



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

Facultad de
ESTOMATOLOGÍA

**INFLUENCIA DE LÁMPARAS DE POLIMERIZACIÓN SOBRE LA
MICRODUREZA DE DOS RESINAS *BULK FILL***

**INFLUENCE OF CURING LIGHTS ON THE MICROHARDNESS OF
TWO BULK FILL RESINS**

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD
PROFESIONAL EN ODONTOLOGÍA RESTAURADORA Y ESTÉTICA

AUTOR:

C.D PATSI SALAZAR RAMOS

ASESORA:

MG. LEYLA ANTOINETTE DELGADO COTRINA

CO-ASESORA

DR. LIDIA YILENG TAY CHU JON

LIMA - PERÚ

2023

JURADO

Presidente: Mg. Janett Mas Lopez

Vocal: Mg. Natalia Henostroza Quintans

Secretario: Mg. Johanna Lizbeth Cuadros Sanchez

Fecha de Sustentación: 20 de octubre de 2023

Calificación: Aprobado

ASESORAS DE TESIS

ASESORA

Mg. Leyla Antoinette Delgado Cotrina

Departamento Académico de Clínica del Adulto

ORCID: 0000-0002-3027-178X

CO-ASESORA

Dr. Lidia Yileng Tay Chu Jon

Departamento Académico de Clínica del Adulto

ORCID: 0000-0002-1656-2804

DECLARACIONES Y CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflictos de interés

RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD

Influencia de lámparas de polimerización sobre la microdureza de dos resinas bulk fill

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	6%
2	repositorio.upch.edu.pe Fuente de Internet	6%
3	repositorio.upsjb.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Cientifica del Sur Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.ufsc.br Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Catolica De Cuenca Trabajo del estudiante	1%
7	www.researchgate.net Fuente de Internet	1%
8	Allan Gutierrez-Leiva, César Pomacóndor-Hernández. "Comparación de la profundidad de polimerización de resinas compuestas bulk fill obtenida con dos unidades de	<1%

TABLA DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	4
III. MATERIALES Y MÉTODOS	5
IV. RESULTADOS	9
V. DISCUSIÓN	10
VI. CONCLUSIÓN	15
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16
VIII. TABLAS	23
ANEXOS	26

RESUMEN

Antecedentes: Existen dispositivos de luz de alta intensidad con diferentes características y esto puede influenciar en las propiedades de las resinas compuestas *bulk fill*, que son utilizadas en grandes incrementos y necesitan cierta irradiancia para polimerizar correctamente. **Objetivo:** Evaluar la influencia de diferentes lámparas de polimerización sobre la microdureza de dos resinas *bulk fill*.

Materiales y métodos: Se confeccionaron discos de 5x5x4 mm utilizando un solo incremento de 4mm de las resinas *bulk fill* color A2. Luego, se fotopolimerizaron con las siguientes lámparas LED: Valo (Ultradent, South Jordan, EE.UU.), Elipar L (3M ESPE, St. Paul, EE.UU.), LED F (Woodpecker Medical Instrument Co., Guilin, China) y Noblesse (Max Dental Co, Bucheon-si, Gyeonggi, Corea). La microdureza superficial de Vickers MMT (Buehler) se evaluó en la superficie superior e inferior de cada disco, y con ello se determinó la profundidad de polimerización. Después de 24 horas, se obtuvieron y analizaron los datos mediante un ANOVA y la prueba Scheffé con un nivel de confianza de 0.5%. **Resultados:** Para la resina Filtek One Bulk Fill®, no se encontró diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) con las diferentes lámparas. Sin embargo, para la resina Opus Bulk Fill APS® se encontró los menores valores utilizando la lámpara Elipar L y Noblesse. **Conclusión:** Las lámparas de fotopolimerización no influyen sobre la microdureza en la resina Filtek One Bulk Fill®, pero en la resina Opus Bulk Fill APS® las lámparas Valo y LED F tuvieron los mayores valores de microdureza.

Palabras claves: Polimerización, resinas compuestas, dureza (DeCS).

ABSTRACT

Background: There are high intensity light devices with different characteristics and this can influence the properties of bulk fill composite resins, which are used in large increments and require certain irradiance to polymerize correctly.

Objective: To evaluate the influence of different curing lights on the microhardness of two bulk fill resins. **Materials and methods:** Discs of 5x5x4 mm were made using a single 4mm increment of A2 color bulk fill resins. Then, they were light-cured with the following LED lamps: Valo (Ultradent, South Jordan, USA), Elipar L (3M ESPE, St. Paul, USA), LED F (Woodpecker Medical Instrument Co., Guilin, China) and Noblesse (Max Dental Co, Bucheon-si, Gyeonggi, Korea). The surface microhardness of Vickers MMT (Buehler) was evaluated on the upper and lower surface of each disc, and with this the polymerization depth was determined. After 24 hours, data were obtained and analyzed using ANOVA and the Scheffé test with a confidence level of 0.5%. **Results:** For Filtek One Bulk Fill® resin, no statistically significant differences ($p>0.05$) were found with the different lamps. However, for the Opus Bulk Fill APS® resin, the lowest values were found using the Elipar L and Noblesse lamp. **Conclusion:** The light-curing lamps do not influence the microhardness in the Filtek One Bulk Fill® resin, but in the Opus Bulk Fill APS® resin the Valo and LED F lamps had the highest microhardness values.

Keywords: Polymerization, composite resins, hardness (DeCS).

