes y los clínicos han desarrollado materiales y técnicas con el fin de lograr este objetivo. A pesar de ello, no se ha conseguido un sellado marginal perfecto en la interfase diente- restauración. Las fallas en el sellado marginal pueden estar más relacionadas con el operador, la naturaleza de la superficie dentaria o las condiciones de humedad y contaminación previas, que con las propiedades material restaurador [13][3][4].

En esta investigación, para evaluar el sellado marginal, se llevó a cabo una prueba *In Vitro* de microfiltración, ya que esta es una técnica comúnmente aceptada para la evaluación de la integridad de los márgenes de las restauraciones [14][15][16][17][18].

Con el fin de realizar un envejecimiento artificial de los especímenes, el tiempo adecuado de almacenamiento en agua varía desde algunos días a meses, inclusive hasta cuatro a cinco años, a una temperatura debe ser 37°C [4]. En este estudio las muestras fueron almacenadas en agua a 37°C por 10 días ya que solo se deseaba hacer exposición de los especímenes al líquido para su hidratación y no se esperaba la hidrólisis de la interfase.

Con la intención de simular el estrés térmico, la longevidad de la unión restaurativa y cambios térmicos que se producen en la cavidad bucal tras comer, beber y respirar, en el presente estudio se ha llevado a cabo un proceso de termociclado de 500 ciclos con un régimen de inmersión de 30 segundos a $5 \pm 2^\circ\text{C}$ y 30 segundos a $55 \pm 2^\circ\text{C}$ según indica la norma ISO standard TR 11450 [5][3][6][19][20][21]. No obstante, [14] indican que durante años ha existido polémica con respecto al número

de ciclos y la temperatura a la que debe ser sometidas las muestras, es por ello que en otros experimentos se ha realizado protocolos de termociclado que varían entre 800 [22], 1.000 [3], 5.000 [23] a 10.000 ciclos [24] ya que según [25] 10.000 ciclos corresponden aproximadamente a un año de funcionamiento *In Vivo* y lo consideran un proceso de envejecimiento más apropiado. Sin embargo, Heintze en el 2013 indica que el protocolo a corto plazo (500 x 5°/55°) no altera los resultados cuando se compara con un termociclado prolongado (10.000 ciclos)[26].

Como trazador de microfiltración, en esta investigación se utilizó el azul de metileno al 0.5%, Heintze en el 2013 refiere que este colorante presenta varios inconvenientes ya que no es estable a temperatura ambiente ni frente a la exposición a la luz; además, los iones hidroxilos presentes pueden fácilmente reducirlo a azul de leucometileno que es “incolore”. Tampoco es estable en contacto con ácidos fuertes. Sin embargo, [16] indican que el azul de metileno es el colorante más empleado en este tipo de pruebas. Este se puede variar en concentración y en tiempo de inmersión. La utilización del azul de metileno sirve como fines comparativos ya que muchos estudios lo han empleado como marcadores de microfiltración [14][15][27][24][20][28].

Heintze en el 2013 indica que la variabilidad de los resultados de los estudios de penetración de tinte es alta, con coeficientes de variación superiores al 50% [26]. En esta investigación se observó un coeficiente de

variación alto en los grupos estudiados, esto puede deberse a la confiabilidad del método llevado a cabo, al número de muestras, ya que mientras menor sea en cantidad, mayor será el coeficiente de variación. Sumado a ello, [29] indican que existen otros factores que intervienen, algunos relacionados al espécimen, como lo son la edad dental, que se relaciona con la permeabilidad de la dentina, la variación del tejido dentinal incluso en un mismo diente, la profundidad de la cavidad (por su cercanía a la pulpa), el tamaño de la cavidad (dentina disponible para la difusión del pigmento). Con respecto al colorante, la falta de discriminación también influye en la validez de estas pruebas, ya que la penetración del tinte puede estar afectada por el pH, tamaño de la partícula, su concentración, y al coeficiente de difusión.

A diferencia con las investigaciones realizadas por Kumar, Shenoy, & Joshi, 2012, Mohammadi, Kimyai, Bahari, Pournaghi-Azar, & Mozafari, 2012 y Deliperi, Bardwell, & Wegley, 2007, [3][6] y [20], en las que realizaron las observaciones de la muestra a través de un estereoscopio, en este estudio se observó de forma cuantitativa el grado de microfiltración del colorante a través de la interfase gracias a la magnificación de la imagen realizada mediante un escáner y las mediciones se realizaron a través del Software Photoshop C3, cuyo método solo se encontró en la literatura referenciado por [19], con procedimientos sencillos y resultados confiables.

