

Artículo de Investigación

COMPARACIÓN DEL SELLADO MARGINAL DE RESINAS CONVENCIONALES Y RESINAS DE SILORANOS EN CAVIDADES CLASE II

María Andrea Astorga Villarroel, Juan Pablo Pérez, Víctor Setién

Departamento de Odontología Restauradora, Facultad de Odontología, Universidad de Los Andes,
Mérida, Venezuela

Autora de correspondencia: María Andrea Astorga Villarroel. E-mail: astorgandrea@gmail.com

Recibido: 01-10-2013

Aceptado: 20-12-2013

RESUMEN

Objetivo: Con el propósito de comparar el sellado marginal de diferentes resinas compuestas para posterior en función de la microfiltración en gingival y oclusal de restauraciones Clase II, se prepararon dos cavidades Clase II en 20 molares humanos extraídos. **Metodología:** Se obtuvieron en total 40 cajones divididos en 4 grupos, evaluando para cada uno un material y técnica diferente: G1, rok (SDI); G2, Filtek® P90 (3M ESPE); G3, rok (SDI) y Vitremer® (3M ESPE) (sándwich abierto) y; G4, Filtek® P90 (3M ESPE) y Vitremer® (3M ESPE) (sándwich abierto). Las cavidades fueron restauradas y selladas con esmalte para uñas a un milímetro de los márgenes gingival y oclusal; posteriormente, fueron sumergidas en solución de azul de metileno por 24 horas. Los dientes fueron seccionados con un corte sagital, para luego obtener imágenes fotográficas a 18X de magnificación. La microfiltración fue cuantificada en milímetros en el margen gingival y oclusal. **Resultados:** El promedio de microfiltración obtenido fue: en gingival, 2,6340 mm (G1), 0,0170 mm (G2), 0,2950 mm (G3) y 0,2390 mm (G4) y; en oclusal, 0,6590 mm (G1), 0,0070 mm (G2), 0 mm (G3) y 0 mm (G4). Estadísticamente, los subgrupos de microfiltración presentaron diferencias significativas en gingival: $G1 > G3 = G4 = G2$ ($p=0,00$) y; en oclusal: $G1 > G2 = G3 = G4$ ($p=0,019$). **Conclusión:** La Filtek® P90 mostró los niveles de microfiltración más bajos en gingival comparado con los otros materiales. La combinación de Filtek® P90 o de rok con Vitremer® evita la microfiltración en oclusal.

DeCS: resina convencional de metacrilato, siloranos, microfiltración, contracción por polimerización, técnica sándwich abierto.

COMPARING MARGINAL SEALING WITH CONVENTIONAL COMPOSITE RESIN AND SILORANE RESIN IN CLASS II CAVITIES

ABSTRACT

Objective: to compare the marginal sealing of different posterior composite resins according to the gingival and occlusal microleakage in class II restorations. **Material and Methods:** two class II cavities were prepared on twenty extracted human molars, obtaining forty boxes in total which were randomly assigned to each of four groups as follows: G1: rok (SDI); G2: Filtek™ P90 (3M ESPE); G3: rok (SDI) and Vitremer™ (3M ESPE) (open sandwich) y G4: Filtek™ P90 (3M ESPE) and Vitremer™ (3M ESPE) (open sandwich). The cavities were restored and sealed with nails polish at a milimeter of gingival and occlusal margins and immersed for 24 hours in 2% Methylene Blue dye. The teeth were sectioned in a mesio-distal direction, to obtain photographic images at a 18X zoom. The microleakage at the gingival and occlusal margin was quantified in milimeters. **Results:** The gingival microleakage average obtained was: 2,6340 mm (G1), 0,0170 mm (G2), 0,2950 mm (G3), and 0,2390 mm (G4); the in occlusal one was: 0,6590 mm (G1), 0,0070 mm (G2), 0 mm (G3), and 0 mm (G4). The microleakage subgroups showed statistically significant differences for gingival: $G1 > G3 = G4 = G2$ ($p=0,00$) and occlusal: $G1 > G2 = G3 = G4$ ($p=0,019$). **Conclusion:** Filtek™ P90 showed the lowest microleakage levels in gingival when compared to the others materials. The association of Filtek™ P90, or rok with Vitremer™, reduce completely the occlusal microleakage.

MeSH: methacrylate conventional resin, silorane, microleakage, polymerization shrinkage, open sandwich.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las resinas compuestas han tomado un protagonismo indudable entre los materiales de obturación que se usan mediante técnicas directas. Sus grandes posibilidades estéticas le dan variadas indicaciones terapéuticas, que se incrementan gracias a la gran versatilidad de presentaciones que desde este producto se ofrece. Así mismo, al tratarse de materiales cuya retención se obtiene por técnica adhesiva y que no dependen de un diseño cavitario, la preservación de la estructura dentaria es mayor¹. Por tanto, las restauraciones con resinas compuestas en sector posterior son el tratamiento que más se utiliza actualmente para restaurar molares y premolares que presentan pequeñas fallas en su superficie por diversas razones: caries dental, pequeñas fracturas, puntos y fisuras, entre otras.

Sin embargo, y a pesar de sus ventajas con respecto a las amalgamas dentales en cuanto a su componente estético y el mismo hecho de que no requiere la destrucción de tejido dentario sano para la inclusión apropiada del material, las resinas compuestas están lejos de ser un material perfecto. Entre sus principales desventajas se encuentra el hecho de que el procedimiento clínico de aplicación del adhesivo y la resina compuesta constituye, pues, una técnica muy sensible que implica numerosos pasos en un ambiente aislado y, por lo tanto, cualquier alteración en esta elaborada técnica en el proceso de aislamiento del diente, o alteración en la estructura dental remanente misma, puede producir sensibilidad postoperatoria.

La sensibilidad postoperatoria es una de las manifestaciones clínicas de la falta de sellado marginal de la restauración en la cavidad del

diente, la cual, si no es reparada a tiempo, puede causar caries secundaria por la penetración de microorganismos acidófilos en esa brecha y por la imposibilidad de la persona para limpiar mecánicamente esa área².

Lo anteriormente expuesto sugiere que las resinas compuestas requieren del control de aspectos como: una correcta indicación, un buen aislamiento, la selección del compuesto adecuado a cada situación, el uso de un buen procedimiento de unión a los tejidos dentales y una correcta polimerización como elementos esenciales para obtener resultados clínicos satisfactorios¹.