I. INTRODUCCIÓN

Los materiales de resina compuesta se introdujeron en la odontología como una propuesta para reemplazar el uso de amalgamas, estos materiales permitieron una preparación de la cavidad de forma muy conservadora y en diversos estudios presentaban una longevidad aceptable en restauraciones de clase 1 y 2 (1,2,3). Sin embargo, una de las desventajas de las resinas convencionales es que en cavidades profundas se debe aplicar mediante la técnica incremental, esto significa el uso de varias capas de resina y la fotopolimerización de cada incremento para conseguir mayor grado de conversión y reducir el estrés de contracción de polimerización, lo que genera aumento del tiempo en la confección de una restauración (4,5).

Una tendencia en la atención dental es disminuir el tiempo clínico realizando procedimientos más rápidos y prácticos para la mayor comodidad del paciente, además de evitar errores en los procedimientos. Ante esta necesidad y con el avance tecnológico se ha modificado la matriz, el relleno e iniciadores de las resinas compuestas. Así, la resina *bulk fill* es un material de restauración con mayor translucidez, menor porcentaje de partículas de relleno y de mayor tamaño, además de presentar fotoiniciadores adicionales (6,7), lo que genera mayor penetración de la luz cuando se aplica en grandes incrementos (4 - 5 mm) en restauraciones profundas del sector posterior, así como también una reducción del estrés de contracción de polimerización, riesgo de contaminación y la formación de burbujas (4).

Las resinas *bulk fill* precisan de una fuente de luz con cierta emitancia radiante para lograr una adecuada polimerización. En la actualidad las fuentes más usadas son en

base a diodos emisores de luz (LED) de segunda generación que tienen múltiples diodos en un solo chip con una intensidad lumínica de 1000 mW/cm² y con una luz azul de espectro estrecho entre 410-470 nm, que no polimerizan todas las resinas compuestas. Por otro lado, están las de tercera generación que tienen una emitancia radiante de 1000-3000 mW/cm² que logran activar a los fotoiniciadores como la alcanforquinona (450-490 nm) y otros fotoiniciadores alternativos como Ivocerina, Lucerina y 1-fenil-1,2-propanediona (PPD) que actúan entre los 375-420 nm (8,9).

Cada material de restauración presenta sus instrucciones de fotopolimerización, sin embargo, no todos conocen los efectos adversos de no seguir estas indicaciones ya que pueden ser afectadas las propiedades mecánicas-físicas de los diferentes tipos de materiales (10).

Existen algunos factores que pueden afectar la polimerización los materiales compuestos de resinas como: la translucidez de las resinas que permiten la transmisión de luz a través de su espesor; el tiempo de polimerización que se puede reducir aumentando la potencia de irradiación; el grosor de las resinas como por ejemplo, que permite la mayor transmisión de la luz a través de las resinas *bulk fill* en comparación con las resinas convencionales; el uso de la unidad LED que se utilice para la activación de más fotoiniciadores; según el diámetro de la cavidad puede ser necesario aumentar el tiempo de exposición para lograr una polimerización más eficiente; de acuerdo a la ubicación de la cavidad se recomienda que la guía de la lámpara incida en un ángulo de 90 con respecto a la superficie de la resina; la distancia de la guía de la lámpara de polimerización a la superficie de la resina debe ser mínima; el uso de diferentes espesores de resina que se deben

polimerizar se podría recomendar duplicar el tiempo de exposición; el tipo de relleno de la resina influyen en la capacidad de transmisión de la luz y el aumento de la temperatura durante la polimerización de la resina conduce a un mayor grado de conversión (11-13).

Existen diversas marcas de lámparas LEDs en el mercado que presentan diferentes características, pero no existen estudios que comparen la eficiencia de estas lámparas en las resinas *bulk fill*. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio es evaluar la influencia de diferentes lámparas de polimerización sobre la microdureza de dos resinas *bulk fill*.

II. OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar la influencia de diferentes lámparas de fotopolimerización sobre la microdureza de dos resinas *bulk fill*.

Objetivos específicos

1. Comparar la microdureza superficial de la resina Filtek One Bulk Fill (3M ESPE, St. Paul, EE.UU) polimerizadas con las lámparas Valo, Elipar L, LED F y Noblesse.
2. Comparar la microdureza superficial de la resina Opus Bulk Fill APS (FGM, Joinville, SC, Brasil) polimerizadas con las lámparas Valo, Elipar L, LED F y Noblesse.
3. Determinar la profundidad de polimerización de las resinas Filtek One Bulk Fill y Opus Bulk Fill APS polimerizadas con las lámparas Valo, Elipar L, LED F y Noblesse.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño del estudio

Experimental *in vitro*.

Muestra

Se elaboraron especímenes de composite en forma de disco de 5x5x4 mm de las resinas *bulk fill*, Filtek One Bulk Fill (3M ESPE St. Paul, EE.UU.), Opus Bulk Fill APS (FGM, Joinville, Brasil); y discos de 5x5x2 mm de las resinas compuestas, Filtek Z350(3M ESPE St. Paul, EE.UU.) y Opallis (FGM, Joinville, Brasil). Las características de las lámparas se muestran en la Tabla 1. El tamaño muestral se determinó según investigaciones previas (11-14). Los grupos de estudio fueron:

Grupo 1: Resina Filtek One Bulk Fill - lámpara Valo

Grupo 2: Resina Filtek One Bulk Fill - lámpara Elipar L

Grupo 3: Resina Filtek One Bulk Fill - lámpara LED F

Grupo 4: Resina Filtek One Bulk Fill - lámpara Noblesse

Grupo 5: Resina Opus Bulk Fill APS - lámpara Valo

Grupo 6: Resina Opus Bulk Fill APS - lámpara Elipar L

Grupo 7: Resina Opus Bulk Fill APS - lámpara LED F

Grupo 8: Resina Opus Bulk Fill APS - lámpara Noblesse

Grupo 9: Resina Filtek Z350 - lámpara Valo

Grupo 10: Resina Opallis - lámpara Valo

Definición operacional de variables

a) Tipo de lámpara: Accesorio que emite una luz en cierta longitud de onda para polimerizar materiales resinosos. Variable cualitativa, politómica y nominal. Las categorías son: Valo, Elipar L, LED F y Noblesse.