Con respecto del tejido adherente sin contaminar, los resultados de esta investigación indican que el sistema de grabado total produce mejor sellado marginal en esmalte que en cemento/dentina, esto debido al alto contenido de materia inorgánica que presenta en esmalte, su homogeneidad, la posibilidad de generar alta energía superficial, siendo más fiable que la unión que en cemento o dentina. Varios estudios apoyan este resultado e indican que la adhesión a esmalte es mucho mejor al utilizar adhesivos grabado total, cuando se comparan con el ionómero de vidrio [30] y con sistemas adhesivos de autograbado[3][22][27][31][32][33].

Por otro lado, los hallazgos del presente estudio indican que el sellado marginal del ionómero de vidrio es similar tanto en esmalte como en cemento/dentina, con altos niveles de microfiltración (esmalte 700 μ m, cemento 825 μ m). Upadhyay & Rao, 2011 obtuvieron resultados similares[15]. Ellos compararon el grado de microfiltración de un ionómero de vidrio convencional, de un ionómero de vidrio modificado con resina y de un nano-ionómero, concluyendo que el sellado marginal es similar en esmalte y en cemento, en tanto que el ionómero de vidrio modificado con resina arrojó el mayor grado de microfiltración. A diferencia del estudio realizado por Farmer, Ludlow, Donaldson, Tantbirojn, & Versluis, 2014, Perdigão, Dutta-Cortêa, Sataceni, Ciaramicoli, & Kiyani, 2012, Brackett, Dib, Brackett, Reyes, & Estrada, 2003, que observaron mejor

comportamiento del ionómero de vidrio modificado con resina a nivel de dentina[30][34][35]. En contraposición, el estudio de [3], demostró que el ionómero de vidrio modificado con resina presentaba mayor microfiltración a nivel de cemento.

Al comparar el grado de microfiltración de los dos materiales utilizados en este estudio, los resultados indican que hay mejor comportamiento del adhesivo de grabado total en comparación con el ionómero de vidrio modificado con resina. Estos resultados contradicen a lo expresado en la literatura, que indica que los cementos de ionómero de vidrio presentan mejores propiedades en el sellado cavitario y mayor resistencia a la microfiltración en periodos largos (al menos en dentina), debido a su adhesión química a estructura dental, a que presenta el mismo coeficiente de variación dimensional y a que no comparte la cantidad de contracción por polimerización propio de las resinas compuestas [30][3][36][37].

Los resultados obtenidos en este estudio, pueden deberse a que usamos ionómero de vidrio modificado con resina, de alta viscosidad, pre-dosificado en cápsulas (Riva Light Cure HV®), ya que algunas investigaciones han demostrado que las propiedades mecánicas de los ionómeros de vidrio mezclados mecánicamente son inferiores a las propiedades de estos materiales mezclados manualmente, posiblemente por la presencia de burbujas y espacios vacíos que crean sitios de concentración de estrés y posibles espacios por donde pudiera comenzar la propagación

de una fractura y posterior filtración del material [38]. Sin embargo, el estudio realizado por [39] demostró que la aparición de burbujas disminuyó cuando se usaba un ionómero de vidrio pre-dosificado de alta viscosidad en comparación con uno de baja viscosidad. La aparición de burbujas produce fallas en la integridad estructural de los cementos de ionómero de vidrio pudiendo provocar fallas en la adhesión y aumento en la microfiltración.

La diferencia en la capacidad de sellado del ionómero de vidrio en comparación con el sistema de grabado total también puede deberse a que el ionómero de vidrio en cápsula es más seco, lo que puede perjudicar el íntimo contacto del material con el sustrato, interfiriendo en su mecanismo de adhesión, ya que posee poco líquido disponible para la unión química. El componente adhesivo de este material se encuentra en el líquido y la humectación del sustrato por este material es clave en el proceso de adhesión, por lo tanto el contacto inmediato luego del mezclado del material favorece la adhesión. Además en este estudio el ionómero de vidrio se colocó en una sola capa, lo que al fotocurar pudo haber causado la contracción de polimerización en bloque lo que pudo haber despegado el material aleatoriamente de las paredes de la cavidad

En el presente estudio, cuando las cavidades fueron expuestas a los agentes hemostáticos (sulfato férrico y cloruro de aluminio), el sistema adhesivo de grabado total mostró un alto grado de microfiltración en los márgenes ubicados en cemento/dentina,

obteniéndose los valores más altos de microfiltración. En esmalte no se encontró valores microfiltración diferentes cuando se compara con el grupo control, esto se debe probablemente a que el grabado ácido es más eficiente limpiando el esmalte o al hecho conocido de que la adhesión a esmalte es más fuerte y confiable lo que dejó como eslabón débil la interface cervical.