El principal factor que hace deficientes a las restauraciones de resinas compuestas tradicionales, basadas en metacrilatos sellando los márgenes de las restauraciones, es la contracción de polimerización que éstas sufren al momento de pasar de un estado deformable (muchos monómeros dispersos en el medio) a un estado rígido (polímero formado) que es como cumple su función en el diente³.

A pesar de sus ventajas, las resinas compuestas presentan significativas deficiencias en cuanto a su desempeño, sobre todo en lo relacionado con la contracción de polimerización y al estrés que ésta produce en la interfase diente-restauración⁴. La contracción por polimerización de los materiales como compuesto de resina rígida produce un estrés relativamente alto de contracción por polimerización en la restauración, causando deformación en las paredes de la cavidad o fractura del material de relleno o de la estructura del diente⁵. El reordenamiento dimensional de monómeros dentro de las cadenas polímeras durante la polimerización inevitablemente conduce hacia una contracción del volumen⁶.

Se han diseñado muchos métodos para contrarrestar este inconveniente: la polimerización con luz que aumenta su intensidad lentamente; la polimerización por pequeñas capas para que cada una sufra contracción por separado; el incremento de la cantidad de relleno de la resina compuesta para que la menor cantidad de monómeros resultante se traduzca en una menor contracción; la inclusión de insertos macroscópicos cerámicos para disminuir la fracción de polímero. No obstante, ninguno de estos métodos ha podido erradicar completamente el problema de la concentración de estrés en las paredes de la cavidad restaurada debido al efecto de la contracción de polimerización.

Aunque la alta carga de relleno de la matriz de una resina restauradora reduce la contracción por polimerización, las resinas compuestas actuales todavía contraen 2.9 a 7.1 vol % durante la polimerización libre. Se han reportado fuerzas de contracción dentro de la resina de hasta 7 Megapascal (MPa)⁶.

En el 2007, la compañía 3M ESPE introdujo al mercado mundial una novedosa resina compuesta llamada Filtek® P90 como solución a dicha problemática. Esta compañía se basó en el hecho de que la contracción por polimerización es una propiedad intrínseca de la matriz de la resina, por lo que sustituyeron el monómero de metacrilato por el de silorano.

El novedoso compuesto tiene como monómeros, anillos de silorano, los cuales antes de reaccionar entre sí para formar el polímero rígido sufren de una apertura de los anillos para dejar expuesto los radicales activos. Este proceso de apertura de anillos del silorano produce una ligera expansión que ayuda a disminuir en gran medida la contracción de

polimerización inherente al acercamiento de moléculas pequeñas entre sí, mientras forman el polímero rígido⁷. La compañía 3M ESPE afirma que esto representa una ventaja significativa, debido a la inserción de silorano y oxirano en su composición, de los cuales se deriva su nombre. Acerca del compuesto de baja contracción se espera que esté asociado con una mejor vinculación y capacidad de sellado marginal, ya que causa una distribución más uniforme de la tensión en la interfase compuesto-diente de la restauración⁸. Esta disminución de la contracción por polimerización supondría una ventaja para su uso en el sector posterior, donde dicho problema es más acentuado por un mayor factor C en comparación con el presentado en el sector anterior donde las cavidades son más abiertas y tienen un menor factor C, la proporción entre las superficies adheridas y las superficies no adheridas de una cavidad⁸.

A mayor cantidad de superficies involucradas en la restauración y por ende en contacto con la resina, mayor será el factor C y, en consecuencia, aumentará la fuerza de contracción. Es por ello que en las restauraciones de tipo Clase I, Clase II y MOD que están confinadas al sector posterior, esa fuerza de contracción es más evidente puesto que dichas cavidades involucran 4, 5 ó más superficies; en cambio, las cavidades desarrolladas en el sector anterior, como la Clase III y la Clase IV, involucran escasamente 1 ó 2 superficies y, por lo tanto, la fuerza de contracción afecta menos superficies unidas⁶.

Al polimerizarse, todas las resinas compuestas se contraen y esto, casi siempre, produce infiltración marginal, especialmente en cervical. Por tanto, se trata de una limitación importante del material y para las restauraciones, ya que

puede producir estrés interno en la resina, causando grietas en la pared gingival de restauraciones Clase II, junto con rajaduras en el esmalte del margen. Esto se debe a que en esa área el esmalte remanente es muy delgado y las resinas compuestas se adhieren en forma más predecible al esmalte que a la dentina⁹.

Un método ampliamente descrito para mejorar el sellado a nivel gingival en cavidades Clase II es la aplicación previa de ionómero de vidrio como base para la restauración con resina compuesta, conocida como “Técnica del Sándwich”. Es preciso resaltar que el ionómero de vidrio es un material que se adhiere químicamente a la estructura dentaria⁹. Por ser un cemento y no un polímero, no presenta contracción significativa al momento de endurecer o fraguar, y se une bien al compuesto sin necesidad de grabado ácido.¹⁰ Actualmente los cementos que se utilizan con mayor frecuencia en Operatoria Dental son los cementos de ionómero de vidrio³.

En el laboratorio, la mejor manera de medir el sellado marginal es determinando la cantidad de microfiltración que aparece al sumergir los dientes restaurados en una tinta indeleble. De esta manera, la tinta penetrará por cualquier superficie y, al ser seccionado el diente, se puede saber la cantidad de tinta que penetró, haciéndose visualmente evidente que a mayor rastro de tinta observada en la pieza dental seccionada, mayor es el tamaño de la brecha causada por el estrés de contracción.

Esta investigación tiene como propósito determinar el grado de filtración marginal que aparece en la pared gingival y oclusal de restauraciones Clase II, elaboradas en molares extraídos luego de ser restaurados con resinas compuestas a base de metacrilato y a base de

silorano (con o sin aplicación previa de ionómero de vidrio). Con base en los resultados, se intentará determinar cuál sistema ofrece menos riesgos de sufrir la microfiltración, dado que existen escasas investigaciones al respecto.