b) Microdureza superficial: Resistencia de un objeto a la deformación plástica después de someterse a una fuerza. Variable cuantitativa, continua y de razón. Los valores se obtendrán en kgf/mm² (Microdureza de Vickers) generados por el microdurómetro.

c) Resina *bulk fill*: Material restaurador compuesto utilizado para restaurar la estructura dental perdida. Variable cualitativa, politómica y nominal. Las categorías son Filtek One Bulk Fill (3M) y Opus Bulk Fill APS (FGM) (Ver Anexo).

Procedimientos y técnicas

a) Confección de los especímenes:

Los discos de resina fueron elaborados mediante un molde con un orificio central de dimensiones 5x5x4 mm para las resinas *bulk fill*, y 5x5x2 mm para el grupo control. Para la confección de los especímenes se utilizó un fondo negro (cartulina) y encima de esta se colocó una platina de vidrio y una cinta celuloide. Luego, se colocó la matriz con una capa ligera de vaselina líquida en la superficie interna, para evitar que el material resinoso se adhiera al molde; seguidamente, se colocó las resinas en un único incremento con ayuda de una espátula para resina (Hu-Friedy Mfg. Co., Chicago, EE.UU.). A continuación, se cubrió el molde con otra lámina de cinta celuloide y sobre esta, una nueva placa de vidrio, para asegurarnos

de obtener una superficie lisa. Se colocó una pesa de 1kg encima de la última placa de vidrio durante 30 segundos para evitar excesos. Para la fotopolimerización se confeccionó posicionadores de silicona para evitar la angulación de la guía de la lámpara. La fotopolimerización del material resinoso se realizó durante 20s para las resinas Filtek Z350, Opallis, Filtek One Bulk Fill y para la resina Opus Bulk Fill APS se utilizó un tiempo de 30 segundos. Luego se retiró la pesa y la placa de vidrio, y se procedió a la fotopolimerización con los diferentes tipos de lámparas LED: Valo (Ultradent, South Jordan, EE.UU) en la modalidad standar power (1000 mW/cm²) , Elipar L (3M ESPE, St. Paul, EE.UU) en su modalidad única (1470 mW/cm²), LED F (Woodpecker Medical Instrument Co., Guilin, China) en modo normal (1000 mW/cm²-1200 mW/cm²) y Noblesse (Max Dental Co, Bucheon-si, Gyeonggi, Corea) en la modalidad normal (1200 mW/cm²). La fotopolimerización se llevó a cabo colocando la punta de la lámpara en el posicionador de silicona en íntimo contacto con la cinta celuloide. Una vez terminados los discos, fueron almacenados en un ambiente seco, protegidos de la luz con una cobertura de papel de aluminio durante 24 horas. La superficie superior e inferior se marcó para diferenciarlas.

b) Microdureza superficial

La evaluación de la microdureza se realizó después de 24 horas de su confección, en las instalaciones del laboratorio High Technology Certificate. Se aplicó una fuerza de 0,1 kgf durante 30 segundos en 8 puntos de cada disco, cuatro en la superficie superior y cuatro en la inferior, con la ayuda del microdurómetro Vickers. Luego, los valores de los 4 puntos se promediaron y ese fue el valor medio de cada superficie de la muestra.

c) Profundidad de polimerización (%)

Para la obtención de profundidad de polimerización medimos la microdureza Vickers en la superficie superior e inferior. Según la norma ISO 4049 un material se considera completamente polimerizado cuando la dureza de la superficie de la parte inferior es al menos el 80% de la de la parte superior (15-17).

Aspectos éticos del estudio

La investigación fue presentada al Comité Institucional de Ética de la UPCH para que se cumpla con el trámite de registro. No fue necesario más permisos debido a la naturaleza del estudio, experimental *in vitro*, porque no contó con la participación de humanos ni animales de experimentación. Además, se solicitó permiso para realizar la evaluación en las instalaciones del laboratorio High Technology Certificate y en el laboratorio de materiales dentales de la Facultad de Estomatología de la Universidad peruana Cayetano Heredia.

Plan de análisis

Los datos se analizaron en Software estadístico SPSS, para obtener media y desviación estándar. Luego, la normalidad en los datos se comprobó mediante la Prueba Shapiro Wilk. Además, se aplicó la prueba ANOVA/ Scheffé con el fin de determinar las diferencias significativas entre las resinas y las lámparas de fotopolimerización. El nivel de confianza utilizado fue de 95% con un valor de $p < 0.05$.

IV. RESULTADOS

En la Tabla 1 se muestra que los valores de microdureza en la superficie superior e inferior de la resina Filtek Z350 fotopolimerizada con la lámpara Valo fue significativamente mayor en comparación con la resina Filtek One Bulk Fill fotopolimerizada con cualquiera de las lámparas evaluadas ($p < 0.05$). No hubo diferencia significativa en la microdureza en la superficie de la resina Filtek One Bulk fill fotopolimerizada con las diferentes lámparas ($p < 0.05$).

