



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**

Facultad de  
**ESTOMATOLOGÍA**

MICRODUREZA SUPERFICIAL DE RESINAS BULK FILL SEGÚN TIEMPO DE  
FOTOPOLIMERIZACIÓN DE DIFERENTES LÁMPARAS LED

SURFACE MICROHARDNESS OF BULK FILL RESINS ACCORDING TO THE  
LIGHT CURING TIME OF DIFFERENT LED LAMPS

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE SEGUNDA

ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN ODONTOLOGÍA RESTAURADORA Y  
ESTÉTICA

AUTOR

STEPHANY TRUJILLO FLORES

ASESOR

LIDIA YILENG TAY CHU JON

CO- ASESOR

LEYLA ANTOINETTE DELGADO COTRINA

LIMA - PERÚ

2024



## **JURADO**

Presidente: Mg. Esp. Janett Mas Lopez

Vocal: Mg. Natalia Henostroza Quintans

Secretario: Esp, Leydi Fiorela Ordoñez Reyes

Fecha de Sustentación 13 diciembre de 2024

Calificación: Aprobado con Honores

**ASESORES DE TESIS**

**ASESOR**

DRA. LIDIA YILENG TAY CHU JON

Departamento Académico de Clínica Estomatológica

ORCID: 0000-0002-1656-2804

**CO-ASESOR**

MG. LEYLA ANTOINETTE DELGADO COTRINA

Departamento Académico de Clínica Estomatológica

ORCID: 0000-0002-3027-178X

## **DEDICATORIA**

Este logro está dedicado a mi madre que es mi soporte y mi apoyo siempre, y a la perseverancia que nos mueve a cada uno por ser mejores día a día.

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias a los profesores que me transmitieron sus conocimientos y algunos de ellos sirvieron para motivarme e inspirarme a ser mejor.

## **FUENTES DE FINANCIAMIENTO**

Autofinanciado

## **DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS**

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

## RESULTADO DE INFORME DE SIMILITUD



UNIVERSIDAD PERUANA  
CAYETANO HEREDIA

Facultad de  
ESTOMATOLOGÍA

MICRODUREZA SUPERFICIAL DE RESINAS BULK FILL SEGÚN TIEMPO DE  
FOTOPOLIMERIZACIÓN DE DIFERENTES LÁMPARAS LED

SURFACE MICROHARDNESS OF BULK FILL RESINS ACCORDING TO THE  
LIGHT CURING TIME OF DIFFERENT LED LAMPS

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE SEGUNDA

ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN ODONTOLOGÍA RESTAURADORA Y  
ESTÉTICA

AUTOR

STEPHANY TRUJILLO FLORES

ASESOR

LIDIA YILENG TAY CHU JON

CO- ASESOR

LEYLA ANTOINETTE DELGADO COTRINA

LIMA - PERÚ

2024



### 16% Similitud estándar

Filtros

#### Fuentes

Mostrar las fuentes solapadas  

1 Internet



hdl.handle.net

7%

36 bloques de texto 298 palabra que coinciden

2 Internet



repositorio.upch.edu.pe

5%

22 bloques de texto 224 palabra que coinciden

3 Internet



journalhealthscience.pgskroton.com.br

<1%

2 bloques de texto 28 palabra que coinciden

## TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
Resumen	
Abstract	
I. Introducción	1
II. Objetivos	4
III. Materiales y Métodos	5
IV. Resultados	11
V. Discusión	14
VI. Conclusiones	18
VII. Referencias Bibliográficas	19
Anexos	



## RESUMEN

La Microdureza superficial de las resinas *Bulk Fill* pueden ser influenciadas de diversas maneras ya sea por el tipo de lámpara, composición de la resina o tiempo de fotopolimerización. En base a ello, el objetivo de este estudio fue evaluar la Microdureza superficial de las resinas *Bulk Fill* luego de la fotopolimerización con diferentes lámparas LED en tiempos de 20 y 40 segundos. El diseño del estudio fue experimental in vitro, las muestras estuvieron conformadas por especímenes de resina de forma circular con diámetro de 5 mm x 4 mm de altura (n=5), se evaluaron las resinas Filtek *Bulk Fill* (3M) color A2 y Tetric N Ceram *Bulk Fill* (Ivoclar) color A2 fotopolimerizadas con las lámparas Valo™ Grand (Ultradent), Elipar™ Deep Cure-L (3M), Woodpecker Led F (Woodpecker), Bluephase N MC (Ivoclar) durante 20 y 40 segundos. Se evaluó la microdureza de todas las muestras en la parte superior e inferior, con el microdurómetro de Vickers. Se utilizó la prueba Anova/Tukey para poder determinar las diferencias significativas entre los valores obtenidos según las resinas, las lámparas de fotopolimerización y el tiempo. El nivel de confianza fue de un 95% con un valor de  $p < 0.05$ . La resina *Bulk Fill* (3M) color A2 tuvo mejores valores de Microdureza con la lámpara Woodpecker Led F (Woodpecker) presentando diferencia significativa respecto a las demás lámparas a los 20 segundos y la resina Tetric N Ceram *Bulk Fill* (Ivoclar) color A2 presentó mejores valores con la lámpara Valo™ Grand (Ultradent) con diferencia significativa a los 20 segundos. Los valores de Microdureza superficial fueron aceptables en ambas resinas pero se identificó que pueden variar de acuerdo al tipo de lámpara y a la composición (coincinadores, monómeros) que presenta cada resina.

