

(Diapositiva 1 Título de la presentación y Autores)

Correlación entre la química del relleno y las propiedades flexurales de composites directos.

RA Ramírez, AE Kaplan.

PD: en color rojo no se lee, es a manera de orientación.

Introducción: (Diapositiva 2 Introducción)

Las resinas reforzadas son actualmente materiales de elección en el momento de realizar restauraciones de inserción plástica, por motivos tan variados como las características ópticas, longevidad aceptable, posibilidad de conservación de tejidos, adhesión relativamente consistente a estructura dentaria (*Tyas MJ 1990*), y preferencia estética por parte de los pacientes (*Leinfelder KF 1993*).

Desde el momento de la introducción de las resinas compuestas a finales de los 60, han evolucionado hasta convertirse en el nivel de atención en salud (*Ferracane 2011, Da Rosa y Colb.2011*). Su evolución se basó en la reducción y optimización del tamaño de las partículas de relleno; mejorando así la capacidad de pulido, la resistencia al desgaste y las propiedades mecánicas. Modificación de la química de la matriz polimérica, reduciendo la contracción, el estrés por contracción, aumentando las propiedades mecánicas, ópticas y posibilitando la auto adhesión (*Ferracane 1995 y 2011*), además se lograron avances significativos relacionados al agente de enlace (*Lin CT y colb. 2000*).

Las propiedades mecánicas son un factor importante al momento de realizar cualquier tipo de restauración ya que existe una correlación entre dichas propiedades y el desempeño clínico (*Tyas MJ 1990*). Las propiedades dependen principalmente de la micro estructura y la composición de los materiales entonces la cantidad, el tamaño, la morfología, la química y la distribución de partículas de relleno son críticos. (*Rodrigues J y colb. 2007*). En general los composites con mayor carga de relleno son más resistentes, más rígidos y más tenaces; exceptuando a los que poseen partículas pre-polimerizadas (*Kim KH y colb. 2002*).

La química de las partículas de relleno en general se basa en silicatos (*sílice*) radiopacos basados en óxidos de bario, estroncio, zinc, aluminio y circonio. (*Van Dijken 1989, Hosada y colb. 1990, Khan 1992*).

Recientemente en un estudio realizado por *Scougall-Vilchis en 2009* y observaron que **la composición química del relleno** tenía efecto significativo en la dureza de los composites.

(Diapositiva 3 Objetivo)

No existe un estudio concluyente que pruebe la superioridad de un relleno con determinada química en cuanto a las propiedades mecánicas y más concretamente las flexurales; es por eso que en esta investigación nos planteamos estimar el grado de correlación y el valor predictivo de la química del relleno cerámico con las propiedades flexurales de 18 composites para uso directo.

Materiales y métodos: (Diapositiva 4 Tabla de Materiales)

Se usaron 18 composites para uso directo, representativos de cada fabricante.

Se elaboraron 5 muestras por grupo según norma ISO 4049-2000 para la resistencia flexural y la especificación 27 de ANSI/ADA para el cálculo del módulo flexural.

(Diapositiva 5 Esquema del Procedimiento y ecuaciones)

Las muestras se confeccionaron en un molde de aluminio estandarizado en 25x2x2 mm. Se colocaron partes de composite dentro del conformador en incrementos de ± 2 mm, los cuales se fotopolimerizaron x 40 segundos con una unidad de luz halógena (LITEX™ 680ª/Dentamerica®) a una intensidad de 400 mW/cm², después las muestras fueron devastadas con papel de lija húmedo de grano 400. Se almacenaron en agua destilada a 37°C x 24h. Luego fueron sometidas al test de flexión de tres puntos en máquina de pruebas universales (INSTRON 1011/USA) a una velocidad de 1 mm/min hasta el momento de fractura. El dato fue almacenado en Newton y los valores de resistencia fueron calculados con ecuaciones matemáticas.

(Diapositiva 6 Esquema del Procedimiento)

Para determinar la química del relleno cerámico se realizó la calcinación de una porción de cada resina compuesta, en Horno cerámico (Ad Hoc) a una temperatura 600°C por 40 minutos. Posteriormente el polvo desecado y orificado fue analizado con Espectroscopia de Energía Dispersa (EDS) del microscopio electrónico de barrido ZEISS Supra 40 del Centro de Microcopias Avanzadas de la Facultad de Ciencias Exactas de la UBA.

