

Estado de la publicación: El preprint ha sido publicado como artículo en una revista
DOI del artículo publicado: <https://doi.org/10.22592/ode2022nesp1e504>

Propiedades flexurales y estabilidad de color de materiales restauradores estéticos indirectos.

Matias Mederos, Maria Elisa De León Cáceres, Romina Tessore, Andrés García, Carlos Cuevas-Suarez, Guillermo Grazioli

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.2599>

Enviado en: 2021-07-06

Postado en: 2021-07-08 (versión 1)

(AAAA-MM-DD)

Propiedades flexurales y estabilidad de color de materiales restauradores estéticos indirectos.

Flexural properties and color stability of indirect aesthetic restorative materials.

Matias Mederos¹, ORCID: 0000-0002-1561-2283

Maria Elisa de León Cáceres¹, ORCID: 0000-0002-3780-1034

Romina Tessore¹, ORCID: 0000-0001-6259-042X

Andrés García¹, ORCID: 0000-0001-6733-4484

Carlos Enrique Cuevas-Suárez², ORCID: 0000-0002-2759-8984

Guillermo Steven Grazioli Pita^{1*}, ORCID: 0000-0001-9969-3780

¹ Universidad de la República, Facultad de Odontología, Cátedra de Materiales Dentales, Montevideo, Uruguay.

² Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Área Académica de Odontología, Pachuca, México.

* Autor de correspondencia.

Guillermo Grazioli

Email: ggrazioli@gmail.com

General Las Heras 1925, CP:11300, Montevideo Uruguay

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existe ningún potencial conflicto de interés con respecto a los materiales utilizados, empresas y/o resultados obtenidos en el presente trabajo.

Agradecimientos

Al Instituto de Implantes Bicon por su donación de la resina compuesta Ceramage.

A la empresa Dental Castro Lda. por la donación de la cerámica IPS e.max®.

A la empresa Contacto Dental por su donación de la cerámica VITA VM®LC.

Al Laboratorio Central de la Facultad de Odontología UdelaR por la donación de la cerámica Zolid FX y VITA ENAMIC®, y al Prof. Adj. Lab. Rodrigo Goihex por el procesamiento de estos materiales.

RESUMEN

Introducción: Las diferencias en las propiedades mecánicas de los materiales cerámicos y a base de resina plantean la interrogante de qué material puede tener un mejor desempeño a largo plazo.

Objetivos. Evaluar la resistencia flexural y estabilidad de color de diferentes materiales restauradores estéticos indirectos.

Métodos. Los materiales seleccionados fueron Filtek™ Z250 XT (3M ESPE), Ceramage (SHOFU Dental), VITA VM®LC y VITA ENAMIC® (VITA Zahnfabrik), IPS e.max® (Ivoclar-Vivadent) y Zolid FX (Amann Girrbach AG). El ensayo de Resistencia Flexural (n=10) fue realizado en una máquina universal de ensayos mecánicos. Las lecturas de color (n=5) se midieron en un espectrofotómetro VITA Easyshade V®.

Resultados. Los materiales totalmente cerámicos mostraron un mejor desempeño mecánico ($p < 0,001$). Los resultados de estabilidad de color muestran que Ceramage, IPS e.max® y Zolid FX, mostraron una diferencia estadísticamente significativa ($p \leq 0,002$) con Filtek Z250 XT, VITA VM®LC y VITA ENAMIC®.

Conclusiones. Los resultados del presente trabajo muestran que los materiales totalmente cerámicos presentaron una mayor resistencia flexural y estabilidad de color que los materiales de base polimérica.

Palabras clave: resinas compuestas; cerámica; percepción de color.

Abstract

Introduction. The differences in the mechanical properties of ceramic and resin-based materials raise the question of which material can perform better in the long run.

Objectives. Evaluate the flexural strength and color stability of different indirect aesthetic restorative materials.

Methods. The selected materials were Filtek™ Z250 XT (3M ESPE), Ceramage (SHOFU Dental), VITA VM®LC y VITA ENAMIC® (VITA Zahnfabrik), IPS e.max® (Ivoclar-Vivadent) y Zolid FX (Amann Girrbach AG). The Flexural Strength test (n = 10) was carried out, using a mechanical testing machine. Color readings (n = 5) were measured using a VITA Easyshade V® spectrophotometer.

Results. All ceramic materials showed better mechanical performance ($p < 0,001$). The color stability results show that Ceramage, IPS e.max® and Zolid FX, showed a statistically significant difference ($p \leq 0.002$) with Filtek Z250 XT, VITA VM®LC and VITA ENAMIC®.

