

Trabajos Originales:

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FLEXURALES Y REOLÓGICAS DE CINCO RESINAS COMPUESTAS FORMULADAS PARA RESTAURACIONES ANTERIORES

Recibido para arbitraje: 06/05/2009

Aceptado para publicación: 17/02/2010

- **R. A. Ramírez**, Odontólogo. Profesor Asistente de la Facultad de Odontología de la Universidad de Los Andes (Mérida - Venezuela). e-mail: robertramirez@ula.ve
- **L. Gómez**, Estudiante del quinto año de Odontología en la Universidad de Los Andes (Mérida - Venezuela). e-mail: napsa47@hotmail.com
- **R.E. Maldonado**, Estudiante del quinto año de Odontología en la Universidad de Los Andes (Mérida - Venezuela). e-mail: unetula2002@hotmail.com
- **N.G. Orellana**, Odontólogo, MsD. Profesor Agregado de la Facultad de Odontología de la Universidad de Los Andes (Mérida - Venezuela). e-mail: noeorellana@yahoo.com

Agradecimiento al CDCHT de la ULA por el financiamiento y soporte prestado para hacer posible esta investigación (Código de proyecto O-221-08-02-B).

Resumen:

El objetivo de esta investigación fue evaluar las propiedades flexurales y reológicas de cinco resinas compuestas formuladas para restauraciones anteriores. Materiales y métodos: Se realizaron 17 muestras de resinas compuestas para cada grupo: G1 Ice® esmalte A2, G2 Ice® dentina OA2 (SDI), G3 Tetric N-Ceram® A2, G4 InTen-S® A3, G5 Tetric - Ceram® A2 (Ivoclar/Vivadent), G6 Filtek Z350® A2 (3M/ESPE); 10 muestras de cada grupo se confeccionaron con dimensiones de 25 mm de largo x 2 mm de alto x 2 mm de ancho para ser sometidas test de flexión de tres puntos, en una máquina de pruebas universales (Shimadzu AGS-J) a una velocidad de 1 mm/min. Para la prueba de escurrimiento se confeccionaron 7 muestras por cada grupo, de 5mm de diámetro x 3 mm de alto sin polimerizar entre 2 láminas de policarbonato con una carga de 20 Newtons x 60 segundos. Los datos fueron analizados con un ANOVA de 1 Vía para cada variable, utilizando el Software estadístico SPSS 15.0 ®. Resultados: La variable resistencia flexural obtuvo una $p= 0,000$; lo que indica diferencia estadística significativa, los grupos se ubicaron: $G6 > G2$, $G3 = G1$, $G5 > G4$. La variable módulo flexural obtuvo un $p= 0,000$ lo que indica diferencia estadística significativa, los grupos se ubicaron: $G6 > G2$, $G3 = G5$, $G1 > G4$. La variable escurrimiento obtuvo un $p= 0,000$ lo que indica diferencia estadística significativa, los grupos se ubicaron: $G2 > G3$, $G4 > G6$, $G5$, $G1$. Conclusiones: En las condiciones en que se realizó esta investigación las propiedades flexurales de las resinas compuestas de nanorrelleno G6 fueron superiores a las híbridas G5, G4; las microhíbridas G2, G1 y la nanohíbrida G3. La capacidad de escurrimiento no parece estar influenciada por el porcentaje de relleno proporcionado por el fabricante, la clase y la marca comercial, ya que casi todos los grupos presentaron un escurrimiento homogéneo; sin embargo el G2 parece tener una viscosidad reducida lo cual se relaciona con una difícil manipulación.

Palabras claves: Resinas compuestas, resistencia flexural, módulo flexural, propiedades reológicas.

Summary:

Evaluation of flexural and rheological properties of five resin composites formulated for anterior restorations.

The aim of this study was to evaluate flexural and rheological properties of five resin composites