Justificación

El uso de las resinas en dientes posteriores está incrementando como una consecuencia de la expectativa de los pacientes por restauraciones más estéticas que funcionales¹¹. El futuro de las resinas compuestas está marcado por cambios en la formulación química de los sistemas convencionales, mediante la hibridación molecular o el desarrollo de nuevos monómeros y/o copolímeros. Ahora bien, en la medida en que se presentan estos cambios de fórmula en los nuevos materiales para adaptarlos a las necesidades del mercado, se viene presentado algunos inconvenientes relacionados con: la contracción por polimerización; el estrés de contracción; la estabilidad del color; el grado de conversión; la biocompatibilidad; sus propiedades físicas, mecánicas, radiológicas y estéticas; entre otros⁴.

Las resinas basadas en silorano representan una alternativa a las resinas convencionales basadas en metacrilato para restauraciones directas en el sector posterior, debido a su innovadora propiedad química que le permite mantenerse estable dimensionalmente luego de polimerizar. No obstante, son necesarias las evaluaciones clínicas y de laboratorio que permitan entender completamente la naturaleza y el comportamiento de este compuesto, especialmente respecto de la adhesión a la estructura dental antes de establecer recomendaciones clínicas. La evaluación inicial de esta nueva categoría de materiales de

compuesto presenta propiedades ópticas, físicas y mecánicas aceptables⁷.

Esta investigación tiene relevancia clínica, puesto que la principal causa de fracaso de las restauraciones con resinas observadas en ambientes clínicos es la microfiltración, que se genera a nivel de los márgenes de la restauración. A pesar de eso, existe una gran demanda por parte de los pacientes para la aplicación de restauraciones con resina por su alto componente estético.

METODOLOGÍA

Ésta es una investigación experimental, de tipo descriptiva, basada en el enfoque cuantitativo, pues pretende medir la cantidad de microfiltración marginal a partir de la penetración de un tinte observado en los márgenes gingivales y oclusales de restauraciones Clase II.

Se utilizaron 20 molares humanos extraídos (con estructura dentaria íntegra), los cuales fueron preparados con dos cavidades de tipo Clase II, obteniéndose en cada molar dos cajas proximales (mesial y distal), para evaluar en cada una de ellas un material diferente; por lo tanto de los 20 molares se obtuvieron 40 cajas proximales que corresponden a las muestras, divididas aleatoriamente en 4 grupos (10 cajas proximales para cada grupo):

- Grupo 1: se preparó bajo la técnica incremental oblicua con la resina a base de metacrilato (**rok-SDI**).
- Grupo 2: se preparó bajo la técnica incremental oblicua con la resina a base de silorano (**Filtek® P90-3M**).
- Grupo 3: se preparó bajo la técnica de sándwich abierto con el Ionómero de vidrio

(**Vitremer®-3M**) y la resina a base de metacrilato (**rok-SDI**).

- Grupo 4: se preparó bajo la técnica de sándwich abierto con el Ionómero de vidrio (**Vitremer®-3M**) y la resina a base de silorano (**Filtek® P90-3M**).

Procedimiento

Los molares fueron limpiados de tejidos blandos y almacenados en un frasco con agua a temperatura ambiente (haciendo recambios de agua semanalmente durante su recolección), hasta el inicio del experimento.

Se prepararon los molares con una cavidad tipo Clase II expulsiva por mesial y distal, obteniéndose dos cajas proximales en cada molar que corresponden al espacio para el material de restauración:

1. Con la turbina, una fresa de carbide troncocónica de extremo plano n° 701 y refrigeración con agua se tallaron las cavidades Clase II, con una profundidad de 2 milímetros para la pared mesial o distal según el caso, 2 milímetros para la pared pulpar, 2 milímetros de profundidad para la pared gingival, la cual a su vez se ubicó a 1 milímetro por debajo de la unión amelo-cementaria (por lo que la longitud de la pared axial fue proporcional a las dimensiones de cada molar) y, 4 milímetros de ancho en sentido vestíbulo – lingual (eliminando la zona que corresponde al punto de contacto).

2. Se utilizó una fresa de carbide por cada 10 cavidades realizadas. La profundidad y longitud de cada superficie cavitaria creada se midió con una sonda periodontal a la cual se le colocó un tope de goma a la distancia deseada con el uso de una regla milimetrada. Todas las preparaciones fueron creadas por el mismo

operador para garantizar la mayor uniformidad posible en las preparaciones.

3. Posteriormente se realizó la desinfección de las cavidades utilizando bolitas de algodón impregnadas en Gluconato de Clorhexidina al 2%, aplicada con una pinza algodонера sobre la superficie de cada cavidad por cinco minutos y luego retirando el algodón y dejando secar la superficie.

4. Previo a la aplicación de la técnica adhesiva en los grupos 3 y 4, se procedió a realizar la obturación intermedia con ionómero de vidrio en los cajones proximales que caracteriza a la restauración tipo sándwich

abierto; para ello se preparó la muestra con una matriz anatómica metálica ajustada con un porta matriz y después de utilizó un único material, el ionómero de vidrio **Vitremer®** de la casa comercial **3M** el cual se aplicó según las instrucciones del fabricante (ver tabla 1) hasta obtener una obturación cuyo grosor aproximado fue de 2 mm en sentido apical (ver imagen 1).

Cabe destacar que la matriz anatómica metálica se utilizó durante todos los procesos de adhesión y obturación de las preparaciones con el fin de recrear, en tal sentido, las condiciones clínicas bajo las cuales se obtura una cavidad Clase II.

Fabricante	Clasificación	Ionómero		Composición	Indicaciones (como restauración laminada)
3M ESPE	Vitremer® Ionómero de vidrio modificado con resina tipo II para restauraciones y reconstrucción de muñones 	C O M P O N E N T E S	Primer 2 ml	• HEMA, etanol y agentes fotocurables.	1. Aplicar durante 30 seg a las superficies de esmalte y dentina a ser cubiertas. No lavar. 2. Secar durante 15 seg. 3. Fotopolimerizar durante 20 seg.
			Líquido 2.5ml	• Solución acuosa de ácido polialquenoico modificado, sensible a la luz.	
			Polvo 5 g	• Cristal de fluoroaluminosilicato radiopaco.	

Tabla 1. Cuadro informativo del ionómero de vidrio reforzado con resina utilizado en este estudio.



Imagen 1. Obturación intermedia con Vitremer®.