Conclusions. Some indirect aesthetic materials with polymers in their composition are presented as a valid alternative for indirect restorations, presenting acceptable mechanical performance and colorimetric stability.

Keywords: composite resins; ceramics; color perception.

INTRODUCCIÓN

A la hora de rehabilitar a los pacientes, existen diferentes opciones terapéuticas, entre ellas se encuentran las restauraciones directas o indirectas que el odontólogo puede elegir realizar, según la complejidad, tamaño de la restauración, requisitos estéticos, hábitos del paciente y habilidad del profesional.⁽¹⁾

En las últimas décadas han aumentado significativamente los sistemas restauradores indirectos libres de metal para satisfacer la creciente demanda de pacientes y profesionales odontólogos en términos de estética, biocompatibilidad, adhesión y supervivencia a largo plazo de las restauraciones.⁽²⁾ En este sentido, se encuentran disponibles numerosos materiales cerámicos y poliméricos para la realización de restauraciones estéticas indirectas y adhesivas, tales como resinas compuestas, cerámicas vítreas, cerámicas a base de óxidos metálicos y cerámicas infiltradas con polímeros.

La existencia de esta variedad de restauraciones hace que surjan determinadas situaciones clínicas en las que se superpongan indicaciones, de manera que es posible que varios de estos materiales cumplan los requisitos necesarios para dicha situación.⁽³⁾ Las diferencias en las propiedades mecánicas de los materiales cerámicos y a base de resina plantean la interrogante de qué material puede tener un mejor desempeño a largo plazo, especialmente en las regiones posteriores donde las estructuras soportan grandes cargas.⁽⁴⁾ Más allá de la elección del material, un factor de riesgo fundamental en la supervivencia de este tipo de restauraciones se relaciona con la selección de la estrategia utilizada para la cementación adhesiva de los mismos,⁽⁵⁾ en este sentido, existe evidencia para demostrar que el éxito a largo plazo de una restauración indirecta se consigue cuando una correcta adhesión entre el material restaurador y los tejidos del diente.⁽⁵⁾

A pesar de las grandes diferencias entre las características que presenta cada material de restauración indirecta, algunos autores sugieren que existe evidencia limitada para sugerir el uso de un material sobre el otro o incluso el uso de estos materiales sobre restauraciones metálicas.⁽⁶⁾

Clínicamente, el éxito de cualquier material restaurador está directamente relacionado a su supervivencia a largo plazo; lo cual está fuertemente influenciado tanto por las características intrínsecas de los materiales (propiedades físico-mecánicas y ópticas) y el medio oral (fluctuaciones de pH, estrés oclusal, riesgo de caries, etc). En otras

palabras, la restauración, el paciente y los factores ambientales influyen juntos en el éxito de las restauraciones.⁽⁷⁾

De acuerdo con la literatura actual, el odontólogo dispone de escasa evidencia científica clara que pueda utilizarse como lineamientos sólidos para la elección de un material sobre otro.⁽³⁾ Por lo tanto, el análisis del rendimiento mecánico y estético de los materiales restauradores indirectos es relevante para crear criterios más contundentes para determinar las indicaciones de cada material.⁽⁸⁾

Con esta finalidad, el objetivo del presente estudio fue evaluar y comparar la resistencia flexural y estabilidad de color, de diferentes materiales restauradores estéticos indirectos.

MÉTODOS

Este es un estudio comparativo, cuantitativo y laboratorial. El universo para el presente trabajo *in vitro* fueron materiales restauradores estéticos indicados para restauraciones indirectas (Tabla 1). Aunque la resina compuesta Filtek Z250 XT, es conocida como un material de restauración directa, el fabricante establece que el mismo puede ser utilizado como material para la fabricación de *inlays* y *onlays* indirectas. De este modo, debido a que es uno de los materiales restauradores más analizados en la literatura, y utilizado como estándar de comparación, la resina compuesta Filtek Z250 XT fue incluida en este estudio.

Se realizó una caracterización físico-mecánica de todos los materiales. La resistencia flexural y el módulo elástico fueron obtenidos mediante el ensayo de flexión de 3 puntos (n=10). La estabilidad del color fue analizada mediante un ensayo de pigmentación en café con un espectrofotómetro VITA Easyshade V® (n=5).