formulated for anterior restorations. Materials and methods: 17 samples of resin composite were made for each group: G1 Ice® enamel A2, G2 Ice® dentine OA2 (SDI), G3 Tetric N- Ceram® A2, G4 InTen-S® A3, G5 Tetric - Ceram® A2 (Ivoclar/Vivadent), G6 Filtek Z350® A2 (3M/ESPE); 10 samples of each group were made with a 25 x 2 x2 mm dimension and submitted at the three-point flexural test, in a universal testing machine (Shimadzu AGS-J) at a speed of 1 mm/min. For the flow test a load of 20 Newtons during 60 seconds, were applied at 7 samples of each group made of 5mm of diameter and 3 mm of thickness without photocuring between the two polycarbonate laminate. The data were analyzed with a one way ANOVA for each variable, using statistical Software SPSS 15.0 ®. Results: The flexural strength variable obtained a $p= 0,000$ value indicating a strong and significant statistical difference, the ranks groups were: $G6 > G2, G3 = G1, G5 > G4$. The elastic module variable obtained a $p= 0.000$ value; indicating significant statistical difference, the ranks groups were: $G6 > G2, G3 = G5, G1 > G4$. The slumping resistance variable obtained a $p= 0.000$ value indicating significant statistical difference, the ranks groups were: $G2 > G3, G4 > G6, G5, G1$. Conclusions: In the conditions in which this research was made the flexural properties of nanofilled composite resin G6 were superior to the G5, G4 hybrids; the G2, G1 micro-hybrids and the nano-hybrid G3. The flow capacity seems not to be influenced by the percentage of filling referred by the manufacturer, the class and the trade name since almost all the groups presented a homogenous flow; nevertheless the G2 seems to have a reduced viscosity which is related to a difficult manipulation.

Key words: Resin composites, flexural strength, elastic modulus, rheological properties.

Introducción:

Cuando se realizan restauraciones en el sector anterior, el nivel de complejidad es un poco mayor, ya que se deben relacionar aspectos como el procedimiento clínico, manipulación y la selección del material a utilizar, todos estos aspectos juegan un rol importante en una zona que tiene un alto requerimiento estético y un relativo requerimiento mecánico, este dependiente del remanente dentario y de los requerimientos oclusales. Desde a década del 70' los fabricantes han desarrollado formulaciones con la finalidad de producir una resina compuesta con un alto número de cualidades, entre las cuales podemos mencionar: estabilidad físico/química, facilidad para manipulación, facilidad para realizar las maniobras de acabado y pulido. Esas evoluciones han permitido a los profesionales crear restauraciones naturales, con adecuada resistencia y longevidad aceptable. El componente más modificado en la química de las resinas compuestas ha sido las partículas de relleno que han sufrido cambios en su composición, tamaño, forma y distribución; esas variaciones han logrado un equilibrio que antes parecía imposible de lograr entre las diversas virtudes; translucidez, alto pulido, resistencia mecánica, rigidez, resistencia al desgaste y facilidad de manipulación.

Las personas que tienen ausencia de dientes ó la presencia de lesiones en la parte anterior de la cavidad bucal, presentan problemas asociados a la autoestima. Tales lesiones tienen alta incidencia en niños y adolescentes (1), pues ellos y sobre todo los del sexo masculino sufren traumatismos que están íntimamente relacionados con la participación brusca en deportes ó juegos, así como accidentes de tránsito. Por tanto este joven va estar afectado desde temprana edad a mostrarse con limitaciones estéticas al mundo y por ende puede impedir su desarrollo pleno desde el punto de vista social.

Existe una gran variedad de alteraciones que pueden padecer los dientes anteriores, entre las cuales tenemos; las de tamaño, de forma, de color, de posición, y las lesiones de origen bacteriano y traumático que conllevan a pérdida de estructura calcificada (2). Para solucionar estas situaciones se requiere de un material restaurador estético el cual simule la apariencia natural del diente, el color, translucidez y textura con el beneficio agregado de la conservación de estructura. Así mismo, debe ser biocompatible, resistente, tener buena adaptación y sellado marginal a fin de lograr no sólo resolver el problema estético sino también el funcional. Desde el punto de vista clínico la baja pegajosidad, consistencia de pasta y el bajo escurrimiento en el trabajo son propiedades físicas que disminuyen la posibilidad de errores y las deficiencias que pudieran afectar la longevidad de la restauración (3).

En la actualidad existen diferentes resinas compuestas que se utilizan para realizar restauraciones en el sector anterior y el odontólogo debe tener criterio para la selección del material a utilizar al realizar estas restauraciones; como es de esperar algunos materiales poseen algunas propiedades favorables, pero otras no son tan acertadas. Es decir, puede que un material ofrezca rigidez, fácil pulido, baja pegajosidad, que no escurra durante la colocación, pero que a su vez no ofrezca condiciones estéticas aceptables, inestabilidad en el color, poco brillo, lisura, baja armonía óptica ó alguna tendencia a degradarse ante el ataque físico/químico del medio bucal lo que conllevaría a una pérdida temprana de la restauración (4,5).