5. Luego se realizó el grabado ácido para los grupos destinados a restauraciones con la resina **rok**, tanto de las superficies dentarias preparadas (grupo 1) como de las superficies previamente obturadas con **Vitremer®** (grupo 3) con ácido fosfórico al 37% **súper etch (SDI)** durante 20 seg., seguidamente se lavó con abundante spray de agua y aire por 15 seg. y finalmente se aplicó un chorro de aire por 2 seg. a 10 cm de distancia.

6. Después se cumplió con la técnica adhesiva según las instrucciones del fabricante para todos los grupos. Para ello se utilizaron dos sistemas adhesivos diferentes: **Stae Refill (SDI)** y **P90 System Adhesive (3M Filtek®)** cuyas características se describen en la Tabla 2. Los grupos 1 y 3 fueron tratados con el sistema adhesivo **Stae Refill** y los grupos 2 y 4 con el sistema adhesivo **P90 System adhesive**.

Fabricante	Adhesivo	Clasificación	Composición	Indicaciones
SDI	Stae Refill 5ml 	Adhesivo grabador total de un solo componente y dos pasos, para dentina y esmalte	<ul style="list-style-type: none"> • Monómero acrílico • Acetona • Fluoruro • Estabilizadores 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicar para saturar todas las superficies internas 2. Aplicar aire durante 2 seg. 3. Fotocurar durante 10 seg.
3M ESPE	P90 System –adhesive 5ml 	Adhesivo autograbador de dos pasos para esmalte y dentina	Sistema Primer autograbante P-90: <ul style="list-style-type: none"> • Metacrilatos fosforilados • Copolímero de VitrebondMR • BisGMA • HEMA • Agua • Etanol • Relleno de sílica silanizado • Iniciadores • Estabilizadores 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicar el imprimador durante 15 seg. Masajeando la cavidad 2. Aplicar aire suave 3. Fotocurar el Primer por 10 seg
			Sistema Adhesivo P-90: <ul style="list-style-type: none"> • dimetacrilato hidrofóbico • Metacrilatos fosforilados • TEGDMA • Relleno de sílica silanizado • Iniciadores • Estabilizadores 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicar el adhesivo sobre toda la cavidad 2. Aplicar aire suave 3. Fotocurar por 10 seg.

Tabla 2. Cuadro informativo de los sistemas adhesivos utilizados en este estudio.

7. A continuación se obturaron las preparaciones con dos materiales resinosos diferentes: los grupos 1 y 3 con la resina **rok** y los grupos 2 y 4 con la resina **Filtek® P90** según las instrucciones de los fabricantes (ver tabla 3). La obturación de cada preparación con resina compuesta se realizó con la técnica incremental oblicua en todos los grupos, desde la superficie

gingival para los grupos 1 y 2, y desde la superficie de ionómero de vidrio para los grupos 3 y 4.

8. Luego de aplicar cada capa de resina, se fotocuró según el tiempo indicado para cada resina con una unidad de fotocurado (**radii Plus-SDI**), hasta obtener la obturación completa.

9. Todos los molares fueron sellados en sus ápices con **Vitremer®** aplicado según las indicaciones del fabricante, seguido por el sellado de la superficie de cada molar con 2 capas de esmalte de uñas color rojo (**Revlon Red 680 U.S.A.**), excepto en las áreas correspondientes a los rebordes gingival y oclusal de las restauraciones, incluyendo 1 mm alrededor de dichas áreas; esto con el fin de limitar la penetración del tinte sólo en las áreas de interés para esta investigación.

Las muestras se almacenaron en un ambiente con humedad relativa desde la culminación del proceso de obturación hasta el momento de ser sumergidas en el tinte revelador de microfiltración.

10. Se sumergieron las muestras en una solución de azul de metileno al 2% por 24 horas. Luego cada muestra fue seccionada sagitalmente con un disco diamantado **Microdont** en sentido mesiodistal a baja velocidad con el micromotor **NSK** (ver imagen 2).

Fabricante	Resina	Clasificación	Composición	Indicaciones
SDI	Rok 4g	Compuesto híbrido posterior a base de metacrilato 	<ul style="list-style-type: none"> • 17.7% peso (32.3 % vol.) éster metacrílico multifuncional • 82.3% peso (67.7% vol.) relleno inorgánico (40 nm-2.5 micrones) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Colocar el compuesto en incrementos de hasta 2 mm 2. Fotocurar cada incremento por 10 seg.
3M ESPE	Filtek® P90 4g	Compuesto microhíbrido posterior a base de silorano 	<ul style="list-style-type: none"> • Resina de Silorano • Sistema iniciador: camforquinona, sal de iodonio, donador de electrones • Relleno de cuarzo • Fluoruro de Itrio • Estabilizadores • Pigmentos 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Agregar incrementos individuales no mayores a 2,5 mm por técnica incremental 2. Fotocurar cada incremento por 40 seg.

Tabla 3. Cuadro informativo de las resinas utilizadas en este estudio.



Imagen 2. Realización del corte sagital en sentido mesiodistal de cada molar.

Cada hemisección obtenida fue fotografiada con una cámara digital de alta resolución (**Canon EOS 60D** de 18 MP) a 15 cm de distancia

controlados con un trípode en un ambiente luminoso (ver imagen 3).

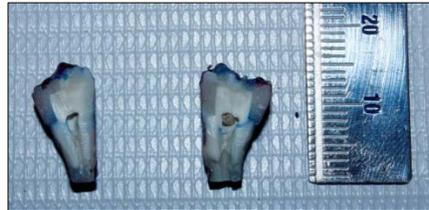


Imagen 3. Imagen obtenida luego de seccionar y fotografiar una de las muestras.

Las fotografías obtenidas fueron observadas mediante un programa computarizado (**Photoshop CS4**), el cual permitió la cuantificación en unidades de pixeles de las

zonas teñidas por el tinte, las cuales corresponden al área filtrada.

Los datos obtenidos se recolectaron en la planilla elaborada por los investigadores de acuerdo al grupo de muestra.

RESULTADOS

Promedio de Microfiltración Gingival (mm)

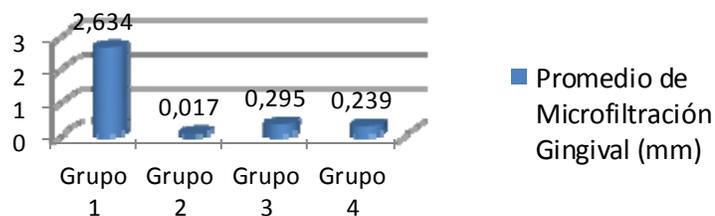


Gráfico 1. Comparación de la media correspondiente a los valores de microfiltración gingival de los 4 grupos.