Tabla 1. Información de los materiales utilizados en el presente estudio

Tipo	Marca	Fabricante	Composición**	Lote
Resina Compuesta Directa	Z250 XT Color A2	3M ESPE (ST PAUL, MS, USA)	Matriz: Bis-GMA, Bis-EMA, TEGDMA, PEGDMA y UDMA. Relleno: Nanohíbrido (sílice, zirconia, cluster de zirconia/sílice). 82 % de carga en peso. Silano	NA53674
	VITA VM®LC Color 2M1		Matriz: Dimetacrilatos, acrilatos multifuncionales, catalizadores,	80410

Resina Compuesta Indirecta		VITA Zahnfabrik (Bad Säckingen, Alemania)	estabilizadores y pigmentos inorgánicos. Relleno: dióxido de zirconio, dióxido de silicio. 55–68 % del peso	
Resina Compuesta Indirecta	Ceramage Color A2B	SHOFU Dental (Kioto, Japón)	Matriz: UDMA. Relleno: microhíbrida con 73 % de micro relleno cerámico. (<1 micra)	051823
Cerámica infiltrada con resina	VITA ENAMIC® Color 1M2HT	VITA Zahnfabrik (Bad Säckingen, Alemania)	Matriz de cerámica (86 % del peso) reforzada por una matriz de polímero UDMA y TEGDMA (14 % del peso)	80840
Disilicato de Litio	IPS e.max® Color LTA2/C14	Ivoclar-Vivadent (Schann, Linchestein)	Cerámica vítrea (mayor al 90 % del peso) de nano-fluorapatita de baja fusión de 100–300 nm y cristales de micro-fluorapatita con un tamaño de 1–2 µm	Y19673
Óxido de Zirconio	Zolid FX Color Multilayer A2/A3	Amann Girrbach AG (Koblach, Austria)	-ZrO ₂ + HfO ₂ + Y ₂ O ₃ : ≥ 99.0 -Y ₂ O ₃ : 9.15 -9.55 -HfO ₂ : < 5 -Al ₂ O ₃ : ≤ 0.5 -Otros óxidos: ≤ 1	1809002

**Información disponibilizada por el fabricante.

UDMA: dimetacrilato de uretano; **DGP:** dimetacrilato de triciclodecano-dimetanol; **PEG-400 DMA:** dimetacrilato de polietileno glicol 400; **Bis – GMA:** bisfenol A glicidil metacrilato; **Bis – EMA:** bisfenol A diglicidil metacrilato etoxilado; **TEGDMA:** dimetacrilato de trietileno glicol; **PEGDMA:** etilenoglicol dimetacrilato; **ZrO₂:** dióxido de zirconio; **HfO₂:** óxido de hafnio; **Y₂O₃:** óxido de ítrio; **Al₂O₃:** óxido de aluminio

Resistencia a la flexión y módulo elástico

La resistencia a la flexión y el módulo elástico de los materiales se midieron a través de un ensayo de flexión en tres puntos, sugerido en la norma ISO 4049⁽⁹⁾ con la excepción de las dimensiones de los cuerpos de prueba (10,0 mm × 2,0 mm × 2,0 ± 0,1 mm).⁽¹⁰⁾ Para cada material se hicieron 10 muestras (n=10). Todos los materiales fueron manipulados de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

Para los especímenes de Filtek™ Z250 XT, el material se condensó en un molde de acrílico opaco previamente envaselinado, y luego cubierto con una tira de acetato con el objetivo de permitir íntimo contacto con la luz de la unidad de polimerización. Luego, el material fue polimerizado con una unidad de fotocurado Optilight Max LED (Gnatus; Ribeirão Preto, Brasil) previamente testada con un radiómetro Bluephase Meter (Ivoclar Vivadent; Schaan, Linchenstein, Alemania) en una potencia de 980 mw/cm², durante 20 segundos por cada lado. Para VITA VM®LC, el material fue condensado en un molde de acrílico transparente previamente envaselinado a modo de permitir el contacto total de las superficies del material con la luz de la respectiva unidad de polimerización (UniXS; Heraeus Kulzer, Wehrheim, Germany). Los especímenes fueron irradiados durante 360 segundos, acorde al protocolo indicado por el fabricante.