En vista de lo expuesto anteriormente, el odontólogo requiere tener a la mano información adecuada sobre las propiedades de las resinas compuestas y su comportamiento en el medio bucal. Existe en el mercado gran cantidad de fabricantes y de productos con diversas características que son adquiridos para ser utilizados en el sector anterior. Si bien, la gran mayoría cumple su función de reemplazo, las exigencias del material para restauraciones anteriores de tamaño medio a grande son más complejas ya que este tipo de restauración requiere de una combinación de propiedades entre las que se citan: rigidez, balance entre translucidez/opacidad, alto pulido, fácil manipulación y estabilidad del color (2,3), que son necesarias para producir una restauraciones clínicamente aceptables y duraderas en el tiempo.

A la par de lo anteriormente expuesto, es bien conocido que es necesario realizar adecuadamente los procedimientos clínicos, para lograr una restauración exitosa. Es por ello que esta investigación se propone evaluar las propiedades flexurales y reológicas de cinco resinas compuestas formuladas para el sector anterior con el fin de ofrecer una guía con base científica en estos dos aspectos, que contribuya a la correcta selección del material restaurador.

Materiales y Métodos:

Se utilizaron seis resinas compuesta de tres fabricantes y se dividieron en seis grupos de la siguiente manera, Grupo 1 Ice® esmalte A2 (SDI); Grupo 2 Ice® dentina OA2 (SDI); Grupo 3 Tetric N- Ceram® A2 (Ivoclar/Vivadent); Grupo 4 InTen-S® A3 (Ivoclar/Vivadent); Grupo 5 Tetric - Ceram® A2 (Ivoclar/Vivadent); Grupo 6 Filtek Z350® A2 (3M/ESPE) Ver tabla N°1. De cada grupo se fabricaron 10 muestras de resina compuesta para ser sometidas a la prueba de flexión y 7 muestras a la prueba del escurrimiento horizontal.

Tabla N° 1
Materiales evaluados

Grupo y Nombre	Clasificación según fabricante	Fabricante	% de relleno	Lote
Grupo 1: Ice A2	<i>Microhibrida</i> 0,6µm av	SDI	75% w/v 61% v/v	080471T
Grupo 2: Ice OA2	<i>Microhibrida</i> 0,6µm av	SDI	75% w/v 61% v/v	0609131N
Grupo 3: Tetric N-Ceram A2	<i>Nanohibrida</i> 0,6 µm av + 0,04 - 0,075µm	Ivoclar /Vivadent	63,5 v/v	L29843
Grupo 4: InTen-S A3	<i>Hibrida</i> 0,2 – 7 µm	Ivoclar/Vivadent	74 w/v 51% v/v	F636865
Grupo 5: Tetric-Ceram A2	<i>Hibrida</i> 0,04 – 3 µm 0,7µm av	Ivoclar/Vivadent	81 % w/v 63% v/v	H03168
Grupo 6: Filtek Z-350 A2	<i>Nanorelleno</i> 0,025 – 0,075 + aglomerados 0,6 – 1,4 µm	3M/ESPE	78,5% w/v 57,7% v/v	20080317

Elaboración de las muestras a ser sometidas a pruebas mecánicas:

Para llevar a cabo la elaboración de las muestras se siguió la norma ISO 4049 para resistencia flexural y la especificación 27 de ANSI/ADA para determinar el módulo flexural; para ello se confeccionaron las muestras en un molde de aluminio estandarizado en 25 mm de largo x 2mm de alto x 2 mm de ancho, estas muestras se verificaron con calibrador digital (Mitutoyo serie 500) a 0,01 mm de exactitud. La colocación de la resina compuesta dentro del conformador de aluminio se realizó en incrementos de \pm 2mm, los cuales se fotopolimerizaron x 40 segundos con una unidad de luz halógena Astralis 3 (Ivoclar/Vivadent) a una intensidad comprobada de 550 mW/cm², después de salir del molde cada muestra fue acabada, en secuencia de papel de lija húmedo de diversos granos (400, 600 y 1200. 3M) para luego ser almacenadas en agua destilada por una semana. Posteriormente las muestras de cada grupo fueron colocadas en una máquina de pruebas universales (Shimadzu AGS-J), para la aplicación de la prueba de flexión de tres puntos a una velocidad de 1 mm/minuto hasta que ocurrió la fractura. Finalmente, la información numérica fue registrada en hoja de cálculo Excel (Office 2007 Microsoft), dicha hoja fue diseñada para correr las ecuaciones matemáticas (Ver Ecuaciones 1, 2) y se determinó la resistencia flexural y el módulo flexural, posteriormente, los datos fueron analizados con un ANOVA de una vía para cada objetivo, que provee el software estadístico SPSS 15 en español.