El estudio de Kumar, Shenoy, y Joshi, 2012 mostró resultados similares al evaluar el efecto del sulfato férrico en la capacidad de sellado de un adhesivo de grabado total[3]. El aumento de la microfiltración a nivel de cemento/dentina puede deberse al espesor del sulfato férrico, puesto a que su naturaleza viscosa hace más difícil su remoción de los túbulos dentinales y podría coagular las proteínas presentes en el fluido dentinal. Las proteínas coaguladas y los residuos de hemostático pueden inhibir la infiltración del adhesivo en las superficie dentinal y perjudicar el proceso de adhesión [3].

Cuando se evalúa la fuerza de unión, el estudio realizado por Kimmes, Olson, Shaddy, & Latta, 2006 indica que el uso de astringentes (sulfato férrico y cloruro de aluminio) no afecta la fuerza de adhesión de la resina compuesta a la dentina cuando se trabaja con el sistema de grabado total (Optibond Solo Plus®)[40], posiblemente porque el solvente etanol puede limpiar este compuesto. [7], obtuvieron resultados similares, indicando que la fuerza de unión de la resina compuesta a la dentina no se vio

afectada por la contaminación con cloruro de aluminio en comparación con la dentina sin contaminar. Sin embargo, al utilizar un adhesivo de autograbado, la fuerza de unión si se vio afectada, no obstante, al prolongar el tiempo de exposición del primer del sistema de autograbado, aumenta significativamente la fuerza de unión en los grupos contaminados.

Finalmente, observamos una disminución de la microfiltración a nivel de cemento/dentina cuando la cavidad fue contaminada con hemostáticos, previo a la restauración con el ionómero de vidrio modificado con resina. Este resultado sugiere que la disminución de la capacidad de sellado que ocurre con el sistema de grabado total en cemento pudiera verse beneficiado si se utiliza ionómero de vidrio modificado con resina luego de la aplicación del hemostático.

Si se compara el grupo de ionómero de vidrio control con los grupos contaminados, se observa mayor microfiltración a nivel de cemento/dentina en el grupo sin contaminar (control). Esto puede deberse a la acidez que presentan los hemostáticos (ambos de pH 1,0). El estudio realizado por [12] demostró que la exposición del sulfato férrico al 15.5% a la dentina por 2 minutos eliminó completamente la capa de barrillo dentinal. Esto puede beneficiar la adhesión del ionómero de vidrio modificado con resina, ya que mejoraría la humectación y la capacidad de interactuar con la superficie.

A pesar de que en el presente estudio se realizó un pre-tratamiento dentinal con ácido poliacrílico al 10 % por 10 segundos, es probable que la eliminación del barrillo dentinal se haya completado cuando se expuso la dentina a los hemostáticos por 1 minuto, lo cual favoreció la adhesión de ionómero de vidrio modificado con resina.

En la búsqueda de la información, no se encontraron investigaciones que demuestren el efecto de los agentes hemostáticos en la capacidad de sellado marginal de los ionómero de vidrio modificado con resina. Sin embargo, se obtuvieron resultados sobre el efecto de otros contaminantes en la capacidad de sellado marginal y en la fuerza de unión de estos materiales.

El estudio de Farmer, Ludlow, Donaldson, Tantbirojn, & Versluis, 2014 demostró que la contaminación con saliva en cualquier etapa del proceso de adhesión del ionómero de vidrio modificado con resina produce microfiltración, observándose niveles más altos de microfiltración en esmalte que en cemento[30].

Los contaminantes inorgánicos también parecen influir en la adhesión de estos materiales. En el estudio realizado por Wangpermtam, Botelho, Dysonc, 2011 concluyeron que el cemento temporal y el lubricante de turbina disminuye la fuerza de adhesión entre el cemento de ionómero de vidrio modificado con resina y la dentina[41].

En base a los resultados obtenidos en esta investigación, la hipótesis de nulidad

planteada “Los agentes hemostáticos no afectan la capacidad de sellado marginal en esmalte y cemento/dentina, en diferentes estrategias de adhesión en restauraciones de la clase 5” no es aceptada por las evidencias científicas.

CONCLUSIONES

En las condiciones que se realizó esta investigación se pudo observar que los hemostáticos sulfato férrico y cloruro de

aluminio afectan negativamente la capacidad de sellado marginal del composite al usar la técnica de grabado total, no así al ionómero de vidrio modificado con resina. Con respecto a la ubicación, estos contaminantes no parecen afectar a los márgenes ubicados en esmalte y si a los ubicados en cemento/dentina.