En el gráfico 1, se observa que la media varía entre los grupos al evaluar la microfiltración a nivel gingival, obteniéndose el valor más bajo en el grupo 2, seguido en orden creciente por los grupos 4, 3 y 1, siendo éste último el que obtuvo mayor promedio de microfiltración.

Por su parte, la desviación estándar es grande para el grupo 1, relativamente pequeña para los grupos 3 y 4, y pequeña para el grupo 2: $2,6340 \pm 1,474$ (Grupo 1), $0,0170 \pm 0,05376$ (Grupo 2), $0,2950 \pm 0,44028$ (Grupo 3) y $0,2390 \pm 0,42780$ (Grupo 4).

ANOVA

Para determinar la existencia de diferencias significativas entre los grupos de estudio de la microfiltración gingival, se aplicó la técnica estadística de Análisis de Varianza ANOVA, encontrándose diferencias estadísticamente significativas en el grupo 1 con respecto a los grupos 2, 3 y 4 en cuanto a la microfiltración gingival, por cuanto el nivel de significancia es de 0,00 y por lo tanto menor al 5% ($\alpha < 0.05$).

Tukey Test

Al observar en el Tukey Test la comparación entre los valores de la media o promedio correspondientes a la microfiltración a nivel gingival de cada grupo en relación con los

demás grupos, se concluyó que el grupo 2 es el que presenta menor promedio de microfiltración al compararlo con los grupos restantes, seguido en orden creciente por los grupo 4, 3 y 1, siendo éste último el que mostró mayor promedio de microfiltración.

Subconjuntos Homogéneos

VAR000	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
2,00	10	,0170	
4,00	10	,2390	
3,00	10	,2950	
1,00	10		2,6340
Sig.		,864	1,000

Tabla 4. Subconjuntos Homogéneos.

La tabla 4, permite establecer 2 subconjuntos de acuerdo con la variabilidad entre los valores de promedio obtenidos en los cuatro grupos de estudio, reuniendo en el subconjunto 1 a los grupos 2, 3 y 4, y en el subconjunto 2 al grupo 1

por ser su promedio altamente diferente y mayor al de los otros grupos.

Promedio de Microfiltración Oclusal (mm)

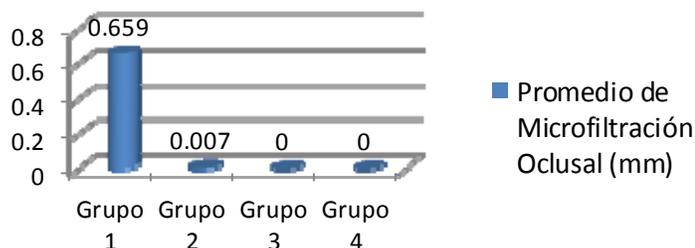


Gráfico 2. Comparación de la media correspondiente a los valores de microfiltración oclusal de los 4 grupos.

En el gráfico 2, se puede observar que la media varía entre los grupos, a excepción de los grupos 3 y 4 en los que, además de ser igual, es el más bajo, seguido en orden creciente por el grupo 2 y finalmente el grupo 1 con el valor más alto; la **ANOVA**

Para determinar la existencia de diferencias significativas entre los grupos de estudio de la microfiltración oclusal, se aplicó la técnica estadística de Análisis de Varianza ANOVA, encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre el grupo 1 y los grupos 2, 3 y 4 en cuanto a la microfiltración oclusal, por cuanto el nivel de significancia es de 0.019 y por lo tanto menor al 5% ($\alpha < 0.05$).

desviación estándar es grande para el grupo 1, pequeña para el grupo 2 y nula para los grupos 3 y 4: $0,6590 \pm 1,06889$ (Grupo 1), $0,0070 \pm 0,02214$ (Grupo 2), $0,000 \pm 0,0000$ (Grupo 3) y $0,0000 \pm 0,0000$ (Grupo 4).

Tukey Test

Al observar en el Tukey Test la comparación entre los valores de la media o promedio correspondientes a la microfiltración oclusal de cada grupo respectivamente con los demás grupos, se concluyó que los grupos 3 y 4 son los que presentan menor promedio de microfiltración, seguido en orden creciente por los grupo 2 y 1, siendo este último el que presenta mayor promedio de microfiltración.

Subconjuntos Homogéneos

VAR000	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
3,00	10	,0000	
4,00	10	,0000	
2,00	10	,0070	
1,00	10		,6590
Sig.		1,000	1,000

Tabla 5. Subconjuntos Homogéneos

La tabla 5, permite establecer 2 subconjuntos de acuerdo con la variabilidad entre los valores de promedio obtenidos en los cuatro grupos de estudio, reuniendo en el subconjunto 1 a los grupos 2, 3 y 4, y en el subconjunto 2 al grupo 1 por ser su promedio altamente diferente y mayor al de los otros grupos.

DISCUSIÓN

Las resinas compuestas han experimentado numerosas modificaciones tanto en su relleno como en la matriz orgánica, siendo esta última la que menos modificaciones ha experimentado, con el objetivo final de mejorar el comportamiento clínico. Los monómeros más utilizados en la actualidad son los de metacrilato, pero más recientemente un nuevo monómero llamado silorano ha sido introducido para resinas en posteriores con el objetivo de mejorar la contracción de polimerización, y por ende, la microfiltración marginal¹².

Para el presente estudio, se empleó una metodología similar a la de algunos autores, en cuanto a la aplicación de la técnica restauradora de incrementos oblicuos para observar la microfiltración marginal¹³⁻¹⁶; la técnica restauradora de sándwich abierto con el mismo fin^{13, 14}; la preparación de la muestra con cavidades Clase II^{13, 17}; el empleo del azul de metileno como tinte revelador de la microfiltración^{13, 15, 18}; la inmersión de las muestras en el tinte por 24 horas^{13, 18}; la ubicación del margen gingival a 1 mm por debajo del límite cemento esmalte^{13, 11, 18}; y la evaluación de las muestras por medio de imágenes digitales¹⁷.

