

COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA DE DOS RESINAS MICROHÍBRIDAS PARA LA RESTAURACION DENTAL

Natalia Arce Muñoz¹
Carolina Cabezas González¹
Elizabeth Posada Ayala¹
Lorena López Moreno¹
Herney Garzón R.²

RESUMEN

Objetivo: Comparar fuerzas de resistencia a la compresión, flexión y tensión de dos resinas microhíbridas disponibles en el mercado.

Metodología: Se realizó un estudio cuasi experimental in vitro para evaluar las propiedades físico-mecánicas de las resinas Miris®, (Coltene) y Esthet-X®, (Dentsply).

Fundamentadas en las normas ISO internacionales se elaboraron probetas de aluminio para utilizarlas en la confección de un molde maestro con tres compartimentos destinados a la obtención de las muestras de cada una de las resinas.

Por medio de una máquina universal de ensayos a cada muestra se le realizaron pruebas específicas de resistencia y los datos obtenidos se compararon con los de la otra resina. La información recolectada fue analizada con estadística no paramétrica (test de Mann-whitney, $P \leq 0.05$)

Resultados: Bajo las pruebas de resistencia a la flexión los resultados fueron mas altos para la resina Miris® que para la Esthet-X® ($P=0.0286$). El módulo elástico (Young) fue mayor para Miris® ($P= 0.0286$) Bajo las pruebas de resistencia a la compresión los resultados fueron mas altos para la resina Esthet-X® que

para la Miris® ($P=0.0159$) En la prueba de resistencia a la tracción no se obtuvieron valores confiables.

Conclusiones: El módulo de Flexión más alto se relacionó con el menor porcentaje de deformación, obtenido para la resina Miris®. En contraste sus valores de resistencia a la compresión fueron menores a Esthet-X®. Miris® fue más rígida que Esthet-X®, pero Esthet-X® resistió mejor cargas compresivas. Ambas resinas mostraron resultados aceptables para ser usadas en el sector posterior, pero se recomienda limitar su uso en restauraciones conservadoras en premolares y molares.

Palabras claves: Resina Microhíbridas, Miris®, Esthet-X®, Tensión, Flexión, Compresión

SUMMARY

Objective: To compare flexural and compressive strength of two microhybrid composite resins.

Methods: A quasi-experimental in vitro study was performed to evaluate physical-mechanical properties of Miris®, (Coltene) and Esthet-X®, (Dentsply)

Results: Flexural resistance strength test

1. Estudiantes Décimo Semestre Programa de Odontología, Universidad del Valle

2. Profesor Auxiliar, Escuela de Odontología, Universidad del Valle

showed higher values for Miris® than for Esthet-X® (P=0.0286). The elastic modulus (Young) test presented higher results for Miris® (P= 0.0286). Compressive resistance strength results were higher for Esthet-X® than for Miris® (P=0.0159). When the tensional strength test was applied to the microhibrid resins, no reliable data were obtained.

Conclusions: Higher Flexural modulus was correlated to lower deformation values, as showed by Miris®. In contrast, its compressive values were lower than Esthet-X®. Miris® was more rigid than Esthet-X®, but Esthet-X® resisted higher compressive load. Both systems showed acceptable physical-mechanical values to be considered for posterior restorations. Limited use of these resins to conservative preparations in bicuspid and molars should be considered.

Keywords: Microhibrid composite resin, Miris®, Esthet-X®, tensional, flexural, compressive tests.

INTRODUCCIÓN

En la última década la Odontología restauradora ha tenido profundos cambios en los procedimientos diagnósticos y clínicos, así como en los procesos técnicos de laboratorio dental, todos los cuales resultan de los continuos esfuerzos de investigadores en universidades y en industrias multinacionales especializadas alrededor de todo el mundo.

Los parámetros estéticos de la odontología restauradora no han sido ajenos a esta evolución, debida fundamentalmente al rápido desarrollo de diferentes biomateriales dentales y a las correspondientes técnicas de manejo clínico que han permitido obtener restauraciones biocompatibles que logran mimetizar perfectamente el color del material de obturación con relación a la estructura de la corona dental y ofrecen una rehabilitación altamente estética (1).

Dentro de los modernos procedimientos de la Odontología restauradora con mayor demanda estética, actualmente se encuentra la reconstrucción de las coronas dentales afectadas por la caries o por fracturas accidentales, reconstrucción que se logra mediante el empleo de resinas auto adhesivas y reforzadas para resistir al alto impacto masticatorio generado por el sistema muscular durante la incisión, la fragmentación y la maceración de los alimentos, procesos que someten constantemente las reconstrucciones de las coronas dentales a considerables fuerzas compresivas, tensionales y tangenciales, que eventualmente podrían llegar a fracturar el biomaterial y el tejido dental residual (2). En este tipo de restauraciones también se han reportado comúnmente problemas como la micro filtración marginal, desgastes, fracturas del material, estrés de contracción por polimerización e incapacidad de pulimento. En consecuencia, el biomaterial que se debe utilizar en estas zonas de alta carga deberá ser también de excelentes propiedades físicas y mecánicas (3).