En cuanto al material Ceramage, el material se condensó en un molde de acrílico transparente y se polimerizó con la unidad indicada por el fabricante (Solidilite V; Shofu, Ratingen, Alemania) durante 3 minutos y una segunda irradiación de 5 minutos con la aplicación de Oxy-barrier (Shofu Dental, Kioto, Japón). Los bloques de cerámica VITA ENAMIC®, IPS e.max® y Zolid FX fueron cortados bajo constante irrigación con una micro cortadora metalográfica VC50 (LECO, St. Joseph, USA) hasta obtener bastones con las medidas previamente detalladas. Luego se les aplicó el post tratamiento indicado por el fabricante. Brevemente, para IPS e.max® se realizó el cristalizado final en un horno (Vacumat® 600, VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemania) con una rampa de calentamiento de 90 °C/min hasta una temperatura final de 840 °C por 7 minutos, posteriormente enfriamiento lento. Para Zolid FX se realizó la sinterización final en un horno (Ceramill Therm 3, Amann Girrback AG, Koblach, Austria) con una rampa de calentamiento de 8 °C/min hasta una temperatura final de 1450 °C por 120 minutos, posteriormente enfriamiento lento.

Una vez finalizada la realización de todas las muestras, ellas se almacenaron en agua destilada en la oscuridad a 37 °C por 24 horas.

Las muestras se sometieron a una prueba de flexión de tres puntos en una máquina de ensayos mecánicos MTS SANS CMT 2000 (MTS Systems Corporation; Shanghai China) con una celda de carga de 5 KN. La carga se aplicó centralmente en la barra a una velocidad de cruceta de 0,75 mm/min hasta su fractura. Los valores de Resistencia Flexural (σ) y Módulo Elástico (E) fueron calculados mediante las siguientes ecuaciones:

$$\sigma = 3Pl/2bh^2 \qquad E_f = 3P1^3/4bh^3d$$

donde P es la carga en el momento de la fractura (N), l es la distancia entre los soportes (10 mm), b es el ancho (mm) y h es la altura de la muestra (mm). $P1$ es la carga máxima

en la porción lineal (límite proporcional) de la gráfica tensión-deformación, y d es la desviación de la muestra en la carga $P1$.

Estabilidad de color

Se prepararon 5 muestras para cada grupo. Para los materiales de inserción plástica (Filtek Z250 XT, VITA VM®LC y Ceramage) fueron preparadas muestras cilíndricas (2,0 mm en espesor y 6,0 mm de diámetro).⁽¹¹⁾ El material compuesto sin polimerizar fue colocado en un molde de silicona colocado sobre un portaobjetos de vidrio, cubierto por una tira de acetato. Las muestras de Filtek Z250 XT se irradiaron en ambos lados durante 20 segundos, por otro lado, los especímenes de Vita VM®LC y Ceramage fueron polimerizados de acuerdo con las indicaciones del fabricante, como fue descrito anteriormente. Los bloques de cerámicas VITA ENAMIC®, IPS e.max® y Zolid FX fueron seccionados bajo constante irrigación con micrótopo hasta obtener piezas cuadrangulares (6,0 mm de lado y 2,0 mm de espesor), luego los bloques fueron post procesados de acuerdo con las indicaciones del fabricante.

Las lecturas de color se midieron con un espectrofotómetro VITA Easyshade V® (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemania). Todas las muestras se midieron sobre un fondo blanco ($L^* = 93,1$ $a^* = 1,3$ $b^* = 5,3$). Se realizaron dos mediciones para cada cuerpo, antes y después de la inmersión en una solución de café a 37 °C durante 24 hrs. La solución de café fue preparada con 1 g de polvo (Nescafé® Original, Nestlé Brasil; SP, Brasil) y 50 mL de agua.

Para analizar la variación de color (ΔE_{00}), se utilizó la siguiente ecuación:⁽¹²⁾

$$\Delta E_{\infty} = \left[\left(\frac{\Delta L'}{K_L S_L} \right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C} \right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H} \right)^2 + R_T \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C} \right) \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H} \right) \right] \frac{1}{2}$$

donde $\Delta L'$, $\Delta C'$ y $\Delta H'$ son las diferencias matemáticas en valor, matiz y saturación. El término de rotación R_T es una función que explica la interacción entre diferencias de croma y matiz en la región azul. El $K_L S_L$, $K_C S_C$ y $K_H S_H$ son términos empíricos utilizados para ponderar las diferencias métricas a las diferencias CIEDE2000 para cada coordenada. Los factores paramétricos se establecieron en $K_L = 2$, $K_H = 1$ y $K_C = 1$.

Un valor ΔE_{00} de 1,8 se consideró un umbral para el cambio de color visualmente detectable ya que corresponde al 50 % de perceptibilidad visual en condiciones clínicas.⁽¹³⁾

Análisis estadístico

Los datos obtenidos para cada uno de los grupos fueron previamente analizados para comprobar la normalidad y homocedasticidad de estos. Para este fin, los test de Shapiro-Wilk y Levene fueron realizados respectivamente. Finalmente, los datos se analizaron mediante una prueba de ANOVA de una vía y la prueba post hoc de Tukey ($p < 0,05$). Para todas las pruebas estadísticas se utilizó el software SigmaPlot 12 (Systat Software Inc., San José, CA, EE. UU.).