Ecuación 1:

Resistencia flexural:

$$\alpha = 3FL / 2BH^2$$

Donde:

F: fuerza máxima en Newtons

L: distancia entre soportes en mm

B: ancho en mm

H: altura en mm

D: deflexión en mm

Ecuación 2:

Módulo flexural:

E= FL3 / 4BH3D

Donde:

F: fuerza máxima en Newtons

L: distancia entre soportes en mm

B: ancho en mm

H: altura en mm

D: deflexión en mm

Elaboración de las muestras a ser sometidas a pruebas reológicas:

Para la prueba de escurrimiento se confeccionaron 7 muestras de resina compuesta de cada grupo, donde la confección se utilizó un molde de teflón de 5mm de diámetro x 3 mm de alto, esas porciones de resina compuesta sin polimerizar se colocaron entre 2 láminas de policarbonato las cuales fueron sometida a una carga de 20 Newtons x un tiempo de 60 segundos con una máquina de pruebas universales (Shimadzu AGS-J). Luego de retiradas las muestras de la máquina se realizaron dos mediciones del desplazamiento horizontal circunferencial en mm, con un calibrador digital (Mitutoyo serie 500), esos dos valores se sumaron y luego se dividieron entre 2 para obtener el valor del diámetro final (DF); posteriormente con el con el diámetro inicial (DI) conocido (=5 mm) en la hoja de calculo Excel (Office 2007 Microsoft) se programó para realizar una operación matemática de resta DF - DI. Las diferencias fueron analizadas con un ANOVA de una vía, que provee el software estadístico SPSS 15 en español.

Resultados:

Resistencia flexural:

- Con respecto a la resistencia flexural el análisis ANOVA evidencio diferencias estadísticas significativas entre los grupos estudiados ($p < 0,05$). (Ver tabla N° 2)

Tabla N° 2
Prueba ANOVA de una vía para resistencia flexural donde se observa Sig = 0,000.

RESISTENCIA FLEXURAL					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	32591,278	5	6518,256	10,959	,000
Intra-grupos	31524,420	53	594,800		
Total	64115,697	58			

-
- Se realizó un análisis descriptivo de medias y desviación típica (Ver Tabla N° 3) donde se pudo observar que el comportamiento más homogéneo en resistencia flexural lo presentó el Grupo 4 (InTen-S) su desviación típica fue de 13,85 MPa y el menos homogéneo fue el Grupo 3 (Tetric N-Ceram) con una desviación típica de 32,50 MPa.

Tabla N° 3
Tabla de análisis descriptivos para la resistencia flexural.

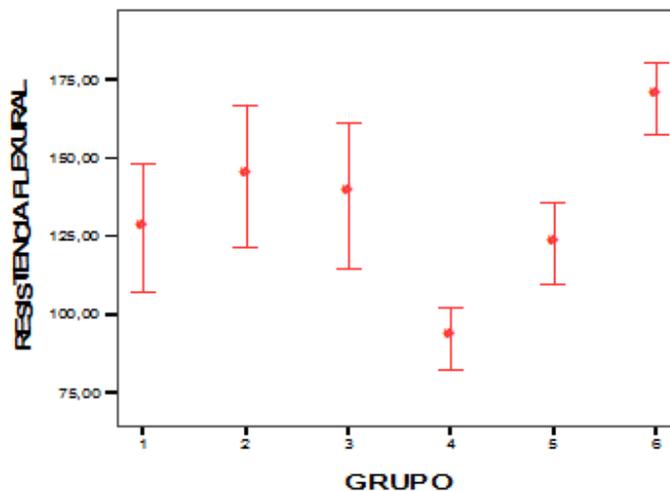
Descriptivos

RESISTENCIA FLEXURAL

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
ICE A2	9	127,5000	26,74275	8,91425	106,9437	148,0563	82,50	164,63
ICE OA2	10	143,9625	31,88735	10,08367	121,1517	166,7733	95,63	181,31
TETRIC N- CERAN	10	138,2250	32,50623	10,27937	114,9714	161,4786	72,38	176,44
INTENS - S	10	92,2688	13,85005	4,37977	82,3610	102,1765	68,06	108,94
TETRIC- CERAM	10	122,4188	18,53026	5,85978	109,1630	135,6745	74,06	138,38
FILTEK Z350	10	169,2750	16,07327	5,08281	157,7769	180,7731	140,25	193,31
Total	59	132,3559	33,24820	4,32855	123,6914	141,0205	68,06	193,31