Históricamente estas resinas han sido obtenidas por la mezcla de diferentes compuestos químicos. En 1962 Bowen(4) introdujo las resinas compuestas, al combinar dos clases de ingredientes con un agente de acople para producir un material final (5). Desde entonces, los biomateriales dentales, desde los silicatos y las resinas simples hasta las resinas microhíbridas, han mejorado paulatinamente muchas de sus propiedades, por la aparición constante de diferentes compuestos que logran un mejor desempeño clínico, tanto en el sector anterior como en el posterior (6). Estas variaciones han sido desarrolladas especialmente en relación con el tamaño de la partícula de relleno, lo cual es base de la clasificación actual de las resinas (7) (Tabla 1). Las resinas también se clasifican de acuerdo a su viscosidad (7). (Tabla 2).

Tabla 1. Clasificación actual de las resinas (6)

Tamaño de partícula	Características
Resinas de Macrorelleno	<ul style="list-style-type: none"> - Partícula grande y mediana 10 μm a 100μm. - 75-80% relleno inorgánico - Primeras formulaciones
Resinas de Microrelleno	<ul style="list-style-type: none"> - Partícula de relleno en promedio de 0,04. μm – 3 μm - Menor de 70% relleno inorgánico. - Alto pulido, bajo desgaste y gran estética. - Poca resistencia a la abrasión.
Híbridas	<ul style="list-style-type: none"> -Partícula de relleno en combinaciones promedio de 0,04 μm a 3 μm. - Muy versátiles. - Alta resistencia. - Baja expansión y contracción de polimerización. - Facilidad de terminado.
Microhíbridas	<ul style="list-style-type: none"> - Menor a 1 μm con partículas de 0,04 μm.

Tabla 2. Clasificación de las resinas de acuerdo a su viscosidad (6)

Viscosidad	Características
Baja viscosidad	Resinas fluidas. Para usarse como delineadores, mejoran la adaptación marginal, eliminan irregularidades y pueden crear un efecto rompiefuerzas en la contracción de polimerización.
Mediana viscosidad	Las más usuales. Indicadas en cualquier situación restaurativa.
Alta viscosidad	Usualmente indicadas para dientes posteriores, se pueden manipular similarmente a una amalgama, debido a su alta viscosidad. Son las llamadas resinas compactables.

Si se tiene en cuenta esta clasificación, lo último disponible en biomateriales adhesivos son las resinas microhíbridas de mediana viscosidad. Estas resinas, debido a su formulación tienen mejores características de resistencia a las fuerzas desarrolladas durante la oclusión, al desgaste y al pulimento. Su resistencia es alta debido al tamaño de sus partículas (0.04 μm) y, como poseen una forma más regular, tienen una mayor influencia directa frente a su comportamiento clínico. También muestran menor contracción de polimerización, lo cual permite su uso en restauraciones más extensas en dientes anteriores y posteriores. Ofrecen menor adhesividad a los instrumentos y poseen menor sensibilidad a la luz ambiental, lo que permite un mayor tiempo de trabajo y proporciona una superficie de alto brillo uniforme y durable con

el tiempo (1, 5, 6).

En la actualidad existen en el mercado diferentes marcas de resinas microhíbridas de las cuales se deben conocer sus propiedades físico-mecánicas para determinar las indicaciones de su uso. Sin embargo, actualmente se cuenta con poca evidencia científica que soporte la utilización de este tipo de material en restauración de dientes posteriores. Por esto, es importante realizar estudios relacionados con el uso de estas nuevas alternativas de restauración estética y de las estructuras masticatorias para demostrar su funcionalidad y biocompatibilidad.

Una manera de evaluar el aspecto biomecánico de las resinas microhíbridas es por medio de pruebas mecánicas de compresión, flexión y tensión. Estas pruebas, enmarcadas dentro de

parámetros de la física aplicada a la odontología, determinan variedad de fuerzas estáticas y dinámicas a que son sometidas las resinas en la cavidad oral, como resultado de la acción fisiológica de los músculos del sistema estomatognático (8)

Una fuerza que actúa sobre un cuerpo provoca dentro de él una reacción opuesta que se denomina tensión (9) Experimentalmente, se puede medir la tensión como el resultado de dividir la fuerza aplicada sobre un área de superficie por la dimensión de la superficie. Si las fuerzas tienden a comprimir o disminuir el tamaño de un cuerpo, el resultado se denomina fuerza de compresión (carga compresiva) En cambio, si lo hacen en dirección opuesta, para extender o alargar un cuerpo, se denominan fuerzas de flexión. Las tensiones inducidas en el cuerpo son de compresión o de flexión, según la fuerza aplicada y el comportamiento del material (10).

El objetivo de este estudio fue comparar las fuerzas de resistencia a la compresión, flexión y tensión de dos resinas microhíbridas comerciales y disponibles en el mercado local para determinar sus diferencias en las propiedades físico-mecánicas y así, poder brindar a los odontólogos alternativas de tratamiento dental basadas en la generación de nueva evidencia científica.

MATERIALES Y METODOS.

Diseño metodológico y tamaño de la muestra.