Por otra parte, un rasgo particular de la metodología del presente estudio fue haber

evaluado la microfiltración bajo diferentes condiciones, lo cual difiere de otros estudios: el tipo de cavidad preparada, habiendo ellos empleado cavidades Clase V^{18, 16}; Clase I¹⁵, y MOD^{19, 14}; la ubicación del margen gingival por encima de la unión cemento esmalte¹⁶; el variado tiempo de inmersión en el tinte: 48 horas¹⁶, 30 min¹⁵; y el método para evaluar la microfiltración: a través de una balanza digital y microscopía de imagen confocal de fluorescencia¹⁶, a través de un Estereomicroscopio óptico^{19, 15, 13}, o con un escáner 6200C (HP) y el software Adobe Photoshop 6.0¹⁴.

Las muestras no se sometieron a termociclado antes de su inmersión en la tinta (azul de metileno) como en otros estudios similares^{13-15, 17-19}; por lo tanto, este estudio es representativo de la capacidad de sellado marginal inmediato de cada uno de los materiales y/o técnicas estudiadas, mas no del sellado que ofrecen luego de ser sometidas al envejecimiento natural y a los cambios térmicos que normalmente ocurren en la cavidad bucal.

La microfiltración marginal en una situación clínica puede causar sensibilidad post operatoria, caries secundaria, coloración de los márgenes, entre otros; esto hace que sea importante determinar el sellado marginal de los materiales dentales en el laboratorio para establecer un posible comportamiento clínico.

Cabe destacar que, a pesar de haberse realizado estudios comparativos previos entre la microfiltración marginal de la resina Filtek® P90 y las resinas convencionales basadas en metacrilato^{15, 16, 18, 20}, ninguna de las investigaciones realizadas hasta ahora comparó la resina Filtek® P90 con la resina rok

propiamente y, a pesar de que se ha estudiado la microfiliación en restauraciones que asocian las resinas compuestas con el ionómero de vidrio^{13, 14, 28}, hasta el momento no se había evaluado la microfiliación de las restauraciones Clase II tipo sándwich abierto, asociando la resina Filtek® P90 con el ionómero de vidrio reforzado con resina Vitremer®.

La selección de la resina rok (basada en metacrilato) como material a comparar con la resina Filtek® P90 (basada en silorano) en función de la microfiliación mostrada se debió a que su indicación es para restauraciones posteriores, correspondiendo con el objetivo del presente estudio en cuanto a la restauración de cavidades clase II, las cuales están confinadas al sector posterior.

Entre los estudios realizados hasta el momento para evaluar la microfiliación presentada en restauraciones con Filtek® P90, se pueden destacar los resultados obtenidos por Usha *et al.*¹⁶, quienes observaron microfiliación a lo largo de todo el perímetro de las restauraciones clase V con Filtek® P90, independientemente de la técnica de estratificación utilizada. Lien y Vanderwalle²¹ también observaron que Filtek® P90 obtuvo el valor más bajo de contracción de polimerización, seguida de Filtek Supreme. Por su parte, Roula y Ola¹⁵ encontraron diferencias entre la resina de silorano Filtek® P90 y dos resinas de metacrilato (Filtek Z250 y Amelogen Plus), observando que las tasas de filtración con Filtek® P90 fueron significativamente inferiores a las de los dos grupos de resinas de metacrilato. Particularmente, Bagis. *et al.*¹⁹ observaron que la resina Filtek® P90 no mostró microfiliación en restauraciones MOD amplias con las técnicas de estratificación oblicua y vertical, mientras que Weinmann *et al.*²² observaron una

disminución del 0,94% en volumen de la resina Filtek® P90, manifestando la contracción de polimerización más baja entre los compuestos ensayados.

En el presente estudio se obtuvo diferencias significativas entre las restauraciones con la resina Filtek® P90 y las restauraciones con la resina rok, en cuanto a los resultados de microfiliación a nivel gingival y oclusal con la técnica incremental oblicua, observándose los niveles más altos de microfiliación en ambas situaciones con la resina rok, mostrando 2,634 mm en gingival y 0,659 mm en oclusal; mientras que Filtek® P90 exhibió valores más bajos de microfiliación, siendo de 0,017mm para gingival y de 0,007 mm para oclusal.

Entre los estudios realizados para evaluar la microfiliación presentada en restauraciones tipo sándwich abierto, se pueden resaltar los resultados obtenidos por Ramírez y Setién¹⁴, quienes detectaron la existencia de diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la cantidad de microfiliación marginal en gingival, al observar un promedio de rangos de 30.75 para la combinación Singlebond/TPH con la técnica incremental horizontal, 22.89 para la combinación Tetric Flow/TPH con la técnica incremental oblicua, y 9.32 para la combinación Fuji II LC/TPH con la técnica incremental oblicua; indicando que la combinación Fuji II LC/TPH presenta menor cantidad de microfiliación que los otros dos grupos estudiados en márgenes gingivales sin esmalte. Similarmente, Dourado Loguercio *et al.*¹³ establecen diferencias significativas de microfiliación entre cuatro grupos evaluados con respecto a la penetración del colorante, observando los mejores resultados con la asociación Tetric Ceram / Vitremer® al

compararlo con las asociaciones entre Tetric Ceram con Syntac Sprint, Dyract y Chelon-fil. El ionómero de vidrio modificado (Vitremer®), colocado en la porción gingival de las restauraciones Clase II de resinas compuestas (técnica de sándwich abierto) puede ser un método práctico para reducir la microfiltración. En el presente estudio no se observaron diferencias significativas en los resultados de microfiltración entre las restauraciones tipo sándwich abierto realizadas con Vitremer® en asociación con la resina P90 o la resina rok a nivel gingival, mientras que a nivel oclusal no se observó microfiltración para ninguna de las asociaciones.

Los mejores resultados obtenidos en ésta investigación en cuanto a niveles más bajos o nulos de microfiltración, se pueden clasificar de acuerdo al material restaurador utilizado y a la técnica restauradora aplicada, correspondiendo los valores más bajos de microfiltración tanto gingival como oclusal con el uso de Filtek® P90, en comparación con los valores arrojados por la resina rok. Esto coincide con los resultados obtenidos en otros estudios^{19, 21, 15, 22} al comparar la microfiltración de la resina basada en silorano Filtek® P90 con otras resinas basadas en metacrilato, como Filtek Supreme y Esthet-X²³; Filtek Z250 y Amelogen Plus¹⁵; Grandio¹⁹; P60, Tetric Ceram, Spectrum TPH; y de nuevo Filtek Z250²¹.