- A partir de la Tabla N°3 de análisis descriptivos para la resistencia flexural, se hizo un gráfico (ver gráfico N°1) de medias con los límites superiores e inferiores de los grupos estudiados donde se puede observar que el Grupo 6 (Filtek Z350) obtuvo los valores de la media y desviación en resistencia flexural más altos pero estadísticamente similares a los grupos G2 (Ice dentina OA2) y G3 (Tetric N-Ceram); a su vez los valores de las medias y desviaciones de estos grupos (G2,G3) son ligeramente superiores pero no estadísticamente significativos con los grupos G1 (Ice esmalte A2) y G5 (Tetric-Ceram). Por otro lado el G4 (InTen-S) se comportó diferente al resto de los grupos y de manera estadísticamente significativa. En resumen G6? G2, G3= G1, G5> G4.

Gráfico N° 1
De medias con los límites superiores e inferiores
donde se relacionan los valores de resistencia
flexural de cada grupo de estudio.



Módulo Flexural:

- Con respecto la módulo flexural el análisis ANOVA evidencio diferencias estadísticas significativas entre los grupos estudiados ($p < 0,05$). (Ver tabla N° 4)

Tabla N° 4
Prueba ANOVA de una vía para módulo flexural
 donde se observa Sig = 0,000.

MÓDULO FLEXURAL					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	75,581	5	15,116	9,515	,000
Intra-grupos	84,197	53	1,589		
Total	159,778	58			

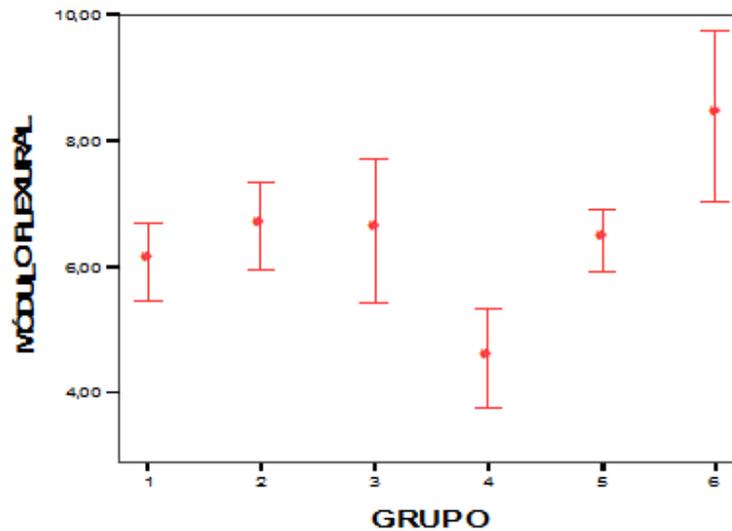
- Se realizó un análisis descriptivo de medias y desviación típica (Ver Tabla N°5) donde se pudo observar que el comportamiento más homogéneo del módulo flexural lo presentó el Grupo 5 (Tetric- Ceram) con una desviación típica de 0,68 GPa en contraste con el Grupo 6 (Filtek Z350) que fue el menos homogéneo con una desviación típica de 1,91 GPa.

Tabla N° 5
Tabla de análisis descriptivos para módulo flexural.

MÓDULO FLEXURAL								
	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
ICE A2	9	6,0760	,80613	,26871	5,4564	6,6957	5,15	7,86
ICE OA2	10	6,6366	,96620	,30554	5,9454	7,3277	5,52	8,96
TETRIC N- CERAM	10	6,5608	1,58173	,50019	5,4293	7,6923	3,39	8,71
INTENS - S	10	4,5311	1,10471	,34934	3,7408	5,3213	2,50	6,26
TETRIC- CERAM	10	6,4132	,68333	,21609	5,9243	6,9020	4,96	7,39
FILTEK Z350	10	8,3741	1,91176	,60455	7,0066	9,7417	6,27	13,01
Total	59	6,4380	1,65976	,21608	6,0055	6,8705	2,50	13,01

- A partir de la Tabla N°5 de análisis descriptivos para el módulo flexural, se hizo un gráfico (Ver grafico N°2) de medias con los limites superiores e inferiores de los grupos estudiados donde se puede observar que el Grupo 6 (Filtek Z350) obtuvo los valores de la media y desviación del módulo flexural más altos pero estadísticamente similares a los grupos G2 (Ice dentina OA2) y G3 (Tetric N-Ceram); a su vez los valores de las medias y desviaciones de estos grupos (G2,G3) son ligeramente superiores pero no estadísticamente significativas con los grupos G5 (Tetric-Ceram) y G1 (Ice esmalte A2). Por otro lado el G4 (InTen-S) se comportó diferente al resto de los grupos de manera estadísticamente significativa. En resumen $G6? G2, G3 = G5, G1 > G4$.