Se realizó un estudio cuasi experimental In Vitro que se llevó a cabo en las instalaciones del laboratorio de Ensayos físicos de polímeros del SENA-Cali con el fin de evaluar por comparación la resistencia a la compresión, flexión y tensión de dos resinas microhíbridas: Miris®, de la casa comercial Coltene y Esthet-X®, de la casa comercial Dentsply.

El tamaño de la muestra experimental (30 especímenes) se escogió por conveniencia. No se realizó cálculo de muestra experimental, ya que en la literatura no se cuenta con reportes previos que determinen un rango de diferencias encontradas para esta clase de mediciones en resinas microhíbridas. (Búsqueda en Pubmed a febrero/2004).

ELABORACIÓN DE LAS MUESTRAS EXPERIMENTALES.

a) Elaboración de las probetas

Antes de efectuar las pruebas de las resinas que se deseaba estudiar fue necesario confeccionar en aluminio los modelos metálicos que con fundamento en las medidas establecidas por los estándares internacionales [normas ISO 4049 (11) NTC 4655 (12) y NTC 595 (13) excepto para la probeta de compresión, en la cual se usaron las dimensiones establecidas por el SENA para la prueba de compresión en polímeros] permitieran obtener los tres elementos de cada una de las resinas- (Gráfico 1-Figura 1) Es decir, con estas probetas de aluminio preparadas por medio del Electroerosionado de Corte por Hilo (proceso de corte por descargas eléctricas realizado por computador) se confeccionó cada probeta de aluminio destinada a confeccionar el molde maestro para elaborar las muestras experimentales de cada una de las resinas microhíbridas.

Previamente se realizaron los diseños de las probetas con un Software+ el cual pasa la información a la máquina Electroerosionadora, la cual recorta el material según el diseño elaborado (recorte de perímetros). Una vez obtenidas las probetas, se posicionaron para empezar a fundir la resina sobre ellas y adoptar su forma.

b) Fabricación del molde maestro

El molde maestro en el cual se realizaron las pruebas de resistencia de las muestras de cada

resina microhíbrida se elaboró con una resina epóxica líquida, resistente al rozamiento y a altas temperaturas. Esta resina polimeriza por medio de un endurecedor (autocurado). (Gráfico 2–Figura 4)

Para la elaboración del molde las tres probetas de aluminio, perfectamente separadas unas de otras, se posicionaron en una loseta nivelada y se fijaron a ella con cianocrilato para que no se movieran, con lo cual, adicionalmente, se evitó que la resina se introdujera en el espacio que quedaba entre la loseta y las probetas metálicas.

Una vez fijadas, con un pincel se aplicaron 2

capas del aislante cuyo fin era evitar la adhesión de la resina epóxica a las probetas de aluminio (Figura 3). Se mezcló la resina epóxica con endurecedor (proporción 100/10 gr) y con este material activado se pinceló una capa delgada sobre cada una de las probetas (Capa de superficie de 2 mm de espesor). Antes de que la resina epóxica activada alcanzara el estado de gelificación se colocaron unos pequeños cilindros metálicos de 4 mm de diámetro perpendiculares a cada probeta de aluminio para que posteriormente sirvieran como expulsores de las probetas preparadas con cada una de las resinas microhíbridas que se deseaban estudiar.

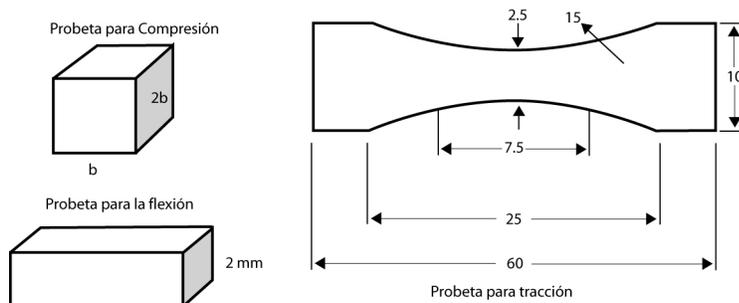


Gráfico 1. Esquema de probetas



Figura 1: Probetas de aluminio



Figura 2: Molde en fibra de vidrio



Figura 3: Aplicando aislante

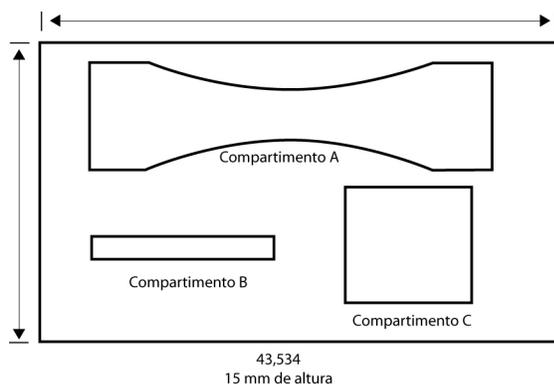


Gráfico 2: Medidas de molde



Figura 4: Resina epóxica líquida

Una vez posicionados los expulsores y polimerizada la primera capa de resina epódica, se mezcló una mayor cantidad de esta resina enriquecida con una carga adicional de cuarzo, para aumentar la resistencia y el volumen de la misma; con el fin de delimitar el molde se colocó una formaleta de fibra de vidrio que también se fijó a la loseta con cianocrilato (Figura 2) y así limitado el futuro molde, se vació la resina para formar una segunda capa llamada capa de enlace (Figura 4) El tiempo de curado para que la resina adquiriera todas sus características a temperatura ambiente duró entre 7 y 14 horas

Pasado este lapso se procedió a separar las probetas de aluminio de sus correspondientes moldes por medio de pequeños golpes en los expulsores.