REFERENCIAS

- [1] Schwartz R, Summitt J, Robbins J y Dos Santos J. Fundamentos en Odontología Operatoria un logro contemporáneo, Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica, C.A., 1999.
- [2] Peumans M, De Munck J, Braem M, Van Meerbeek B. Clinical effectiveness of contemporary adhesives for the restoration of non-cariou cervical lesions. A systematic review. *Dental Materials* 2014; 30 (10): 1089-1103.
- [3] Kumar P, Shenoy A y Joshi S. The effect of various surfaces contaminants on the microleakage of two different generation bonding agents: a stereomicroscopic study. *Journal of Conservative Dentistr* 2012; 15 (3): 265-269.
- [4] De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M y Van Meerbeek B. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *Journal Dental Research* 2005; 84 (2): 118-132.
- [5] Ebrahimi S, Shadman N y Abrishami A. Efecct of ferric sulfate contamination on the bonding effectiveness of etch-and-rinse and self-etch adhesives to superficial

dentin. *Journal of Conservative Dentistry* 2013; 16 (2): 126-130.

- [6] Mohammadi N, Kimyai S, Bahari M, Pournaghi-Azar F y Mozafari A. Effect of aluminum chloride hemostatic agent on microleakage of class V composite resin restorations bonded with all-in-one adhesive. *Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal* 2012; 17 (5): 841-844.
- [7] Kuphasuk W, Harnirattisai C, Senawongse P y Tagami J. Bond strengths of two adhesive systems to dentin contaminated with a hemostatic agente. *Operative dentistry* 2007; 32 (4): 399-405.
- [8] Shillingburg H, Hobo S, Whitsett L, Jacob R y Brackett S. Fuentes Esenciales en Prótesis Fija, 3ª ed., Barcelona: Quintessence S.L. Inc., 2001.
- [9] Woody R, Miller A y Staffanou R. Review of the pH of hemostatic agents used in tissue displacement. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 1993; 70, (2): 191-192.
- [10] Salazar J. Métodos de separación gingival en prótesis fija. *Acta Odontológica Venezolana* 2007; 45, (2): 1-8.
- [11] Mallat E y Mallat E. Prótesis fija estética: un enfoque clínico e interdisciplinario, Elsevier, 2007.
- [12] Land M, Rosenstiel S y Sandrik J. Disturbance of the dentinal smear layer by acidic hemostatic agents. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 1994; 72 (1): 4-7.
- [13] Hernández M. Aspectos prácticos de la adhesión. *Avances en Odontoestomatología* 2004; 20 (1): 19-32.
- [14] Retamal A, Retamal J y Bade M. Analisis comparativo in vitro del grado de microfiltración marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con dos métodos de grabado acido distinto. *Revista Clínica Periodoncia*

Implantológica rehabilitación Oral 2014; 7 (1): 8-11.

- [15] Upadhyay S y Rao A. Nanoionomer: evaluation of microleakage. *Journal of Indian Society of Pedodontics and preventive dentistry 2011; 29: 20-24.*
- [16] Amarante D, Coelho M, Correr-Sobrinho L, De Sousa M y Consani S. Influence of the methodology and evaluation criteria on determining microleakage in dentin-restorative interfases. *Clinical Oral Investigations 2006; 10: 317-323.*
- [17] Pioch T, Staehle H, Duschner H y Garcia-Godoy F. Nanoleakage at the composite-dentin interfase: a review. *American Journal Dentistry 2001; 14 (4): 252-8.*
- [18] Alani A y Toh C. Detection of microleakage around dental restorations: a review. *Operative Dentistry 1997; 22 (4): 173-85.*
- [19] Ramírez R, Setien V, Orellana N y García C. Microfiltración en cavidades clase ii restauradas con resinas compuestas de baja contracción. *Acta Odontológica Venezolana 2009; 47 (1): 1-8.*
- [20] Deliperi S, Bardwell D y Wegley C. Restoration interface microleakage using one total-etch and three self-etch adhesives. *Operative Dentistry 2001; 2 (32): 179-184.*
- [21] Araujo D, Silva T, Ogliari F, Meireles S, Piva E y Demarco F. Microleakage of seven adhesives systems in enamel and dentin. *The Journal of Contemporary Dental Practice 2006; 7 (5):1-8.*
- [22] Geerts S, Bolette A, Seidel L y Guéders A. An In Vitro evaluation of leakage of two etch and rinse and two self-etch adhesives after termocycling. *International Journal of Dentistry 2012; 1-7.*