En cuanto a la técnica restauradora aplicada, la técnica de sándwich abierto utilizando Vitremer® permitió anular completamente la microfiltración de las resinas compuestas a nivel oclusal, lo cual coincide con otros estudios donde se evaluaron bajo la misma técnica tres diferentes materiales –Dyract, Chelonfil y Vitremer®– y una resina convencional –Tetric

Ceram–, y de los cuales se obtuvo como mejor material para el sellado marginal al Vitremer®¹³, destacando como diferencia que en dicho estudio la evaluación de la microfiltración se realizó a nivel gingival.

El sellado marginal con la técnica de sándwich abierto también fue evaluado por otros autores entre un polialquenoato modificado con resina Fuji II LC y dos resinas convencionales TPH y RF Tetric-Flo, observándose el menor valor de microfiltración con el uso del material Fuji II LC¹⁴, y además destacando igualmente que dicha evaluación fue realizada a nivel gingival.

La completa anulación de la microfiltración oclusal cuando se aplicó la técnica de sándwich abierto puede relacionarse con que el uso de un cemento de ionómero de vidrio en gingival (característico en este tipo de restauraciones), implica un menor volumen de la porción de resina compuesta en la restauración, generando así mayor superficie libre de restauración en relación a la menor cantidad de resina²⁴ y, por tanto, se produjo menor contracción por polimerización y su consecuente estrés en la interfase diente - restauración.

En cuanto a la técnica incremental oblicua (aplicada con la resina Filtek® P90), fue la que mostró el nivel de microfiltración más bajo a nivel gingival, lo cual coincide con otro estudio donde se comparó dicha técnica con la técnica incremental vertical (también con la resina Filtek® P90), resultando con menor microfiltración las restauraciones realizadas bajo la técnica incremental oblicua¹⁹; así también otro estudio señaló el valor más bajo de microfiltración marginal con la aplicación de la resina Filtek® P90 bajo dicha técnica¹⁵.

Por otra parte, un estudio que evaluó la microfiltración de la resina Filtek® P90 bajo dos técnicas restauradoras diferentes (incremental y oblicua) obtuvo mejores resultados con la técnica incremental¹⁶, lo cual difiere con el presente estudio. Sin embargo, es importante considerar que las técnicas restauradoras comparadas no coinciden entre el citado estudio y el presente, ya que a diferencia de aquel, en nuestro caso en lugar de comparar la técnica oblicua con la técnica incremental, se comparó con la técnica de sándwich abierto.

Los peores resultados corresponden a los valores más altos de microfiltración, que en nuestro estudio fueron los obtenidos de las restauraciones con la resina basada en metacrilato rok, tanto en gingival como en oclusal utilizando la técnica incremental oblicua, destacando además que representaron los valores estadísticamente significativos con respecto a los demás grupos evaluados.

En estudios similares donde se comparó la resina Filtek® P90 con resinas convencionales, se observó que la resina Dyract eXtra mostró la mayor contracción por polimerización, no siendo significativamente diferente a Esthet-X²⁰; por su parte, las resinas Filtek Z250 y Amelogen Plus arrojaron los valores más altos de microfiltración sin diferencias significativas entre ambos valores¹⁵. Las restauraciones con la resina Grandio mostraron diferentes niveles de microfiltración, los cuales variaron según las técnicas de estratificación aplicadas, mostrando mejores resultados la aplicación de la técnica de estratificación vertical en los márgenes del esmalte¹⁹. Una disminución del 2,27% en volumen de la resina Tetric Ceram, representó un valor de contracción por polimerización más elevado que el exhibido por Filtek® P90²¹.

A pesar de no ser significativa, se observó microfiltración a nivel gingival con la aplicación de la técnica de sándwich abierto con Vitremer®, sin importar la resina utilizada para su posterior obturación. Esto difiere de otro estudio donde la asociación de Vitremer® con Tetric Ceram arrojó el valor más bajo de microfiltración a nivel gingival¹³.

La idea de que las fuerzas de contracción por polimerización que se producen dentro de una resina compuesta sean suficientemente fuertes como para romper el vínculo entre el ionómero de vidrio y la dentina, sobre todo en las etapas iniciales de la maduración del cemento de ionómero de vidrio¹³, puede ser la razón de los malos resultados observados en este grupo, debido a que la ruptura del sellado marginal ocurrió a nivel gingival (donde la adhesión era más débil) liberando el estrés de contracción por polimerización y por ende, la adhesión en oclusal se mantuvo intacta.

Otro factor que probablemente intervino en la presencia de microfiltración gingival con el uso de Vitremer®, pudo haber sido una falla durante la aplicación de la técnica restauradora (sándwich abierto) en las cavidades Clase II.

Todos los materiales y técnicas utilizados en este estudio presentaron diferentes grados de microfiltración marginal, lo cual puede deberse a que la simple reducción de la contracción por polimerización de los materiales dentales, no asegura la reducción del estrés de contracción provocado por los mismos en la interfase diente – material restaurador^{22, 25}.

Tanto la resina basada en silorano Filtek® P90, como el uso de ionómero de vidrio reforzado con resina Vitremer® como restauración intermedia en restauraciones Clase II (con las

diferentes resinas empleadas) disminuyeron el grado de microfiltración marginal en dientes posteriores.

CONCLUSIONES

- La resina compuesta basada en silorano obtuvo un menor nivel de microfiltración marginal en las paredes gingival y oclusal al compararla con la resina compuesta para posteriores basada en metacrilato.
- El uso de la técnica de sándwich abierto fue efectiva para disminuir la microfiltración marginal en gingival y oclusal para la resina compuesta basada en metacrilato, mas no para la basada en silorano.
- Se sugiere incluir la prueba de termociclado para la evaluación tanto de las resinas como de las técnicas, para simular el envejecimiento al que clínicamente son sometidos los materiales dentales restauradores y, de ésta manera,

observar el sellado marginal luego de experimentar una recreación de las condiciones bucales.