Se hace énfasis en que en este estudio las probetas de aluminio perfectamente pulidas y brilladas sólo se utilizaron para la confección final del molde que, en consecuencia, presentaba las mismas características de pulimento y brillo. Por ésta condición, una vez desmoldadas las probetas metálicas “macho”, el molde no necesitó pulimento adicional

c) Obtención final de las muestras experimentales.

El molde final obtenido contó con 3 compartimientos: Compartimiento A para las muestras de Tracción, compartimiento B para las muestras de Tensión y compartimiento C para las muestras de Compresión (Gráfico 2.) Este molde se pinceló con un aislante* y luego se procedió a rellenar los espacios vacíos del molde con las resinas microhíbridas que se deseaba evaluar (5 veces para cada resina). Cada resina microhíbrida fue manipulada según las instrucciones de cada fabricante por uno de los investigadores (HG), con incrementos de 2 mm en forma oblicua calibrados con sonda periodontal y polimerizados con una lámpara de fotocurado+,

a una distancia de 2 cm durante 40 segundos. Una vez desmoldada cada muestra, se expuso a la luz visible por cada una de sus caras, y, posteriormente, fueron cuidadosamente pulidas con discos++ para retirar pequeñas imperfecciones que pudieran alterar los resultados del estudio (Figura 5). Para el almacenamiento de las muestras antes de la experimentación, se siguieron las instrucciones indicadas por el fabricante para la conservación de las resinas.

Experimento.

Las muestras se acondicionaron previamente durante un tiempo mínimo de 40 horas en un cuarto estandarizado a una temperatura promedio de 22° C y a una humedad relativa promedio de 42%. Los ensayos se realizaron a una temperatura promedio de 23° C y a una humedad relativa promedio de 44%. El operador encargado de realizar las pruebas, no conocía qué material estaba evaluando (enmascaramiento simple)

A cada muestra se le realizaron pruebas específicas con diferentes tipos de fuerzas para establecer los diferentes grados de resistencia de cada una de las resinas. Para efectuar las pruebas controladas se utilizó una Máquina Universal de Ensayos* que se encuentra conectada a un computador, lo que permite introducir los datos específicos de cada experimento. (Figura 6). La máquina lleva incorporado un receptor de fuerzas que registra la carga progresiva a la que es sometida cada una de las muestras y en el momento en que una muestra en estudio se fractura el computador registra los resultados. Además la máquina esta conectada a una impresora que proporciona el registro gráfico en el momento de fractura. Antes de cada prueba se midieron las probetas con un Pie de Rey+ o calibrador de espesores para corroborar la estandarización previa a la medición de la resistencia a cada una de las variables que se deseaba estudiar.

Determinación de la resistencia a la tracción: El ensayo se realizó con 5 muestras de cada resina microhíbrida obtenidas del compartimiento A del molde, en cumplimiento de la norma NTC595 (13). Para este experimento la máquina tiene dos mordazas con las cuales sujeta cada extremo de la muestra que se somete a una fuerza tensional cuya magnitud se mide automática y paulatinamente mientras se realiza la prueba. La separación inicial entre las mordazas fue de 25.4 mm y la velocidad de aplicación de la fuerza y la tensión sobre cada una de las muestras fue de 5 mm por minuto hasta que la probeta en la resina específica se fracturó. (Figura 7).

Determinación de la resistencia a la flexión: Para este ensayo se utilizaron 5 muestras de cada resina microhíbrida, todas obtenidas del compartimiento B del molde, de acuerdo a la norma ISO 4049(11) y NTC 4655(12) Para esta medición la máquina tiene dos soportes, los cuales se ubicaron a una distancia de 20 mm (área de la aplicación de la fuerza equivalente la 80% de la longitud total de la muestra), y un mandril con el cual se aplicó a las muestras una carga vertical a una velocidad de 0.75 mm por minuto hasta que la probeta de la resina en experimentación se fracturó, momento en el que la máquina registró la carga máxima soportada (Figura 8).

Determinación de la resistencia a la compresión: Para estos experimentos también se utilizaron 5 muestras de cada resina microhíbrida obtenidas del compartimiento C del molde, de acuerdo a las dimensiones establecidas por el SENA para pruebas de compresión de polímeros. Los mandriles de la máquina se ubicaron a una altura inicial de 20 mm (altura de la probeta); el mandril aplicó carga a la muestra a una velocidad de movimiento de 5 mm por minuto, hasta que la probeta de resina microhíbrida se fracturó, momento en el que la máquina registró la máxima compresión que

soportó cada material (Figura 9).

Definición de Variables

Los resultados que genera la máquina al momento de realizar las pruebas de compresión son las siguientes:

1. Pico de resistencia (Stress Peak): Es el mayor valor registrado de resistencia a la compresión.
2. Pico de carga (Load Peak): Indica la máxima fuerza que soporta el material antes de romperse.
3. Deformación en el punto de rotura (Strain Break): Es el punto que indica que tanto se deforma el material antes de romperse.
4. Compresión máxima (Strain Peak): Es el valor máximo de compresión del material.