Gráfico N° 2
De medias con los límites superiores e inferiores donde se relacionan los valores de módulo flexural de cada grupo de estudio.



Escurecimiento:

- En relación al escurecimiento el análisis ANOVA evidencio diferencias estadísticas significativas entre los grupos estudiados ($p < 0,05$). (Ver tabla N°6)

Tabla N° 6
Prueba ANOVA de una vía para el escurecimiento donde se observa Sig = 0,000.

escurecimiento					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	66,227	5	13,245	20,826	,000
Intra-grupos	22,896	36	,636		
Total	89,124	41			

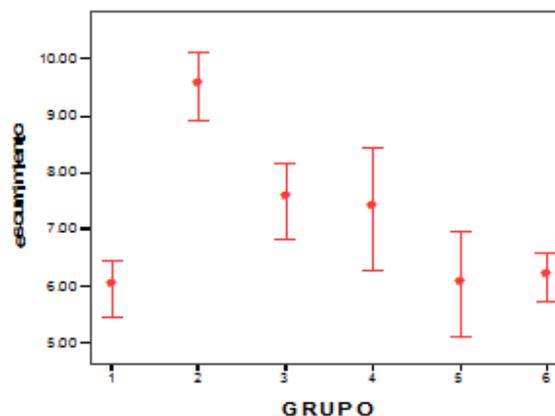
- Se realizó un análisis descriptivo de medias y desviación típica (Ver Tabla N°7) donde se pudo observar que el comportamiento más homogéneo lo presentó el Grupo 6 (Filtek Z350) con una desviación típica de 0,47 mm y el menos homogéneo fue el Grupo 4 (Inten -S) con una desviación típica de 1,17mm.

Tabla N° 7
Tabla de análisis descriptivos para el escurrimiento.

escurrimiento	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
					ICE A2	7		
ICE OA2	7	9,5129	,64306	,24305	8,9181	10,1076	8,52	10,51
TETRIC N- CERAN	7	7,5050	,71365	,26973	6,8450	8,1650	7,00	8,53
INTENS - S	7	7,3629	1,17750	,44505	6,2738	8,4519	6,00	9,01
TETRIC- CERAM	7	6,0107	1,00011	,37800	5,0858	6,9357	5,00	8,02
FILTEK Z350	7	6,1493	,47606	,17994	5,7090	6,5896	5,51	7,00
Total	42	7,0821	1,47436	,22750	6,6227	7,5416	5,00	10,51

-
- A partir de la Tabla N°7 de análisis descriptivos para el escurrimiento, se hizo un gráfico (Ver grafico N°3) de medias con los límites superiores e inferiores de los grupos estudiados donde se puede observar que el Grupo 2 (Ice dentina OA2) fue el que mostró el mayor desplazamiento en mm, siendo estadísticamente diferente a los demás grupos. Posteriormente, se ubicaron los grupos G3 (Tetric N-Ceram) y G4 (InTen-S) con valores superiores de escurrimiento horizontal a los demás grupos. En resumen $G2 > G3, G4 > G6, G5, G1$.

Gráfico N° 3
De medias con los límites superiores e inferiores donde se relacionan los valores del escurrimiento de cada grupo de estudio.



Discusión:

En esta investigación se estudiaron cinco tipos de resinas compuestas, en las cuales se evaluó las propiedades mecánicas y reológicas de seis grupos. Para calcular el comportamiento mecánico flexural se usó la prueba de viga de tres puntos; que es la prueba estandarizada para estudiar la distribución de tensiones en resinas compuestas. Las fuerzas en esta prueba normalmente se dirigen en una dirección, no obstante, se generan tres diferentes tipos de tensiones (cohorte, traccionales y compresivas) dentro de la muestra que trata de simular lo que ocurre in Vivo (6-8).