Palabras claves: resinas, polimerización, lámparas (DeCS).

## ABSTRACT

The surface microhardness of Bulk Fill resins can be influenced in several ways either by the type of lamp, resin composition or light curing time. Based on this, the objective of this study was to evaluate the surface microhardness of Bulk Fill resins after light curing with different LED lamps at times of 20 and 40 seconds. The design of the study was experimental in vitro, the samples consisted of circular resin specimens with a diameter of 5 mm x 4 mm in height (n=5), Filtek Filtek One Bulk Fill (3M) color A2 and Tetric N Ceram Bulk Fill (Ivoclar) color A2 resins light cured with Valo™ Grand (Ultradent), Elipar™ Deep Cure-L (3M), Woodpecker Led F (Woodpecker), Bluephase N MC (Ivoclar) lamps for 20 and 40 seconds were evaluated. The microhardness of all specimens was evaluated at the top and bottom, using Vickers microhardness tester. The Anova/Tukey test was used to determine the significant differences between the values obtained according to resins, light-curing lamps and time. The confidence level was 95% with a value of  $p < 0.05$ . The Bulk Fill resin (3M) color A2 had better Microhardness values with the Woodpecker Led F lamp (Woodpecker) presenting a significant difference with respect to the other lamps at 20 seconds and the Tetric N Ceram Bulk Fill resin (Ivoclar) color A2 presented better values with the Valo™ Grand lamp (Ultradent) with a significant difference at 20 seconds. The surface microhardness values were acceptable in both resins but it was identified that they can vary according to the type of lamp and the composition (co-initiators, monomers) that each resin presents.

Keywords: resins, polymerization, lamps (DeCS).

## I. INTRODUCCIÓN

Las resinas *Bulk Fill* llegan al mercado ofreciendo ventajas como la simplificación de las restauraciones directas, es así que la mayor ventaja de estas resinas es la aplicación en un solo incremento de hasta 5 mm de grosor, de esta manera se reduce el tiempo clínico, los defectos y porosidad de la restauración.(1) Esta resina *Bulk Fill* tiene un alto grado de conversión, lo que permite mejorar las propiedades mecánicas como la dureza y durabilidad clínica a largo plazo.(2) Otra característica de las resinas *Bulk Fill* es que presentan un menor estrés de contracción durante la polimerización, debido a la composición y concentración de monómeros y fotoiniciadores.(3)

Se ha mencionado dentro de la literatura que a mayor intensidad de luz (emisión de radiancia) con una longitud de onda efectiva permite tener la energía necesaria para activar los fotoiniciadores, de esta manera se logra una adecuada polimerización y a su vez mejores propiedades mecánicas. (4) La Alcanforquinona es un componente presente en las resinas *Bulk Fill*, pero se han reportado fotoiniciadores alternativos que contribuyen a mejorar la profundidad de polimerización, (5) como Ivocerin, Irgacure 819, y OPPI (compuesto de onio p-octiloxi-fenil-iodonio hexafluoroantimonato) que requieren una absorción de luz entre 290 – 330 nm a diferencia de las ondas monocromáticas o los diodos emisores de luz (LED) de onda única en donde la absorción de luz va en un rango de 350 – 460 nm.(6) esto indicaría que las unidades de polimerización LED de onda única serían eficaces en la polimerización de fotoiniciadores alternativos presentes en las resinas *Bulk Fill* .(2)

Actualmente existen variedades de unidades de fotopolimerización (LCU) que pueden diferir en diámetro de las puntas, potencia de la luz radiante y haz de luz. (7) A pesar que la punta de la

LCU pueda cubrir toda la restauración, la polimerización puede verse afectada por la aplicación en masa de la resina *Bulk* en cavidades extensas. (8) Recientemente se ha introducido la tecnología *polywave* de amplio espectro, esto permite una mejor fotoactivación y grado de polimerización sobre todo en las resinas *Bulk Fill* ya que contienen coiniciadores que necesitan una mejor longitud de onda para ser activadas en la polimerización. (4) En investigaciones recientes se sugiere que las múltiples longitudes de onda hacían que la irradiancia no sea homogénea provocando una fotopolimerización desigual de la resina. (9) Otro factor a considerar es el tiempo de exposición de la LCU sobre las restauraciones, mientras haya mayor tiempo de exposición deberá ser mejor la polimerización y además reducir algún efecto secundario negativo en la homogeneidad del haz de luz. (2) Los fabricantes de las resinas recomiendan que el tiempo de polimerización puede estar entre los 20 y 40 segundos y parte de los estudios de literatura mencionan que esto influye en la conversión de la resina. Los diferentes tipos de resina también influyen en la interacción con la luz por sus diferentes componentes de composición, fotoiniciadores, color, espesor y translucidez. (10)