Los resultados que genera la máquina al momento de realizar las pruebas de flexión son las siguientes:

1. Pico de Esfuerzo (Stress Peak): Este es el valor de resistencia máxima a la flexión.
2. Resistencia en la rotura (Stress Break): Es la resistencia a la flexión justo antes de romperse la muestra
3. Deformación en el punto de rotura (Strain Break): Es el punto que indica que tanto se deforma el material antes de romperse.
4. Deformación máxima en las fibras externas (Strain Peak): Es el grado más alto de deformación que sufre el material antes de romperse.
5. Módulo de Young (Young Modolous): Indica la rigidez del material. A mayor valor, mayor rigidez.

Los resultados que genera la máquina al momento de realizar las pruebas de tensión son las siguientes:

1. Pico de Esfuerzo (Stress Peak): Este es el

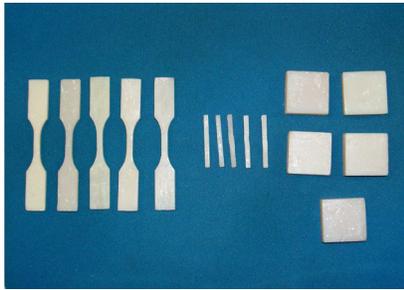


Figura 8: Prueba de flexión



Figura 6: Máquina de ensayos Go-odbrand



Figura 7: Prueba de tracción



Figura 8: Prueba de flexión



Figura 9: Prueba de compresión

- valor de resistencia máxima a la tensión.
2. Deformación en el punto de rotura (Strain Break): Es el punto que indica que tanto se deforma el material antes de romperse.
3. Compresión máxima (Strain Peak): Es el valor máximo de compresión del material.
4. Carga en el punto de rotura (Load Break): Es la carga máxima aplicada al material al momento de romperse.
5. Pico de carga (Load Peak): Indica la máxima fuerza que soporta el material antes de romperse.

Análisis estadístico.

A partir de los datos obtenidos por el receptor de fuerzas de la máquina universal de ensayos se realizó una base de datos en Excel (TM) cuyos componentes se exportaron al programa estadístico GraphPad Prism 4.0. En la evaluación de los resultados se aplicó una estadística no paramétrica para comparar los promedios obtenidos en los experimentos (prueba de Mann-Whitney) Se consideró una significancia

estadística cuando $P \leq 0.05$.

RESULTADOS

Con un total de 30 muestras de resinas microhíbridas (15 por cada una de las dos resinas que se deseaba evaluar) los valores registrados de cada una de las pruebas se muestran en las Tablas 3 y 4.

Prueba de Resistencia a la compresión (Tabla 3).

En la prueba de resistencia a la compresión los resultados fueron más altos para la resina Esthet-X® que para la resina Miris®, con una diferencia estadísticamente significativa. ($P=0.0159$, Gráfico 3) El pico de resistencia compresiva (stress peak) en la resina Esthet-X® alcanzó en promedio los 261.6 Mpa ($DE=15.68$) Para los valores de Pico de carga (Load Peak), Deformación en el punto de rotura (Strain Break) y Compresión máxima (Strain Peak) los valores también fueron superiores para la resina Esthet-X®. ($P=0.0159$).

Tabla 3. Resultados para las prueba de resistencia a la Compresión de 2 resinas microhíbridas

Propiedades de compresión evaluadas	Miris®		Esthet-X®		P
	Promedio	DE	Promedio	DE	
Pico de resistencia compresiva (Stress Peak) (Mpa)	221.6	22.01	261.6	15.68	0.0159*
Pico de carga (Load Peak) (N)	34887	2445	40317	1885	0.0159*
Deformación en el punto de rotura (Strain Break) (%)	14.69	0.614	16.33	0.926	0.0159*
Compresión máxima (Strain Peak) (N)	14.64	0.585	16.33	0.926	0.0159*

Mpa (Megapascuales)

N (Newtons)

% (Porcentaje)

Newtons por milimetro al cuadrado (N/mm²)

*Estadísticamente significativa. Test de Mann-Whitney.

Tabla 4. Resultados para las prueba de resistencia a la Flexión de 2 resinas microhíbridas

Propiedades de flexión evaluadas	Miris®		Esthet-X®		P
	Promedio	DE	Promedio	DE	
Pico de Esfuerzo (Stress Peak) (Mpa)	110.7	20.37	67.78	21.92	0.0286*
Resistencia en la rotura (Stress Break) (N/mm ²)	110.1	20.68	67.51	21.8	0.0286*
Deformación en el punto de rotura (Strain Break) (%)	1.573	0.515	1.614	0.29	0.8457
Deformación máxima en las fibras externas (Strain Peak) (%)	1.573	0.515	1.614	0.29	0.8457
Módulo de Young (Mpa)	8491	1261	5149	1043	0.0286*

Mpa (Megapascuales)

N (Newtons)

% (Porcentaje)

Newtons por milimetro al cuadrado (N/mm²)

*Estadísticamente significativa. Test de Mann-Whitney.