Los resultados de esta investigación muestran que hay diferencias en la resistencia flexural y el módulo flexural de los grupos de resinas compuestas estudiadas. Estos resultados son similares a los obtenidos por Rodrigues y col (9) y Beun y col (10) en 2007, en ambas investigaciones ellos estudiaron las propiedades mecánicas de resinas de nanorelleno, híbridas y microrelleno. Ellos observaron que los valores de resistencia flexural y módulo flexural de las resinas compuestas de nanorelleno son similares a los valores de las resinas compuestas híbridas convencionales.

Por otra parte, esta investigación muestra diferencias con el estudio realizado por Moreira da Silva y col (11) en 2007 en donde se evaluó el módulo flexural y la resistencia flexural de dos grupos de resinas compuestas: microhíbrida (P60) y nanorelleno (Filtek supreme) allí la resina compuesta de nanorelleno presentó propiedades inferiores a la microhíbrida (P60). Este resultado probablemente se deba a que la resina microhíbrida (P60) está diseñada para ser utilizada en el sector posterior; entonces su tamaño, distribución de partículas y matriz pudieron influenciar en los resultados de esta prueba.

En este estudio se observó que la resina de nanorelleno (Filtek Z350) presentó las propiedades más sobresalientes en cuanto a resistencia flexural y módulo flexural; sin embargo este comportamiento es comparable con Ice dentina OA2 y Tetric N- Ceram. Estos resultados sugieren que estas resinas pueden usarse en zonas de alto estrés oclusal del sector anterior; como por ejemplo dientes con fracturas de bordes y ángulos incisales. Los grupos Ice esmalte A2 y Tetric-Ceram presentaron propiedades intermedias mientras que el grupo InTens- S presentó las propiedades más bajas, aun estando clasificada como híbrida; lo que quiere decir, que estaría contraindicada en restauraciones amplias con poco remanente dentario.

Igualmente, en esta investigación se observó que en las propiedades mecánicas hay diferencias entre resinas de la misma clase y de la misma marca comercial, como ocurrió con la resina compuesta InTen-S y la resina Tetric -Ceram (híbridas según su clasificación), esto pudo haber ocurrido por que el porcentaje de relleno en volumen es inferior en InTen- S 51% vs. 63% de Tetric -Ceram lo que teóricamente disminuiría las propiedades mecánicas; conjuntamente InTen- S es una resina compuesta concebida para optimizar el tiempo de curado, por lo que el fabricante agrega un alto porcentaje de partículas pre polimerizadas las cuales permiten obtener algunas ventajas en cuanto a la cantidad de matriz a polimerizar vía foto activación, aumentan el porcentaje de relleno nano-métrico con sus respectivas mejoras ópticas, de acabado y pulido, incrementan la viscosidad con sus mejoras asociadas. Todas esas ventajas pudieran verse comprometidas por la posibilidad de una fuerza de unión baja entre la matriz polimérica y las partículas pre polimerizadas lo que llevaría a propiedades mecánicas inferiores.

Para evaluar el comportamiento reológico de los grupos de estudio se utilizó el método de Peutzfeldt y Asmussen (12) mediante el cual se determinó el desplazamiento en milímetros de cada grupo, luego de haber sido sometido a fuerzas controladas. La finalidad de esta prueba es comparar el desplazamiento al escurrido de cada grupo de resina y poder asociar con cual de ellas es fácil de manipular y moldear al momento de realizar restauraciones en el sector anterior.

Los resultados obtenidos en este estudio coinciden con los obtenidos por Lee I.B. y col.(13) ellos observaron una débil relación entre el porcentaje del relleno en volumen y la viscosidad de las resinas compuestas. En este estudio la viscosidad de las resinas híbridas (Tetric-Ceram, InTen-S) fue similar a la nanohíbrida (Tetric N-Ceram), al nanorelleno (Filtek Z350) y a la microhíbrida de esmalte (Ice A2) pudiendo tener características de manipulación parecidas. De la misma manera, se observó que la microhíbrida para dentina (Ice OA2) presentó una baja viscosidad, lo que se pudiera estar relacionado con una difícil manipulación.

En un estudio *In Vitro* realizado por Lee J.H. y col. en 2006 (14), consideraron que al aumentar la cantidad del relleno, debería aumentar la viscosidad de la pasta, aunque eso ocurrió no se pudo aplicar a todos los tipos de resinas compuestas ya que existen otros factores que determinan la viscosidad como lo son: tamaño y forma de la partícula de relleno, composición química de la matriz y sus interacciones moleculares.