Los valores de microdureza en la superficie superior de la resina Opus Bulk Fill APS fotopolimerizada con la lámpara Valo fue significativamente mayor seguida de la fotopolimerización con lámpara LED F ($p < 0.05$). Como se visualiza en la Tabla 1, en la superficie inferior de la resina Opallis fotopolimerizada con la lámpara Valo presentó el mayor valor de microdureza, seguida de la resina Opus Bulk Fill APS fotopolimerizada con lámpara LED F y Valo, mientras que los menores valores de esta resina se encontraron cuando se utilizó la lámpara Elipar L y la lámpara Noblesse.

En relación a la profundidad de polimerización (PP) se observa que la resina Filtek Z350 y la resina Opallis fotopolimerizadas con la lámpara Valo y la resina Filtek One Bulk Fill fotopolimerizada con la lámpara Noblesse obtuvieron valores que sobrepasaron el 80% de PP (Gráfico 1).

V. DISCUSIÓN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar la influencia de diferentes lámparas de fotopolimerización sobre la microdureza de dos resinas *bulk fill*.

Se observó que la microdureza en la resina Filtek One Bulk fill no se vio influenciada por el tipo de lámpara utilizada durante la polimerización. Sin embargo, para la resina Opus Bulk Fill APS se encontró diferencias cuando se utilizaron las diferentes lámparas. Estas diferencias pueden deberse a factores como la composición de las resinas y el porcentaje de relleno que poseen las resinas *bulk fill*. La resina Filtek One Bulk Fill presenta un porcentaje de relleno inorgánico de 76.5% y la resina Opus Bulk Fill APS un 79%, por lo tanto, en la resina de menor porcentaje de relleno sus partículas ocuparían menos espacio y esto permitiría mejor paso de la luz, logrando una polimerización satisfactoria (18-21).

La resina Opus Bulk Fill APS presenta un Sistema de Polimerización Avanzado (APS), y el fabricante indica que esto es una combinación de diferentes fotoiniciadores que interactúan entre sí para amplificar la capacidad de fotopolimerización de las unidades LEDs con longitudes de onda más largas o más cortas, minimizando la variación de color y la opacidad antes y después de la polimerización (22). Sin embargo, en un estudio realizado por Jung et al, indica que algunos fotoiniciadores absorben la mayoría de los fotones de longitudes de onda cortas en las capas superficiales y esto no permite penetrar en las capas profundas (23), lo que también explicaría el por qué se obtuvo los valores menores de microdureza en la resina Opus Bulk Fill APS.

Las lámparas de fotopolimerización deben cumplir con dos requisitos básicos: primero, la longitud de onda de la lámpara debe estar en el rango requerido por el fotoiniciador de la resina y, en segundo lugar, debe emitirse una radiación que, multiplicada por el tiempo de exposición adecuado, sea suficiente para polimerizar los incrementos de resina (24-27).

Según el estudio de Lima *et al.* para una correcta polimerización de las resinas *bulk fill*, se necesitan lámparas LED (mononda o polionda) con una irradiancia ≥ 1000 mW/cm² y 20 segundos de tiempo de exposición (28). En otro estudio realizado por Maximov *et al.* se determinó que el tiempo de polimerización es un factor principal para las resinas *bulk fill* y que la irradiancia es un factor importante que va a influir en la microdureza (29). En el presente estudio todas las unidades LEDs que se utilizaron presentaron el valor necesario de irradiancia, esto se comprobó mediante el uso del radiómetro Bluephase Meter II donde se obtuvo resultados mayores a 1000 mW/cm²; y las resinas se fotopolimerizaron según el tiempo indicado por el fabricante, es decir, 20 s para las resinas Filtek Z350, Filtek One Bulk Fill, Opallis; y un tiempo de 30 s para la resina Opus Bulk Fill APS. Sin embargo, se encontró diferencias para la resina Opus Bulk Fill APS por que se obtuvo menor grado de microdureza.

Las resinas polimerizadas con la lámpara Valo obtuvieron los valores más altos en la superficie superior e inferior en comparación con las otras lámparas de fotopolimerización. Esto puede explicarse porque algunos estudios afirmaron que esta lámpara tiene un mayor rango de longitud de onda (385-515 nm), y esto se debería a que en su composición tiene dos salidas de luz violeta y azul, lo que permite fotopolimerizar de manera correcta a un mayor número de fotoiniciadores

que existen en las resinas (30). Las otras lámparas utilizadas en este estudio mostraron valores sin diferencia significativa con respecto a la resina Filtek One Bulk Fill. Estas lámparas son muy populares y pertenecen a la segunda generación de luz LED, las cuales están diseñadas para fotopolimerizar la alcarforquinona, que corresponde al fotoiniciador presente en la mayoría de resinas compuestas (31,32). En el presente estudio para la resina Opus Bulk Fill APS se aplicó un tiempo de polimerización de 30 segundos, según lo indicado por el fabricante, y se obtuvo los menores valores de microdureza; a pesar de que todas las lámparas utilizadas se encontraban con el rango de longitud de onda requerido.

Los valores de microdureza pueden mejorar cuando se utilizan lámparas de menor intensidad y se aumenta el tiempo de fotopolimerización, esto resulta en un incremento de la energía emitida a la resina compuesta (14). En un estudio realizado por Barcelos et al. se recomienda que para el uso de la resina Opus Bulk Fill APS se debe dar el tiempo de 40 segundos para mejorar sus propiedades (33).