RESULTADOS

Los resultados de resistencia a la flexión y módulo elástico se muestran en la Tabla 2. En cuanto a la resistencia a la flexión, el óxido de zirconio presentó valores significativamente mayores que el resto de los materiales ($p < 0,001$), seguido de IPS e.max®, que presentó valores significativamente mayores al compararlo con los demás materiales, excepto con el zirconio ($p < 0,001$). Por otro lado, Filtek Z250 XT, VITA VM®LC, Ceramage y VITA ENAMIC® fueron los materiales que presentaron los valores más bajos, sin revelar diferencias estadísticamente significativas entre ellos ($p \geq 0,226$). Con respecto al módulo elástico, IPS e.max® y Zolid FX presentaron valores similares ($p = 0,161$), y a la vez significativamente mayores al compararlos con los demás grupos ($p < 0,001$). Las diferencias entre los demás materiales fueron estadísticamente significativas, y en orden decreciente: VITA ENAMIC®, Z250 XT, Ceramage y VITA VM®LC ($p < 0,001$).

Tabla 2. Medias (desviaciones estándar) para las propiedades mecánicas evaluadas

Material	Resistencia flexural (MPa)	Módulo elástico (GPa)
VITA VM®LC	120,5 (17,1) ^c	2,5 (0,1) ^e
Ceramage	125,3 (38,5) ^c	4,7 (0,9) ^d
Filtek Z250 XT	132,1 (36,7) ^c	5,7 (0,6) ^c
VITA ENAMIC®	167,3 (15,9) ^c	9,6 (1,1) ^b
IPS e.max®	369,9 (50,9) ^b	13,5 (2,2) ^a
Zolid FX	655,0 (39,8) ^a	15,0 (1,7) ^a

Diferentes letras en cada columna indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

Los resultados de estabilidad de color se muestran en la Figura 1. El análisis estadístico revela que los valores de ΔE_{00} para Ceramage, IPS e.max® y Zolid FX fueron similares ($p \geq 0,114$). A pesar de ello, mostraron una diferencia estadísticamente significativa (p

$\leq 0,002$) con Filtek Z250 XT, VITA VM[®]LC y VITA ENAMIC[®], quienes presentaron valores de ΔE mayores (Fig. 1)

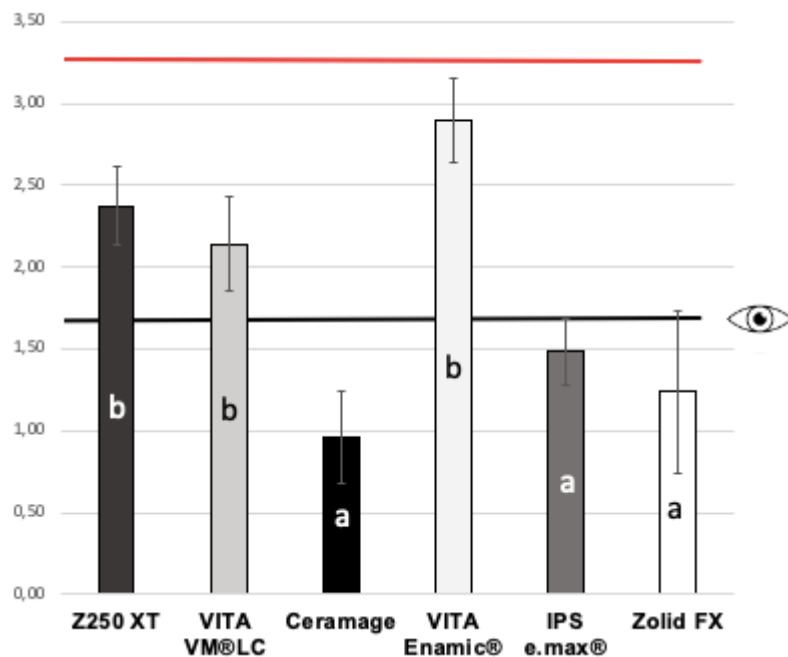


Figura 1. Media (desvío estándar) del Delta E (ΔE) evaluado en todos los materiales. Un ΔE mayor a 1,8 (línea horizontal negra) implica una pigmentación clínicamente perceptible, un ΔE menor 3,3 (línea horizontal roja)⁽¹³⁾ implica una pigmentación clínicamente aceptable.