(Diapositiva 7 Elementos, en torta y tabla)

Los elementos encontrados en el análisis fueron Carbono, Oxígeno, Flúor, Sodio, Aluminio, Silicio, Potasio, Estroncio, Circonio, Cobalto, Bario, Wolframio é iterbio. Estos se usaron como niveles de la variable predictiva “química del relleno cerámico”.

Para el análisis estadístico la variable predictiva en cada uno de sus niveles se llevó a escala nominal “dicótoma” (presente/ausente) y las variables dependientes “resistencia flexural” y “módulo flexural” se midieron en escala numérica continua.

Los datos fueron analizados con un coeficiente de regresión lineal para análisis multi-variado del paquete estadístico SPSS19, el valor de alfa pre-establecido en 5%.

Resultados:

Resistencia flexural: (Diapositiva 8 Descriptiva, R, R², a y b)

- La estadística descriptiva muestra en valores de promedio y desviación típica expresados en MPa por grupo de composite.
- El ANOVA para la regresión lineal **RF** dependiente, mostró una correlación estadísticamente significativa ($p=0,000$).
- El coeficiente de correlación de Pearson fue positivo con un valor de $R= 0,708$ y el coeficiente de determinación corregido fue de $R^2= 0,501$
- En el modelo de regresión, la constante ajustada se ubico en un valor $a= 105,207$ MPa y las pendientes estadísticamente significativas de las variables predictivas $b= (44,016 \text{ Zr}; 20,028 \text{ W})$.

Módulo flexural: (Diapositiva 9 Descriptiva, R, R², a y b)

- La estadística descriptiva se muestra en valores de promedio y desviación típica expresados en GPa por grupo de composite.
- El ANOVA para la regresión lineal **MF** dependiente, mostró una correlación estadísticamente significativa ($p=0,000$).
- El coeficiente de correlación fue positivo con un valor de $R= 0,892$ y el coeficiente de determinación corregido fue de $R^2= 0,795$.
- En el modelo de regresión, la constante ajustada se ubico en un valor $a= 5,635$ GPa y las pendientes estadísticamente significativas de las variables predictivas $b= (-1,860 \text{ Na}; -1,655 \text{ Sr}; 8,519 \text{ Zr}; 3,622 \text{ Ba}; 3,407 \text{ W})$.

Discusión: (Diapositiva 10 Discusiones)

La determinación de la química del relleno cerámico, se realizo con Espectroscopia de Energía Dispersa (**EDS**) ya que es un método valido y ampliamente usado en los estudios de caracterización de elementos (Kim KH y colb. 2002, Scougall-Vilchis y colb.2009)

Las pruebas flexurales contribuyen a predecir el comportamiento ante las fuerzas que inducen las fracturas, estiman la tenacidad y la rigidez del composite.

Para el cálculo del comportamiento mecánico flexural se usó la prueba de viga de tres puntos, ya que esta metodología experimental es mundialmente aceptada. *(Kawano Fy colb. 2001, Ellakwa A y colb. 2001).*

El módulo elástico connota rigidez del material; esta rigidez es una característica importante del material porque influye directamente en la selección cuando predomina el requerimiento mecánico, por ejemplo en restauraciones de mediano tamaño ubicadas en zonas de contactos proximales, oclusales ó en el reemplazo de ángulos incisales. Del módulo depende que no ocurran deformaciones que induzcan al aumento de la superficie de contacto y a un mayor número de defectos *(Tyas MJ 1990, Ferracane J 2011).*

(Diapositiva 11 Gráfico de Predictivas RF+ elementos predictivos y porcentaje)

Encontramos una correlación positiva entre la Resistencia Flexural y las predictivas Circonio, Wolframio con un peso del 50%, por lo tanto entendemos que existen otras variables que influyen en ese comportamiento.