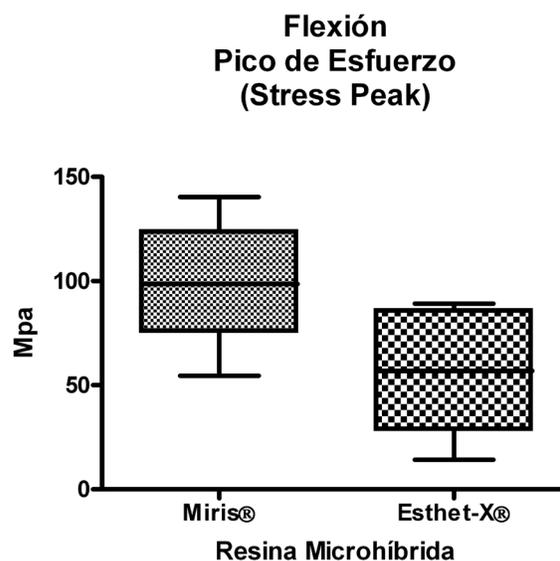
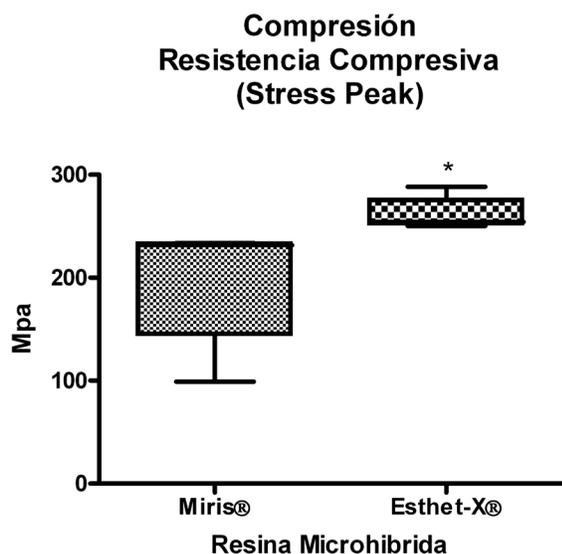
Prueba de resistencia a la flexión (Tabla 4)

En la prueba de resistencia a la flexión los resultados fueron diferentes entre los grupos evaluados. En la medición del Pico de Esfuerzo (Stress Peak) la resina Miris® alcanzó 110.7 Mpa en promedio (DE 20.37) lo cual fue estadísticamente diferente al valor alcanzado por la resina Esthet-X® (67.78 DE 30.57 P=0.0286) Para los valores de Deformación en el punto de rotura (Strain Break) y Deformación máxima en las fibras externas (Strain Peak) no se encontraron diferencias estadísticamente significativas

entre las dos resinas evaluadas. En cuanto a la evaluación del Modulo de Young (módulo elástico) bajo la prueba de flexión, también se encontraron diferencias estadísticamente significantes entre las dos resinas evaluadas (P= 0.0286).

Prueba de resistencia a la tracción

En esta prueba, el diseño de la probeta no resistió los valores mínimos de resistencia a la fuerza de tracción proporcionada por la máquina universal de ensayos, pues las probetas de



las resinas en experimentación se rompieron sin alcanzar valores medibles (Figura 7) Es decir, el diseño de la probeta del compartimento A no resistió los valores mínimos exigidos por la máquina universal de ensayos para poder realizar una medición confiable. Usualmente las muestras se resbalaron entre las mordazas o al momento del montaje del ensayo estas se fracturaron por igual para ambos materiales. Por estas razones no se tuvieron en cuenta los datos obtenidos para su correspondiente análisis.

DISCUSIÓN

La resistencia a las diferentes fuerzas a las que puede ser sometido un material en la cavidad oral es un criterio importante que se debe tener en cuenta para evaluar la calidad del material que se piensa emplear en restauraciones dentales en el sector posterior. También existen otros parámetros importantes como la adhesión, los cambios dimensionales y la estética. (14)

Desde el punto de vista de las características de los biomateriales de obturación dental, estos deben tener valores máximos de resistencia a la flexión, tensión y compresión para su buen funcionamiento en boca. Varios artículos reportan

que el módulo elástico de un material obturador definitivo ideal debe estar por encima del módulo elástico de la dentina (2-20 Gpa) (15) para que llegue a ser lo mas similar posible al módulo elástico del esmalte dental (12-98Gpa) (16) para que pueda soportar el impacto directo de las fuerzas masticatorias. (9, 17,18). Los resultados del presente estudio mostraron que las resinas evaluadas presentaron diferencias significativas en sus módulos elásticos (módulo de Young, $P=0.0286$) que osciló entre los 5149 y los 8491 Mpa. (Tabla 4) Esto indica que el módulo elástico de ambas resinas cumple con el rango ideal de dentina, pero no alcanza el rango deseado del esmalte.