En este estudio el porcentaje de relleno no afectó la viscosidad puesto que todos los grupos, exceptuando el conformado por Ice OA2, con diversas proporciones de relleno, mostraron una viscosidad parecida; entonces existe la posibilidad de tener características de manipulación similares, aunque es importante señalar que deben realizarse estudios donde se evalúe la pegajosidad y la posibilidad de esculpido de estas formulaciones. Podemos decir que el grupo Ice OA2 dentina mostró el mayor desplazamiento; es decir, es menos viscosa lo que significa que puede ser difícil de moldear, mientras que los grupos que tuvieron menor desplazamiento pueden presentar mejores características de manipulación. Es necesario que el material presente una buena consistencia y sea fácil de moldear reduciendo de esta manera la posibilidad de errores, como pequeñas burbujas o brechas que pueden llevar a la filtración marginal, causando el fracaso temprano de las restauraciones.

Por otro lado, se observó que los grupos Ice A2 esmalte y Ice OA2 dentina presentaron diferencias en la viscosidad, aún teniendo el mismo porcentaje de relleno, mismo fabricante y siendo de la misma clase (microhíbrida).

Conclusiones:

- En las condiciones en que se realizó esta investigación las propiedades flexurales de la resina compuesta de nanorrelleno (Filtek Z350®) fue superior a las híbridas (Tetric-Ceram®, InTen-S®), microhíbridas (Ice® dentina), (Ice® esmalte) y la nanohíbridas (Tetric N-Ceram®).
- Las propiedades flexurales no están completamente relacionadas con el porcentaje de relleno ya que resinas de la clase híbrida (Tetric-Ceram®, InTen-S®) con similar relleno y misma marca comercial presentaron comportamientos flexurales diferentes.
- La capacidad de escurrimiento no parece estar influenciada por el porcentaje de relleno, la clase y la marca comercial, ya que casi todos los grupos presentaron un escurrimiento homogéneo; sin embargo el Ice® dentina, parece tener una viscosidad reducida lo cual puede relacionarse con una difícil manipulación.

Referencias Bibliográficas:

1. Baratieri L.N.: Estética. Segunda edición, Brasil, Editorial AMOLCA. (2004).
2. Barrancos J., Barrancos P.: Operatoria Dental. Tercera edición, Editorial Médica Panamericana S.A. (1999).
3. Macchi R.: Materiales Dentales. Tercera edición, Editorial Médica Panamericana S.A. (2000).
4. Ferracane J.L.: Materials in Dentistry. Principles and Applications. Philadelphia, Lippincott. (1995).
5. Hayashi M., Wilson NHF.: Failure risk of posterior composite with post-operative sensitivity. Oper Dent. (2003); 28:681-688.
6. Kawano F., Ohguri T., Ichikawa T., Matsumoto N.: Influence of thermal cycles in water on flexural strength of laboratory-processed composite resin. Journal of Oral Rehabilitation. (2001); 28: 703-707.
7. Ortiz Berrocal L.: Resistencia de Materiales. Barcelona - España, Editorial McGraw Hill. (1991).

8. Ellakwa A., Shortall A., Shehata M., Marquis P.: Influence of veneering composite composition on the efficacy of Fiber-Reinforced restorations (FRR). *Oper Dent.* (2001); 26(5):467-475.
9. Rodrigues J., Zanchi CH., Carvalho R.V., Demarco F.F.: Flexural strength and modulus of elasticity of different types of resin-based composites. *Braz Oral Res.* (2007); Jan-Mar; 21(1):16-21.
10. Beun S., Glorieux T., Devaux J., Vreven J., Leloup G.: Characterization of nanofilled compared to universal and microfilled composites. *Dent Mater.* (2007); Jan; 23(1):51-9.
11. Moreira da Silva E., dos Santos G.O., Guimarães J.G., Barcellos Ade A., Sampaio E.M.: The influence of C-factor, flexural modulus and viscous flow on gap formation in resin composite restorations. Rio De Janeiro, Brazil. *Oper Dent.* (2007); Jul-Aug; 32(4):356-62.
12. Peutzfeldt A., Asmussen E.: Determinants of in vitro Gap formation of resin composite. Department of dental materials, school of dentistry, university of Copenhagen. *Journal of Dentistry.* (2004); 32(2) 109-115.
13. Lee I.B., Son H.H., Um C.M.: Rheologic properties of flowable, conventional hybrid, and condensable composite resins. *Dent Mater.* (2003); Jun; 19(4):298-307.
14. Lee J.H., Um C.M., Lee I.B.: Rheological properties of resin composites according to variations in monomer and filler composition. *Dent Mater.* (2006); Jun; 22(6):515-26.