Por otro lado, la profundidad de polimerización (PP) determina el grosor máximo de resina compuesta que se puede colocar para lograr una polimerización adecuada. Sin embargo, una relación porcentual entre la superficie inferior y la superior nos indica un valor fiable para la PP. Se considera una adecuada PP cuando se alcanza valores iguales o superiores al 80% (15-17,34,35), pero utilizar incrementos de 4 mm para las resinas *bulk fill* podría ocasionar un problema en la distribución y una atenuación de la luz debido a la profundidad. Esto se evidenció en los resultados de menor profundidad de polimerización en la resina Opus Bulk Fill APS

fotopolimerizada con las diferentes lámparas y en la resina Filtek One Bulk Fill fotopolimerizada con la lámpara Valo, Elipar L y LED F.

Los mayores valores de PP en este estudio se presentó con la resina Opallis y la resina Filtek Z350 las cuales fueron utilizadas con incrementos de 2mm y fotopolimerizadas con la lámpara Valo. Además, también la resina Filtek One Bulk Fill que se colocó en incrementos de 4 mm y se fotopolimerizaron con la lámpara Noblesse, presentó valores mayores al 80% de PP, lo que indica que obtuvieron mejores resultados de polimerización.

Diferentes estudios consideran a la lámpara Valo un Gold Estándar por presentar un diodo emisor de luz de longitud de onda múltiple que produce una luz de alta intensidad de 385-515nm, capaz de polimerizar todos los materiales dentales (36). Cuando se hizo la medición con el radiómetro Bluephase Meter II se obtuvo el mayor valor de irradiancia en la lámpara Noblesse, por lo que al fotopolimerizar la resina Filtek One Bulk Fill se obtendría como resultado uno de los mayores valores de microdureza.

En este estudio las lámparas funcionan a batería, y antes de fotopolimerizar las resinas, estas unidades se cargaron en su totalidad. Tongtaksin *et al.* observaron que la carga de la batería influía en la intensidad de la luz emitida por algunas unidades de fotopolimerización y afectó a la estabilidad de la salida de intensidad luminosa, por lo que recomienda evaluar periódicamente la intensidad luminosa durante su uso, colocar la lámpara en su soporte de carga o mantener la batería completamente cargada (37).

El uso adecuado de las diferentes lámparas tendrá una importante influencia en la fotopolimerización de las resinas, y su eficiencia está relacionado con la intensidad, la longitud de onda, el tiempo, la distancia, el método de fotopolimerización, el espesor y la composición de la resina (38-41).

Se recomienda realizar nuevos estudios con otras metodologías para evaluar las características de las lámparas más utilizadas y conocer cuál es la influencia sobre las resinas para lograr obtener resultados satisfactorios y clínicamente aplicables.

VI. CONCLUSIÓN

Las lámparas de fotopolimerización no influyen sobre la microdureza en la resina Filtek One Bulk Fill®, sin embargo, para la resina Opus Bulk Fill APS® cuando fueron polimerizadas con las lámparas Valo y LED F presentaron los mayores valores de microdureza. Además, existe menor profundidad de polimerización de las resinas *bulk fill* en comparación a las resinas convencionales.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Chesterman J, Jowett A, Gallacher A, Nixon P. Bulk-fill resin-based composite restorative materials: a review. *Br Dent J.* 2017 Mar 10;222(5):337-344.
2. Van Ende A, De Munck J, Lise DP, Van Meerbeek B. Bulk-Fill Composites: A Review of the Current Literature. *J Adhes Dent.* 2017;19(2):95-109.
3. Rosa de Lacerda L, Bossardi M, Silveira Mitterhofer WJ, Galbiatti de Carvalho F, Carlo HL, Piva E, Münchow EA. New generation bulk-fill resin composites: Effects on mechanical strength and fracture reliability. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2019 Aug;96:214-218.
4. Bayrak GD, Yaman-Dosdogru E, Selvi-Kuvvetli S. The Effect of Two Different Light-Curing Units and Curing Times on Bulk-Fill Restorative Materials. *Polymers (Basel).* 2022 May 5;14(9):1885.
5. AlShaafi MM. Factors affecting polymerization of resin-based composites: A literature review. *Saudi Dent J.* 2017 Apr;29(2):48-58.
6. Siagian JS, Dennis D, Ikhsan T, Abidin T. Effect of Different LED Light-curing Units on Degree of Conversion and Microhardness of Bulk-fill Composite Resin. *J Contemp Dent Pract.* 2020 Jun 1;21(6):615-620.
7. Soto-Montero J, Nima G, Rueggeberg FA, Dias C, Giannini M. Influence of Multiple Peak Light-emitting-diode Curing Unit Beam Homogenization Tips on Microhardness of Resin Composites. *Oper Dent.* 2020 May/Jun;45(3):327-338.

8. Tsuzuki FM, de Castro-Hoshino LV, Lopes LC, Sato F, Baesso ML, Terada RS. Evaluation of the influence of light-curing units on the degree of conversion in depth of a bulk-fill resin. *J Clin Exp Dent*. 2020 Dec 1;12(12):e1117-e1123.
9. Par M, Marovic D, Attin T, Tarle Z, Tauböck TT. The effect of rapid high-intensity light-curing on micromechanical properties of bulk-fill and conventional resin composites. *Sci Rep*. 2020 Jun 29;10(1):10560.
10. Hasanain FA, Nassar HM, Ajaj RA. Effect of Light Curing Distance on Microhardness Profiles of Bulk-Fill Resin Composites. *Polymers (Basel)*. 2022 Jan 28;14(3):528.
11. Almuallem Z, McDonnell S, Busuttli-Naudi A, Santini A. The Effect of Irradiation Distance on Light Transmittance and Vickers Hardness Ratio of Two Bulk-fill Resin-based Composites. *Eur J Prosthodont Restor Dent*. 2016 Dec;24(4):203-214.
12. Maghaireh GA, Price RB, Abdo N, Taha NA, Alzraikat H. Effect of Thickness on Light Transmission and Vickers Hardness of Five Bulk-fill Resin-based Composites Using Polywave and Single-peak Light-emitting Diode Curing Lights. *Oper Dent*. 2019 Jan/Feb;44(1):96-107.
13. Gutierrez A, Pomacóndor C. Depth of cure comparison of bulk-fill resin composites with two LED: poliwavw versus monowave. *Odontol. Sanmarquina*. 2020; 23(2): 131-138.
14. Par M, Repusic I, Skenderovic H, Milat O, Spajic J, Tarle Z. The effects of extended curing time and radiant energy on microhardness and temperature