La rigidez a la flexión indica cuanto se puede deformar el material. A mayor rigidez de un material, menor su deformación. Los resultados obtenidos de la deformación promedio (deformación máxima en las fibras externas o Strain Peak, Tabla 4) evaluada para la resina Miris® fue de 1.573 (DE 0.5151) y para la resina Esthet-X® fue de 1.614 (DE 0.2895) sin mostrar diferencias estadísticas ($P=0.8457$) En relación con el valor registrado para la deformación en el punto de rotura (Strain Break, Tabla 4) fue muy interesante encontrar que para las dos resinas en estudio el valor registrado fue exac-

tamente el mismo, debido a que las muestras rompieron en el mismo punto de máxima deformación. La resina Miris® tuvo mayor módulo elástico y, por ende, menor deformación; sin embargo la deformación para ambas resinas no fue estadísticamente diferente.

Teniendo en cuenta que las zonas de choque masticatorio directo soportan fuerzas de hasta 179 Mpa (8) los valores de compresión también deben ser altos, En este estudio se encontraron diferencias estadísticamente significantes en el pico de resistencia compresiva entre las resinas microhíbridas evaluadas (stress peak, $P=0.0159$) que oscilaron entre 221.6 y 261.6 Mpa. Esto indica los valores de resistencia a la compresión que soportarían las superficies masticatorias restauradas en el sector posterior, lo que sustentaría el uso de estas resinas microhíbridas en premolares y molares.

También fue muy interesante el análisis de las características físico-mecánicas flexurales de las resinas microhíbridas evaluadas cuyos valores no fueron consecuentes con el comportamiento compresivo de cada material. El valor promedio para el módulo elástico en las pruebas de flexión de la resina Miris® fue significativamente mayor que el de la resina de marca Esthet-X® (Estos valores fueron 8491 y 5149 respectivamente), pero su resistencia a la compresión fue significativamente menor (en una relación de 221.6 a 261.6). Esto significa que a la luz de estos resultados, la hipótesis de que las resinas más rígidas mostraron tendencia a disminuir su resistencia compresiva no las haría el mejor material para uso como material de obturación en los dientes del sector posterior. Se debe evaluar esta posible tendencia con mayor número de especímenes experimentales en estudios posteriores.

Diferentes estudios sobre resinas híbridas de diferentes marcas promocionadas para que se empleen en el sector posterior reportan va-

riados valores de resistencia a la compresión. Por ejemplo de 407.57 Mpa para (Surefil®-Dentsply), 388.77 Mpa en el caso de (Dispersalloy®-Dentsply), 366.87 Mpa con referencia a (Alert®-Generic), 348.38 Mpa si se trata de (Solitaire®-Hereus) (19), 268.3 Mpa cuando se estudio la (Charisma®-Heraeus), 231.2 Mpa durante la investigación con (Surefil®-Dentsply) y 218.0 Mpa cuando se comprobó la resina (Tetric Ceram®-Vivadent) (20). Lo mismo sucede con los valores de resistencia a la flexión: 170.028 Mpa en el estudio de la (P60®-3M), 126.146 Mpa cuando se investigó la resina (Tetric Ceram®-Vivadent) (17), 125 Mpa en el caso de los valores de la resina (Herculite-Kerr), 116 Mpa cuando los hallazgos se refirieron a (TPH®) 113 Mpa al evaluar (Charisma Hereus), 78 Mpa en el caso de (Heliomolar®-Vivadent) (21), 110.8 Mpa cuando el estudio se hizo con (Tetric Ceram®-Vivadent), 95.3 Mpa al comprobar las características de (Charisma®-Heraeus), y 88.1 Mpa en la comprobación de la resina (Surefil®-Dentsply) (20).

Al analizar estos datos, se observa que en la literatura no se presenta reportado un promedio o una tendencia de resistencia a la compresión/flexión, fenómeno que se podría explicar por las diferencias metodológicas o experimentales de cada uno de estos estudios. En este experimento se generaron datos similares o más bajos que en otros, pero en cierto grado superiores a los valores requeridos para la resistencia a la compresión en el sector posterior, más no para la resistencia a la flexión.

Las resinas microhíbridas evaluadas en el presente estudio vienen en presentación comercial de dentinas, esmaltes y translúcidos. En este estudio se usaron las resinas tipo dentina. Los estudios indican que las propiedades mecánicas de las resinas dependen en alto grado de la concentración y tamaño de las partículas de relleno (17, 22, 23) El porcentaje de relleno inorgánico considerado como el mínimo para que una resi-

na sea indicada para uso en el sector posterior es del 60 %, valor que confiere a la resina un módulo elástico superior al de la dentina (15), lo cual coincide con lo que especifica el fabricante de Esthet-X® quien reporta un volumen de relleno del 60%, pero no coincide con el fabricante de Miris® que reporta un volumen de relleno del 59%, aunque esta diferencia no parecería ser muy significativa. Desde el punto de vista del volumen de relleno, es posible usar “dentina” de cualquiera de las dos marcas de resinas microhíbridas evaluadas. Para confirmar este planteamiento se tendrían que realizar estudios posteriores en los cuales se estudie específicamente el volumen de relleno de estas resinas para verificar el perfil técnico de cada fabricante. Para poder sustentar el uso de resinas esmaltes y translúcidos en el sector posterior, habría que evaluar las características de resistencia a la compresión y a la flexión.