DISCUSIÓN

En el presente estudio *in vitro* analizó las propiedades mecánicas y estabilidad de color de diferentes materiales restauradores estéticos, indicados para la fabricación de restauraciones indirectas. Los resultados sugieren que existió una diferencia respecto a las propiedades mecánicas, donde IPS e.max[®] y Zolid FX son los materiales que presentan los mayores valores respecto a la resistencia flexural y módulo elástico. Con respecto a la estabilidad de color, IPS e.max[®] y Zolid FX y Ceramage demostraron mayor estabilidad después del proceso de pigmentación, en comparación con los demás materiales restauradores.

En relación a la resistencia flexural, todos los materiales demostraron valores acordes a los sugeridos por las normas internacionales ISO 4049 e ISO 6872,^(9,14) y con otros estudios de laboratorio.^(3,15) Los mayores valores identificados para el IPS e.max[®] y Zolid FX podrían adjudicarse a la estructura cristalina de las cerámicas, en comparación con el resto de los materiales, que poseen un porcentaje de material polimérico amorfo,

lo que demuestra la relevancia de la composición en la resistencia final del material.⁽³⁾ En este sentido, al hacer un análisis más específico entre los materiales que presentan contenido polimérico, es posible observar que Filtek Z250 XT, VITA VM@LC, Ceramage y VITA ENAMIC®, no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre ellos, esto puede explicarse ya que la resistencia flexural del material compuesto, está más influenciada por el tipo de matriz orgánica y no tanto por el relleno inorgánico.⁽¹⁶⁾

A pesar de que se ha sugerido una relación entre las propiedades mecánicas de los materiales fotopolimerizables y las características de la unidad de polimerización,⁽¹⁷⁾ es importante destacar que Filtek Z250 XT fue polimerizada con una unidad de fotocurado LED para uso clínico, y no presentó diferencias estadísticamente significativas con los demás materiales compuestos que fueron curados en las unidades específicas recomendadas por el fabricante, ni con VITA ENAMIC® la cual ya es polimerizada por el fabricante.

Los resultados del módulo elástico sugieren que los materiales cerámicos presentaron valores significativamente mayores. Este resultado también puede explicarse por la composición de los materiales analizados, ya que el componente cerámico es el responsable de la rigidez observada en estos materiales. Esto puede ser también comprobado al observar la cantidad de relleno inorgánico presente en los materiales compuestos (Tabla 1), en donde se puede notar que VITA VM@LC presenta la menor cantidad de relleno inorgánico y el menor módulo elástico. En este sentido, se ha relatado que los compuestos a base de resina son menos propensos a las fracturas.⁽³⁾ Así, el módulo elástico podría adquirir un rol especial en el futuro desempeño clínico de los materiales ya que un mayor contenido polimérico convierte al material apto para soportar deformaciones sin fracturarse y de esta manera es capaz de absorber el estrés de las cargas oclusales, con menores fallas catastróficas respecto a los materiales cerámicos.⁽⁴⁾

Según los resultados del presente estudio, y acorde a los datos disponibles en la literatura, se reafirma la menor susceptibilidad a los cambios de coloración de las cerámicas dentales en comparación con los materiales compuestos;⁽¹⁸⁾ IPS e.max® y Zolid FX presentaron una variación de color clínicamente no perceptible.⁽¹³⁾ Es importante destacar el desempeño de Ceramage, a pesar de ser un material compuesto, demostró el menor ΔE_{00} del presente estudio⁽¹⁹⁾ mientras VITA ENAMIC®, presentó los valores de ΔE_{00} más elevados. Por otro lado, no está clara la presencia de agentes de unión (por ejemplo, silanos) en este material que garanticen una interacción química en la matriz inorgánica infiltrada por polímeros.

Los resultados del presente trabajo deberían ser analizados con precaución dado que no existe una correlación directa entre los resultados de los estudios *in vitro* y el desempeño clínico de un material.⁽²⁰⁾ El uso clínico de incrustaciones de composite y cerámica como materiales restauradores en la región posterior ha sido investigado a través de diferentes estudios, donde es posible observar una tasa de éxito mayor para las incrustaciones de cerámica en comparación con las resinas compuestas.⁽²⁻⁴⁾ Sin embargo, existen diferencias en los criterios aplicados en la evaluación clínica de estas restauraciones. Por lo tanto, los ensayos clínicos requieren objetivos confiables y criterios relevantes para evaluar el desempeño de las restauraciones.