- rise of conventional and bulk-fill resin composites. *Clin Oral Investig.* 2019 Oct;23(10):3777-3788.
15. Bouschlicher MA, Rueggeberg FA, Wilson BM. Correlation of bottom-to-top surface microhardness and conversion ratios for a variety of resin composite compositions. *Oper Dent* 2004;29:698- 704.
 16. Heintze SD, Zimmerli B. Relevance of in vitro tests of adhesive and composite dental materials, a review in 3 parts. Part 1: Approval requirements and standardized testing of composite materials according to ISO specifications. *Schweiz Monatsschr Zahnmed.* 2011;121(9):804-16.
 17. Melendez D. Effect of environmental temperature and post-refrigeration bench time on polymerization of a universal and a bulk-fill resin composite. Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2021.
 18. Wang WJ, Grymak A, Waddell JN, Choi JJE. The effect of light curing intensity on bulk-fill composite resins: heat generation and chemomechanical properties. *Biomater Investig Dent.* 2021 Sep 29;8(1):137-151.
 19. Son SA, Park JK, Seo DG, Ko CC, Kwon YH. How light attenuation and filler content affect the microhardness and polymerization shrinkage and translucency of bulk-fill composites? *Clin Oral Investig.* 2017 Mar;21(2):559-565.
 20. Sampaio CS, Pizarro PG, Atria PJ, Hirata R, Giannini M, Mahn E. Effect of Shortened Light-Curing Modes on Bulk-Fill Resin Composites. *Oper Dent.* 2020 Sep 1;45(5):496-505.

21. Besegato JF, Jussiani EI, Andrello AC, Fernandes RV, Salomão FM, Vicentin BLS, Dezan-Garbelini CC, Hoepfner MG. Effect of light-curing protocols on the mechanical behavior of bulk-fill resin composites. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2019 Feb;90:381-387.
22. Shimokawa C, Turbino ML, Giannini M, Braga RR, Price RB. Effect of Curing Light and Exposure Time on the Polymerization of Bulk-Fill Resin-Based Composites in Molar Teeth. *Oper Dent*. 2020 May/Jun;45(3):E141-E155.
23. Jung JH, Park SH. Comparison of Polymerization Shrinkage, Physical Properties, and Marginal Adaptation of Flowable and Restorative Bulk Fill Resin-Based Composites. *Oper Dent*. 2017 Jul/Aug;42(4):375-386.
24. Lima RBW, Troconis CCM, Moreno MBP, Murillo-Gómez F, De Goes MF. Depth of cure of bulk fill resin composites: A systematic review. *J Esthet Restor Dent*. 2018 Nov;30(6):492-501.
25. Par M, Repusic I, Skenderovic H, Tarle Z. Wavelength-dependent light transmittance in resin composites: practical implications for curing units with different emission spectra. *Clin Oral Investig*. 2019 Dec;23(12):4399-4409.
26. Szalewski L, Wójcik D, Sofińska-Chmiel W, Kuśmierz M, Różyło-Kalinowska I. How the Duration and Mode of Photopolymerization Affect the Mechanical Properties of a Dental Composite Resin. *Materials (Basel)*. 2022 Dec 22;16(1):113.
27. Akiya S, Sato K, Kibe K, Tichy A, Hiraishi N, Prasansuttiorn T, Hosaka K, Foxton RM, Shimada Y, Nakajima M. Polymerization shrinkage of light-

- cured conventional and bulk-fill composites -The effect of cavity depth and post-curing. *Dent Mater J*. 2023 May 30;42(3):426-432.
28. Lima RBW, Melo AMDS, Dias JDN, Barbosa LMM, Santos JVDN, Souza GM, Andrade AKM, Assunção IV, Borges BCD. Are polywave light-emitting diodes more effective than monowave ones in the photoactivation of resin-based materials containing alternative photoinitiators? A systematic review. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2023 Jul;143:105905.
29. Maximov J, Dikova T, Dunchева G, Georgiev G. Influence of Factors in the Photopolymerization Process on Dental Composites Microhardness. *Materials (Basel)*. 2022 Sep 17;15(18):6459.
30. Shimokawa C, Sullivan B, Turbino ML, Soares CJ, Price RB. Influence of Emission Spectrum and Irradiance on Light Curing of Resin-Based Composites. *Oper Dent*. 2017 Sep/Oct;42(5):537-547.
31. Contreras SCM, Jurema ALB, Claudino ES, Bresciani E, Caneppele TMF. Monowave and polywave light-curing of bulk-fill resin composites: degree of conversion and marginal adaptation following thermomechanical aging. *Biomater Investig Dent*. 2021 Jul 26;8(1):72-78.
32. Jakupović S, Pervan N, Mešić E, Gavranović-Glamoč A, Bajzman A, Muratović E, Kazazić L, Kantardžić-Kovačević A. Assessment of Microhardness of Conventional and Bulk-Fill Resin Composites Using Different Light-Curing Intensity. *Polymers (Basel)*. 2023 May 10;15(10):2250.
33. Barcelos LM, Braga S, Pereira R, Price RB, Soares CJ. Effect of Using Manufacturer-recommended Exposure Times to Photo-activate Bulk-fill