Se pudo observar que ambas predictivas influyen en igual dirección pero con un peso mayor para Circonio. Es interesante resaltar que los composites poseen circonio son productos del mismo fabricante (3M ESPE), entre ellos FilteK Z-350 (12,35%), P60 (15,52%), Z-100 (15,78%) y Z-250 (18,08%). El aumento de la pendiente por parte de este componente pudiera estar asociado a las propiedades mecánicas del elemento, la forma esférica, el silanizado y la optimización del relleno *(Miyasaka T 1996)*. Dentro de los composites que poseen Wolframio se encuentran VitLescenceD (18.36), ROK (14.1), ice (2,82) y Grandio (6,64) en diferentes porcentajes del elemento. Estas resinas compuestas tienen en común que son híbridas de partículas irregulares y alta carga. En odontología el Wolframio tiene varias aplicaciones, cuando se usa como elemento de relleno estaría asociado a la necesidad de producir de fluorescencia.

(Diapositiva 12 Gráfico de Predictivas MF+ elementos predictivos y porcentaje)

Finalmente al ver el modelo para Módulo Flexural, observamos una alta correlación con un valor predictivo de casi el 80%, lo que nos muestra que podemos estimar el comportamiento elástico a partir de este parámetro. Se observó que las diversas predictivas influyen de manera diferente tanto en peso como en dirección. Las predictivas circonio, wolframio y bario influyen de manera positiva, en tanto Sodio (P60-0.34%, Solare-1.39%) y Estroncio (ice-10.17%, VitLescence-10.97%, Kalore-14.29%) lo hacen de manera negativa pero con una pendiente menos influyente. El óxido de bario es común para la mayoría de los composite evaluados lo cual corresponde a estudios previos *(Van Dijken 1989, Hosada y colb. 1990, Khan 1992)*, está presente en la mayor parte de los

híbridos de morfología irregulares y algunos con parte de pre-polímeros. *Premise*(17.93%), *Point4*(15.22%) y *TetricNceram*(14.96%). El aumento de la rigidez estaría explicado por las propiedades mecánicas propias de los elementos, la morfología, silanización y cantidad de relleno cerámico (*Masouras K y colb. 2008; Kim KH y colb. 2002; Chung KH y Greener EH 1990*). Nuestros resultados coinciden con los de *Scougall-Vilchis y colb. en 2009*, en relación a la química del relleno de Filtek Supreme, Z-250, Solare y Synergy.

(Diapositiva 13 Conclusión)

Conclusión: En las condiciones que se realizó esta investigación *In Vitro* se observó una correlación positiva entre las variables predictivas de la química del relleno cerámico con las propiedades flexurales, con dos predictores comunes (circonio y wolframio) y tres adicionales para **Módulo Flexural** (sodio, estroncio y bario).

Referencias Bibliográficas:

- CHUNG KH and GREENER EH. Correlation between degree of conversion, filler concentration and mechanical properties of posterior composite resins. *Journal of Oral Rehabilitation*, 1990, Volume 17, pages 487-494.
- Ellakwa A., Shortall A., Shehata M., and Marquis P.: Influence of veneering composite composition on the efficacy of Fiber-Reinforced restorations. *Oper Dent.* (2001); 26(5):467-475.
- Ferracane JL. Resin composite—State of the art. *Dental Materials.* 27 (2011) 29–38
- 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.
- 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, 642-9.
- Konstantinos Masouras, Nick Silikas, David C. Watts. Correlation of filler content and elastic properties of resin-composites. *Dental Materials.* 24 (2008) 932–939.
- MIYASAKA T. Effect of Shape and Size of Silanated Fillers on Mechanical Properties of Experimental Photo Cure Composite Resins. *Dental Materials Journal.* 15(2): 98-110, 1996

- Scougall-Vilchis RJ, Hotta Y, Hotta M, Idono T, Yamamoto K. Examination of composite resins with electron microscopy, microhardness tester and energy dispersive X-ray microanalyzer. Dent Mater J. 2009 Jan;28(1):102-12.
- Tyas MJ.: Correlation between fracture properties and clinical performance of composite resins in Class IV cavities. Aust Dent J. 1990 Feb;35(1):46-9.

	Flexural strength in megapascal	Flexural modulus in gigapascal
Equations	$\sigma = 3Fl/2bh^2$	$E = l^3F/4bh^3d$
<i>F</i> is the maximum load, in Newton.		
<i>l</i> is the distance between the supports, in millimeters.		
<i>b</i> is the width at the centre of the specimen measured immediately prior to testing, in millimeters.		
<i>h</i> is the height at the centre of the specimen measured immediately prior to testing in millimeters.		
<i>d</i> is the deflection due to load in millimeters.		