CONCLUSIONES

Los resultados del presente trabajo muestran que los materiales totalmente cerámicos presentaron una mayor resistencia flexural y estabilidad de color que los materiales de base polimérica. A pesar de eso, los materiales estéticos indirectos con polímeros en su composición, como Ceramage, se presentan como una alternativa válida, ya que además de presentar propiedades mecánicas adecuadas, tienen una estabilidad de color semejante a los materiales cerámicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Smithson J, Newsome P, Reaney D, Owen S. Direct or indirect restorations? *Int Dent* [Internet]. 2011 [citado 13 Nov 2020];1(1):70–80. Disponible en: http://www.moderndentistrymedia.com/may_june2011/smithson_newsome.pdf
2. Pjetursson BE, Valente NA, Stradling M, Zwahlen M, Liu S, Sailer I. A systematic review of the survival and complication rates of zirconia-ceramic and metal-ceramic single crowns. *Clin Oral Implants Res* [Internet]. 2018 Oct 17 [citado 13 Nov 2020];29(S16):199–214. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/clr.13306>
3. Belli R, Geinzer E, Muschweck A, Petschelt A, Lohbauer U. Mechanical fatigue degradation of ceramics versus resin composites for dental restorations. *Dent Mater* [Internet]. 2014 Apr [citado 13 Nov 2020];30(4):424–32. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2014.01.003>
4. Demarco FF, Collares K, Correa MB, Cenci MS, Morales RR de, Opdam NJ. Should my composite restorations last forever? Why are they failing? *Braz Oral Res* [Internet]. 2017 Aug 28 [citado 13 Nov 2020];31(suppl 1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-3107bor-2017.vol31.0056>

5. Edelhoff D, Özcan M. To what extent does the longevity of fixed dental prostheses depend on the function of the cement? Working Group 4 materials: cementation. *Clin Oral Implants Res* [Internet]. 2007 Jun [citado 13 Nov 2020];18:193–204. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2007.01442.x>
6. Fron Chabouis H, Smail Faugeron V, Attal J-P. Clinical efficacy of composite versus ceramic inlays and onlays: A systematic review. *Dent Mater*. 2013 Dec;29(12):1209–18.
7. Saba DA, Salama RA, Haridy R. Effect of different beverages on the color stability and microhardness of CAD/CAM hybrid versus feldspathic ceramic blocks: An in-vitro study. *Futur Dent J* [Internet]. 2017 Dec [citado 13 Nov 2020];3(2):61–6. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.fdj.2017.07.001>
8. Morimoto S, Rebello de Sampaio FBW, Braga MM, Sesma N, Özcan M. Survival Rate of Resin and Ceramic Inlays, Onlays, and Overlays. *J Dent Res* [Internet]. 2016 Aug 20 [citado 13 Nov 2020];95(9):985–94. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/0022034516652848>
9. International Organization for Standardization. ISO 4049:2009 Dentistry Polymer based restorative materials. [Internet] 2009 [citado 13 Nov 2020]. Disponible en: <https://www.iso.org/standard/67596.html>
10. Yap A, Eweis A, Yahya N. Dynamic and Static Flexural Appraisal of Resin-based Composites: Comparison of the ISO and Mini-flexural Tests. *Oper Dent* [Internet]. 2018 Sep 1 [citado 13 Nov 2020];43(5):E223–31. Disponible en: <https://doi.org/10.2341/17-224-L>
11. Grazioli G, Francia A, Cuevas-Suárez CE, Zanchi CH, Moraes RR De. Simple and Low-Cost Thermal Treatments on Direct Resin Composites for Indirect Use. *Braz Dent J* [Internet]. 2019 Jun [citado 13 Nov 2020];30(3):279–84. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/0103-6440201902473>
12. Sharma G, Wu W, Dalal EN. The CIEDE2000 color-difference formula: Implementation notes, supplementary test data, and mathematical observations. *Color Res Appl* [Internet]. 2005 Feb [citado 13 Nov 2020];30(1):21–30. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/col.20070>
13. Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, Bona AD, Igiel C, Linninger M, et al. Color Difference Thresholds in Dentistry. *J Esthet Restor Dent* [Internet]. 2015 Mar [citado 13 Nov 2020];27:S1–9. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jerd.12149>