- and Conventional Resin-based Composites. *Oper Dent.* 2023 May 1;48(3):304-316.
34. Rizzante FAP, Duque JA, Duarte MAH, Mondelli RFL, Mendonça G, Ishikiriama SK. Polymerization shrinkage, microhardness and depth of cure of bulk fill resin composites. *Dent Mater J.* 2019 Jun 1;38(3):403-410.
35. Rodriguez A, Yaman P, Dennison J, Garcia D. Effect of Light-Curing Exposure Time, Shade, and Thickness on the Depth of Cure of Bulk Fill Composites. *Oper Dent.* 2017 Sep/Oct;42(5):505-513.
36. Rocha MG, Roulet JF, Sinhoreti MAC, Correr AB, Oliveira D. Light Transmittance and Depth of Cure of a Bulk Fill Composite Based on the Exposure Reciprocity Law. *Braz Dent J.* 2021 Jan-Feb;32(1):78-84.
37. Tongtaksin A, Leevailoj C. Battery Charge Affects the Stability of Light Intensity from Light-emitting Diode Light-curing Units. *Oper Dent.* 2017 Sep/Oct;42(5):497-504.
38. Price RB, Ferracane JL, Hickel R, Sullivan B. The light-curing unit: An essential piece of dental equipment. *Int Dent J.* 2020 Dec;70(6):407-417.
39. Grazioli G, Cuevas-Suarez CE, Mederos M, DE Leon E, Garcia A, Zamarripa-Calderón E, Piva E. Evaluation of irradiance and radiant exposure on the polymerization and mechanical properties of a resin composite. *Braz Oral Res.* 2022 Jun 10;36:e082.
40. Dikova T, Maximov J, Todorov V, Georgiev G, Panov V. Optimization of Photopolymerization Process of Dental Composites. *Processes.* 2021; 9(5):779.

41. Price RBT. Light Curing in Dentistry. Dent Clin North Am. 2017
Oct;61(4):751-778.

VIII. TABLAS

Tabla 1: Media y desviación estándar de los valores de microdureza de Vickers superior e inferior de las resinas evaluadas según el tipo de lámpara.

RESINA	TIPO DE LÁMPARA	SUP	INF
Filtek Z350	Valo	62.7 (2.61)d	57.94 (2.96)d
Filtek One Bulk Fill	Valo	53.72 (0.56)c	40.38 (2.84)c
	Elipar L	51.2 (3.50)bc	38.94 (2.28)c
	Noblesse	54.24 (1.90)c	44.04 (2.84)c
	Led F	54.82 (1.95)c	42.14 (1.49)c
Opallis	Valo	39.52 (1.09)a	38.7 (1.15)c
Opus Bulk Fill APS	Valo	51.42 (3.94)bc	27.52 (1.17)b
	Elipar L	40.98 (2.46)a	22.98 (1.83)ab
	Noblesse	39.22 (2.99)a	19.94 (2.02)a
	Led F	45.96 (1.98)ab	29.04 (2.59)b

Las letras minúsculas diferentes muestran diferencias significativas entre los grupos según el análisis ANOVA y Scheffé.

Tabla 2: Información del fabricante de las resinas compuestas.

MATERIAL	CLASIFICACIÓN	TONO	MATRIZ ORGÁNICA	RELLENO	%RELLENO PESO/ VOLUMEN	FABRICANTE	LOTE
Filtek Z350 XT	Resina compuesta nanoparticulada	A2	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, PEGDMA y bis-EMA	Sílice de 20 nm, zirconio de 4 a 11 nm. Partículas agrupadas promedio de 0,6 a 10 micras (78,5% por peso y 63,3% por volumen). Fotoiniciador: Alcanforquinona	78.5/ 63.3	3M Oral Care (St Paul, MN, USA)	NF37262
Opallis	Resina compuesta Nanohíbrida	A2	Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA, y TEGDMA	Vidrio de bario-aluminio, Vidrio de bario-aluminio, silicatos silanizados, nanopartículas de dióxido de silicio, canforquinona, aceleradores, estabilizadores y pigmentos	78.5/ 57%	FGM (Joinville, SC, Brazil)	240822
Filtek One Bulk Fill	Resina compuesta <i>bulk fill</i>	A2	AUDMA, UDMA, AFM, y 1,12-dodecanediol-DMA.	Sílice de 20 nm, zirconio de 4 a 11 nm, relleno agrupado de sílice/zirconio, trifluoruro de iterbio de 100 nm (76,5% por peso y 58,4% por volumen). Fotoiniciador: Alcanforquinona	76.5/58.5	3M Oral Care (St Paul, MN, USA)	NF29092
Opus Bulk Fill APS	Resina compuesta <i>bulk fill</i>	A2	TEG-DMA, bis-EMA, UDMA	Silicio silanizado dióxido, estabilizadores y pigmentos	79/68	FGM (Joinville, SC, Brazil)	200722

Tabla 3: Características de lámparas de polimerización

TIPO DE LÁMPARA	RANGO DE LONGITUD DE ONDA	INTENSIDAD	TIEMPOS DE POLIMERIZACIÓN
VALO	385-515 nm	STANDAR POWER: 1000 mW/cm ²	20s en Resina Filtek Z350, resina Filtek One Bulk Fill y resina Opallis 30 s en resina Opus Bulk Fill APS
ELIPAR 3M	430-480nm	1470 mW/cm ² (-10%/+20%)	20s en Resina Filtek Z350, resina Filtek One Bulk Fill y resina Opallis 30 s en resina Opus Bulk Fill APS
NOBLESSE	430-490 nm	NORMAL: 1200 mW/cm ²	20s en Resina Filtek Z350, resina Filtek One Bulk Fill y resina Opallis 30 s en resina Opus Bulk Fill APS
LED F	420-480 nm	MODO NORMAL: 1000- 1200 mW/cm ²	20s en Resina Filtek Z350, resina Filtek One Bulk Fill y resina Opallis 30 s en resina Opus Bulk Fill APS