CONCLUSIONES

En este experimento se encontró que el módulo de Flexión (módulo de Young) más alto y el porcentaje de deformación más bajo correspondieron a la resina Miris®; pero los valores de resistencia a la compresión en esta marca de resina fueron menores a los presentados por la resina Esthet-X®, la cual mostró valores más bajos de resistencia a la flexión y valores de resistencia a la compresión más altos. Esto nos permite concluir que la resina Miris® es más rígida que la resina Esthet-X, pero la resina Esthet-X resiste mejor cargas compresivas. Aún así, ambas resinas, en general, mostraron resultados aceptables como para ser usadas en el sector posterior de la dentadura, pero, dentro de las limitaciones de este estudio, debido a que los resultados fueron muy cercanos a los valores mínimos requeridos para el uso de resinas en el sector posterior, también se puede concluir que el uso de resinas microhíbridas se debería limitar a su

utilización para restauraciones conservadoras (Clase I y II) Por supuesto los resultados de este estudio se pudieron ver limitados por la cantidad de las muestras, por lo que se recomiendan estudios posteriores con un mayor número de especímenes de comprobación para confirmar o discutir las indicaciones de estas resinas para su uso como material restaurador definitivo.

REFERENCIAS

1. Saravia RM. Nanotecnología y su aplicación en odontología estética y restauradora - caso clínico. 2002. (accedido en Mayo 2004) y disponible en: URL: <http://www.odontologia-online.com>
2. Guzmán BHJ. Restauraciones estéticas posteriores: Directas Vs Indirectas. Colombia: Operatoria dental y biomateriales; 2.000 . p. 25-28
3. Guzmán BHJ. Biomateriales odontológicos de uso clínico. 2 ed. Santa fe de Bogotá, D.C: ECOE Ediciones; 1999.
4. Bowen RI. (1962) Dental filling material comprising vinyl silane treated fused silica and a binder consisting of the reaction product of bisphenol and glycidil acrilated US Patent 3 066 112.
5. Ciencia de las resinas sintéticas. En: Phillips, R. La ciencia de los materiales dentales de Skinner. 9 Ed. México: Interamerican-Mc Graw-Hill; 1993. p.161-165
6. Torres TJ. Restauraciones estéticas directas e indirectas a nivel posterior. Fundamentos modernos en la practica diaria con sistemas poliméricos. 1 ed: Bogota, D.C: Imprearte; noviembre 2001. p. 120-121, 179-180.
7. Aplicación clínica de resinas compuestas microhíbridas anteriores. Marzo 2002. Disponible en: URL: <http://www.gacetadental.com>.
8. Guzmán BH. Biomateriales odontológicos de uso clínico. 3 ed. Santa fe de Bogotá: .C. ECOE Ediciones; 2003. p,11-12.

9. Craig HR. *Materiales de Odontología restauradora*. 10 Ed. Madrid: Editorial ISBN: 1998.
10. Barrancos MJ. *Operatoria dental*. 3 ed. Santa Fé de Bogotá D.C.: Editorial Medica Panamericana; Enero 1999.
11. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). *Odontología. Materiales para coronas y puentes con base polimérica*. Dentistry. Polimer-based crown an bridge materials ISO 4049.
12. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. NTC “Norma técnica colombiana” 4655: odontología. *Materiales para coronas y puentes con base polimérica*. 1.999.
13. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. NTC “Norma técnica colombiana” 595 (segunda actualización). *plásticos. Método de ensayo para determinar propiedades de tensión en plásticos*.
14. Henostroza G. *Adhesión en Odontología Restauradora*. Traducción de los originales en portugués: Gilberto Henostroza H.- Curitiba: Editora Maio, 2003 Primera Edición. p. 15.
15. Adabo GL, dos Santos Cruz CA, Garcia FR, Vaz LG. The volumetric fraction of inorganic particles and the flexural strength of composites for posterior teeth. *J. Dent.* 2003; 31: 353-359.
16. Kinney JH, Marshall SJ, Marshall GW. The Mechanical Properties of Human Dentin: A Critical Review and Re-evaluation of de Dental Literature. *Crit. Rev. Oral. Biol. Med.*. 2003; 14(1): 13-29.
17. Marghalani HV, Al-jabab AS. Compressive creep and recovery of light cured packable composite resins. *Dent. Mat.* 2004; 20: 600-610.
18. Göme Y, Dörter C, Dabanoglu A, Koray F. Effect of resin - based material combination on the compressive and the flexural strength . *J. Oral. Rehabil.* 2005; 32: 122-127.
19. Kim KH, Ong JL, Okuno O. The effect of filler loading and morphology on the mechanical properties of contemporary composites. *J. Prosthet. Dent.* 2002; 87(6): 642-649.
20. Ikejima I, Nomoto R, McCabe JF. Shear Punch strength and flexural strength of model composites with varying filler volume fraction, particle size and silanation. *Dent. Mat.* 2003; 19, 206-211.
21. Bowen RL. Effect or particle shape and size distribution in a reinforced polymer. *J. Am. Dent. Assoc.* 1964; 69: 481-95.
22. Dietschi D. Conceptos de estratificación para las restauraciones de composites en el sector anterior. *Quintessence.* 2003; 16(4): 209-218.