14. International Organization for Standardization. ISO 6872:2015 Dentistry - ceramic materials. International Organization for Standardization [Internet]. 2015 [citado 13 Nov 2020]. Disponible en: <https://www.iso.org/standard/59936.html>
15. Tavares L do N, Zancopé K, Silva ACA, Raposo LHA, Soares CJ, Neves FD das. Microstructural and mechanical analysis of two CAD-CAM lithium disilicate glass-reinforced ceramics. *Braz Oral Res* [Internet]. 2020 [citado 13 Nov 2020];34. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2020.vol34.0004>
16. Bociog K, Szczesio A, Krasowski M, Sokolowski J. The influence of filler amount on selected properties of new experimental resin dental composite. *Open Chem* [Internet]. 2018 Sep 18 [citado 13 Nov 2020];16(1):905–11. Disponible en: <https://www.x-mol.com/paperRedirect/1225067476905672704>
17. Cuevas-Suárez CE, Meereis CTW, D'accorso N, Macchi R, Ancona-Meza AL, Zamarripa-Calderón E. Effect of radiant exposure and UV accelerated aging on physico-chemical and mechanical properties of composite resins. *J Appl Oral Sci* [Internet]. 2019 [citado 13 Nov 2020];27. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/1678-7757-2018-0075>
18. Acar O, Yilmaz B, Altintas SH, Chandrasekaran I, Johnston WM. Color stainability of CAD/CAM and nanocomposite resin materials. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2016 Jan [citado 13 Nov 2020];115(1):71–5. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.06.014>
19. Poggio C, Ceci M, Beltrami R, Mirando M, Wassim J, Colombo M. Color stability of esthetic restorative materials: a spectrophotometric analysis. *Acta Biomater Odontol Scand* [Internet]. 2016 Dec 19 [citado 13 Nov 2020];2(1):95–101. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/23337931.2016.1217416>
20. Heintze SD, Ilie N, Hickel R, Reis A, Loguercio A, Rousson V. Laboratory mechanical parameters of composite resins and their relation to fractures and wear in clinical trials—A systematic review. *Dent Mater* [Internet]. 2017 Mar [citado 13 Nov 2020];33(3):e101–14. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2016.11.013>

Contribución de autoría

1. Conceptualización: Guillermo Grazioli, Andrés García, Carlos Enrique Cuevas-Suárez.
2. Curación de datos: xxxxxx
3. Análisis formal: Carlos Enrique Cuevas-Suárez, Guillermo Grazioli.
4. Adquisición de fondos: xxxxxx
5. Investigación: Matías Mederos, María Elisa de León Cáceres, Romina Tessore, Andrés García.
6. Metodología: Matías Mederos, María Elisa de León Cáceres, Romina Tessore
7. Administración del proyecto: Guillermo Grazioli.
8. Recursos: Andrés García.
9. Software: xxxxxx
10. Supervisión: Guillermo Grazioli.
11. Validación: Guillermo Grazioli.
12. Visualización: xxxxxx
13. Redacción – borrador original: Matías Mederos, María Elisa de León Cáceres, Romina Tessore, Andrés García
14. Redacción – revisión y edición: Carlos Enrique Cuevas-Suárez, Guillermo Grazioli.

Este preprint fue presentado bajo las siguientes condiciones:

- Los autores declaran que son conscientes de que son los únicos responsables del contenido del preprint y que el depósito en SciELO Preprints no significa ningún compromiso por parte de SciELO, excepto su preservación y difusión.
- Los autores declaran que se obtuvieron los términos necesarios del consentimiento libre e informado de los participantes o pacientes en la investigación y se describen en el manuscrito, cuando corresponde.
- Los autores declaran que la preparación del manuscrito siguió las normas éticas de comunicación científica.
- El manuscrito depositado está en formato PDF.
- Los autores aceptan que el manuscrito aprobado esté disponible bajo licencia [Creative Commons CC-BY](#).
- Los autores declaran que los datos, las aplicaciones y otros contenidos subyacentes al manuscrito están referenciados.
- El autor que presenta el manuscrito declara que las contribuciones de todos los autores y la declaración de conflicto de intereses se incluyen explícitamente y en secciones específicas del manuscrito.
- Los autores declaran que el manuscrito no fue depositado y/o previamente puesto a disposición en otro servidor de preprints o publicado en una revista.
- Si el manuscrito está siendo evaluado o siendo preparado para su publicación pero aún no ha sido publicado por una revista, los autores declaran que han recibido autorización de la revista para hacer este depósito.
- El autor que envía el manuscrito declara que todos los autores del mismo están de acuerdo con el envío a SciELO Preprints.
- Los autores declaran que la investigación que dio origen al manuscrito siguió buenas prácticas éticas y que las aprobaciones necesarias de los comités de ética de investigación, cuando corresponda, se describen en el manuscrito.
- Los autores aceptan que si el manuscrito es aceptado y publicado en el servidor SciELO Preprints, será retirado tras su retractación.