- Es necesario realizar investigaciones *in vivo* para determinar la efectividad de la resina basada en silorano durante el sellado marginal en gingival, ya que en condiciones clínicas es difícil mantener un campo seco en la zona subgingival del diente, y esto podría afectar negativamente dicho sellado por parte de la resina basada en silorano debido a su técnica adhesiva y reportada hidrofobicidad en comparación con el ionómero de vidrio. Se recomienda evaluar la longevidad de las restauraciones *in vivo*, considerando tanto las variables incluidas en este estudio (materiales y técnicas) como otras, para determinar cuál combinación es la más apropiada en condiciones orales.

REFERENCIAS

1. Hervás García, A., Martínez Lozano, M. A., Cabanes Vila J., Barjau Escribano, A. y Fos Galve, P. (2006). Resinas compuestas. Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, N° 11(2).
2. Mithra N. H., Pallavi, V. y Shishir, S. (2009). A comparative evaluation of microleakage of three different newer direct composite resins using a self-etching primer in class V cavities: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry*, 12(4), pp. 160–163.
3. Macchi, R. L. (2007). Capítulo 12: Ionómeros Vítreos. En P. F. Abate (Edits), *Materiales Dentales*. (pp. 149). Argentina: Editorial Médica Panamericana.
4. Rodríguez G., D. R. y Pereira S., N. A. (2008). Evolución Y Tendencias Actuales En Resinas Compuestas. *Acta Odontológica*, N° 46(3).
5. Van Dijkenl, J.W.V., Kieri, C., y Carlen, M. (1999). Longevity of Extensive Class II Open-sandwich Restorations with a Resin-modified Glass-ionomer Cement. *J Dent Res*, N° 78(7), pp. 1319-1325.

6. Schwartz, R. D., Summit, J. B., Robbins, J. W. y Santos, J. D. (1999). *Fundamentos en Odontología Operatoria*. Cap. 6: Adhesión al esmalte y dentina. Colombia: Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica.
7. Sillas Duarte, Jr, Botta, A. C., Phark, J. y Sadan, A. (2009). Selected mechanical and physical properties and clinical application of a new low-shrinkage composite restoration. *Quintessence International*, N° 40(8).
8. Ghulman, M. A. (2011). Effect of Cavity Configuration (C Factor) on the Marginal Adaptation of Low-Shrinking Composite: A Comparative Ex Vivo Study. *International Journal of Dentistry*.
9. Baratieri, L. N. (1993). *Procedimientos preventivos y restauradores*. Cap. 6 y 14. Brasil: Quintessence Editora Ltda.
10. Barrancos Mooney, J. y Barrancos, P. J. (2006). Capítulo 1: Introducción a la Operatoria dental. Arrigó (Edits.), *Operatoria Dental* (p. 2). Argentina: Editorial Médica Panamericana.
11. Fragoso Reyes, M., Villalobos Domínguez, E. y Vázquez Espinosa, E. (2000) Sellado marginal de restauraciones en molares deciduos. Estudio comparativo del sellado marginal en restauraciones con amalgama, resina y compómero en preparaciones clase II de molares deciduos. *Med Oral*, Vol.II (4), octubre-diciembre, pp. 122-126.
12. Cabral, R.J. y Mazzola, I. (2009) Capacidad de penetración del adhesivo Adper-Silorano en dentina humana. *Materiales Dentales*, Vol. 97, N° 1, pp. 101 – 107.
13. Dourado Loguercio, A., Reis, A., Mazzocco, K. C., Lozano D., A., Stefanello B., A. L., Da Motta Singer, J. y Rosa, P. (2002). Microleakage in Class II Composite Resin Restorations: Total Bonding and Open Sandwich Technique. *The Journal of Adhesive Dentistry*, N° 4(2), pp. 137–144.
14. Ramírez, R. A. y Setién, V.J. (2006). Flexión cuspídea y sellado marginal usando bases de bajo módulo elástico en cavidades MOD. *Acta Odontológica*, N° 44(1).
15. Roula, Al-B. y Ola M. R. (Jul–Sep 2010). Microleakage evaluation of silorane based composite versus methacrylate based composite. *Journal of Conservative Dentistry*, N° 13(3), pp. 152–155.
16. Usha, Kumari, A., Mehta, D., Kaiwar, A., y Jain, N. (2011). Comparing microleakage and layering methods of silorane-based resin composite in class V cavities using confocal microscopy: An *in vitro* study. *Journal of Conservative Dentistry*, N° 14(2), pp. 164 – 168.
17. Ramírez, R. A., Setién, V.J., Orellana, N. G. y García, C. (2009). Microfiltración en cavidades clase II restauradas con resinas compuestas de baja contracción. *Acta Odontológica Venezolana*, N° 47(1).
18. Silami de Magalhães, C., Campos Serra, M. y Rodrigues, A. (1999) Volumetric microleakage assessment of glass-ionomer-resin composite hybrid materials. *Quintessence International*, Vol. 30, pp. 117-121.
19. Bagis, Y.H., Baltacioglu, I.H. y Kahyaogullari, S. (Sep-Oct 2009). Comparing microleakage and the layering methods of silorane-based resin composite in wide Class II MOD cavities. *Oper Dent*, 34(5), pp. 578-85.
20. Ilie, N., Jelen, E., Clementino- Luedermann, T. y Hickel, R. (2007). Low- shrinkage Composite for Dental Application. *Dental Materials Journal*, 26(2), pp. 149-155.

21. Lien, W. y Vanderwalle, K. S. (2010). Physical properties of a new *silorane*-based restorative system. *Dental Materials*, 26(4), pag. 337-344.
22. Weinmann, W., Thalacker, C. y Guggenberger R. (2005). Siloranes in dental composites. *Dental Materials*, N° 21, pp. 68 - 74.
23. Tantbirojn, D., Pfeifer, C.S., Braga, R.R. y Versluis, A. (2011). Do low-shrink composites reduce polymerization shrinkage effects?. *Journal of Dental Research*, N° 90(5), pp. 596 – 601.
24. Summitt, J., Robbins, J. W., Hilton, T. J. y Schwartz, R. S. (2006). *Fundamentals of Operative Dentistry*. Cap. 8 y 10. Illinois: Quintessence books.
25. Marchesi, G., Breschi, L., Antonioli, F., DiLenarda, R., Ferracane, J. y Cadenaro, M. (2010). Contraction stress of low-shrinkage composite materials assessed with different testing systems. *Dental Materials*, Vol. 26, pp. 947–953.