- [23] Casselli D, Faria-e-Silva A, Casselli H y Martins L. Marginal adaptation of class V composite restorations submitted to thermal and mechanical cycling. *Journal of Applied Oral Science* 2013; 21 (1): 68-73.
- [24] Orellana N. Estudio comparativo de la eficacia de tres sistemas adhesivos de grabado total con diferentes solventes en condiciones de dentina húmeda y seca.(Estudio in Vitro). *Tesis doctoral*, 2009.
- [25] Gale M y Darvell B. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *Journal of Dentistry* 1999; 27: 89-99.
- [26] Heintze S. Clinical relevance of tests on bond strength, microleakage and marginal adaptation. *Dental Materials* 2013; 29: 59-84.
- [27] Vinay S y Vasundhara S. Comparative evaluation of microleakage of fifth, sixth and seventh generation dentin bonding agents: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry* 2010; 13 (3): 136-140.
- [28] Ernest C, Galler P, Willershausen B y Haller B. Marginal integrity of class V restorations; SEM versus dye penetration. *Dental Materials* 2008; 24 (3): 319-377.
- [29] Youngson C, Glyn J, Manogue M y Smith I. In vitro dentinal penetration by tracers used in microleakage studies. *International Endodontic Journal* 1998; 31: 90-99.
- [30] Farmer S, Ludlow S, Donaldson M, Tantbirojn D y Versluis A. Microleakage of composite and two types of glass ionómero restorations with saliva contamination at different step. *Pediatric Dentistry* 2014; 36 (1): 14-17.
- [31] Owens B, Johnson W y Harris F. Marginal permeability of self-etch and total-etch adhesive systems. *Operative Dentistry* 2006; 31 (1): 60-67.
- [32] Santini A, Ivanovic V, Ibbetson R y Milia E. Influence of cavity configuration on

microleakage around class V restorations bonded with seven self-etching adhesives. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 2004; 16 (2): 128-136.

- [33] Koliniotou-Koumpia E, Dionysopoulos P y Koumpia E. In vivo evaluation of microleakage from composites with new dentine adhesives, *Issue Journal of Oral Rehabilitation* 2001; 31 (10): 1014–1022.
- [34] Perdigão J, Dutta-Cortêa M, Sataceni S, Ciaramicoli M y Kiyon V. Randomized clinical trial of two resinmodified glass ionomer materials: 1-year results. *Operative Dentistry* 2012; 37: 591-60.
- [35] Brackett W, Dib A, Brackett M, Reyes A y Estrada B. Two-year clinical performance of Class V resin-modified glass ionomer and resin composite restorations. *Operative Dentistry* 2003; 23: 477-81.
- [36] McLean J. Dentinal bonding agents versus glass-ionomer cements. *Quintessence Int.* 1996; 27 (10): 659-67.
- [37] Mauro S, Silva e Souza M. y Lima M. Influence of polyacrylic acid bond strength of glassionomer cement to dentin. *Revista de Odontologia da Universidade de Sao Paulo* 1993; 7:27-33.
- [38] Fleming G, Landini G y Marquis P. Properties of encapsulated and hand-mixed zinc phosphate dental cemen. *American Journal of Dentistry* 2002; 15: 91-96.
- [39] Nomoto R, Komoriyama M, McCabe J y Hirano S. Effect of mixing method on the porosity of encapsulated glass ionómero cement. *Dental Materials* 2004; 20: 972-778.
- [40] Kimmes N, Olson T, Shaddy R y Latta M. Effect of ViscoStat and ViscoStat Plus on composite shear bond strength in the presence and absence of blood. *The Journal*

of Adhesive Dentistry 2006; 8 (6) 363- 366.

- [41] Wangpermtam P, Botelho M y Dysonc J. Effect of Contamination and Decontamination on Adhesion of a Resin-modified Glass-ionomer Cement to Bovine Dentin. *The Journal of Adhesive Dentistry 2011; 13 (5): 445-453.*
- [42] Barrancos M y Barrancos P. *Operatoria Dental: Integración Clínica*, Buenos Aires: Editorial Panamericana, 2006.
- [43] Rosenstiel S, Land M y Fujimoto J. *Prótesis Fija Contemporánea*, España: Editorial Elsevier, 2009.
- [44] Lopes G, Franke M y Maia H. Effect of finishing time and techniques on marginal sealing ability of two composite restorative materials. *Journal Prosthetic Dentistry 2002; 88 (1): 32-6.*