ANEXOS

Cuadro 1: Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	TIPO / ESCALA	VALORES
Tipo de lámpara	Accesorio que emite una luz en cierta longitud de onda para polimerizar materiales resinosos	Lámparas LEDs utilizadas en la polimerización de las resinas <i>bulk fill</i>	Tipo de lámpara seleccionada	Cualitativa Politómica Nominal	Valo Elipar L Led F Noblesse
Microdureza superficial	Resistencia de un objeto a la deformación plástica después de someterse a una fuerza	Medición de la indentación dejada en un cuerpo de prueba por el microdurómetro de Vickers	Microdurómetro que genera valores de Microdureza de Vickers (HV)	Cuantitativa Continua De razón	kgf/mm ²
Resina <i>Bulk Fill</i>	Material restaurador compuesto utilizado para restaurar la estructura dental perdida.	Resinas compuestas bulk fill modificadas para disminuir el tiempo de trabajo clínico	Tipo de resina seleccionada	Cualitativa Politómica Nominal	Filtek One Bulk Fill (3M) Opus Bulk Fill APS (FGM)

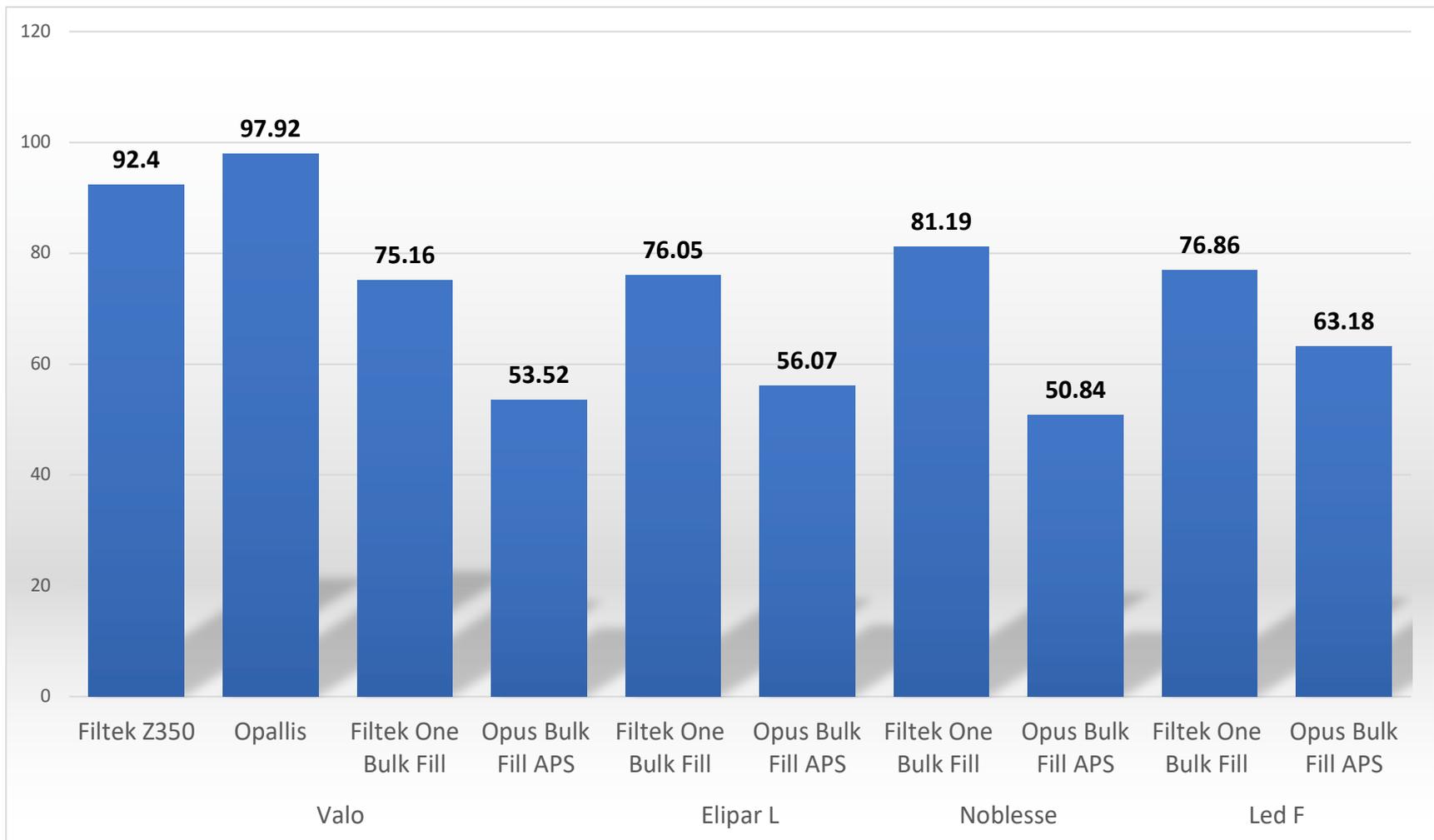


Gráfico 1: Profundidad de polimerización de las resinas evaluadas según el tipo de lámpara.