Las características de las diferentes lámparas LCU pueden ser distintas entre sí a pesar que todas se utilicen y aseguren una buena fotopolimerización, entre las diversas lámparas se encuentran: La Valo Grand® que presenta una punta con un diámetro de 11.7 mm que favorece la mayor cobertura al momento de fotopolimerizar alguna superficie, además presenta un mayor rango de longitud de onda y tres modos de potencia, standard, alta intensidad y máxima intensidad que van desde los 1000 mW/cm<sup>2</sup>, 1600 mW/cm<sup>2</sup>, 3200 mW/cm<sup>2</sup> respectivamente. La 3M™ Elipar™ Deep Cure-L presenta un modo standard de 1470 mW/cm<sup>2</sup> con un diámetro de 10 mm. La LCU Bluephase N MC de Ivoclar presenta un modo de potencia de 800 mW/cm<sup>2</sup> y su diámetro de punta es de 10 mm. La lámpara LED de Woodpecker Led F presenta tres modos

de potencia, standard, alta intensidad y máxima intensidad presentando 400-500 mW/cm<sup>2</sup>, 1000-1200 mW/cm<sup>2</sup> y 1600-1800 mW/cm<sup>2</sup> respectivamente.

Por otro lado, la microdureza superficial es una de las principales propiedades fundamentales de la resina ya que permite asegurar la longevidad, y soportar diferentes cambios en la superficie gracias a las fuerzas de compresión y el desgaste ocasionado en el pulido del material. (11) Es por ello que es primordial la preservación de esta propiedad mecánica ya que de esta manera se podría evitar microfracturas en la superficie de la resina y se mantendrá una adecuada resistencia a las fuerzas masticatorias, lo que podría evitar la pigmentación o la aparición de caries secundarias. (12)

El objetivo de este estudio fue evaluar la Microdureza de las resinas *Bulk Fill* luego de la fotopolimerización con diferentes lámparas LED luego de 20 y 40 segundos.

## II. OBJETIVOS

### Objetivo general

Evaluar la microdureza superficial de resinas *Bulk Fill* luego de la fotopolimerización con diferentes lámparas LED según tiempo de exposición.

### Objetivos específicos

1. Comparar la microdureza superficial de las resinas *Filtek One Bulk Fill* (3M) con las lámparas Valo™ Grand, 3M™ Elipar™ Deep Cure-L, Woodpecker Led F, Bluephase N MC fotopolimerizados durante de 20 segundos
2. Comparar la microdureza de las resinas *Filtek One Bulk Fill* (3M) con las lámparas Valo™ Grand, 3M™ Elipar™ Deep Cure-L, Woodpecker Led F, Bluephase N MC fotopolimerizados durante de 40 segundos
3. Comparar la microdureza de las resinas Resina Tetric N Ceram *Bulk Fill* con las lámparas Valo™ Grand, 3M™ Elipar™ Deep Cure-L, Woodpecker Led F, Bluephase N MC fotopolimerizados durante de 20 segundos
4. Comparar la microdureza de las resinas Resina Tetric N Ceram *Bulk Fill* con las lámparas Valo™ Grand, 3M™ Elipar™ Deep Cure-L, Woodpecker Led F, Bluephase N MC fotopolimerizados durante de 40 segundos

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Diseño del estudio**

Este estudio fue experimental in vitro.

#### **3.2. Muestra**

La muestra estuvo conformada por especímenes de resinas compuestas en forma de disco con un diámetro de 5 mm y 4 mm de altura. El tamaño de las muestras se estableció en 5 especímenes por grupo según referencia del estudio de Wang y cols quienes utilizaron el software Gpower v3.0.10 para poder determinar el cálculo de las muestras.

Los grupos experimentales fueron:

GRUPO	RESINA	LÁMPARA	TIEMPO
Grupo 1	Filtek One <i>Bulk Fill</i> (3M)	Valo™ Grand	20 segundos
Grupo 2			40 segundos
Grupo 3		3M™ Elipar™ Deep	20 segundos
Grupo 4			40 segundos
Grupo 5		Cure-L	20 segundos
Grupo 6			40 segundos
Grupo 7		Woodpecker Led F	20 segundos
Grupo 8			40 segundos
Grupo 9	Tetric N ceram <i>Bulk Fill</i> (Ivoclar Vivadent)	Valo™ Grand	20 segundos
Grupo 10			40 segundos
Grupo 11		3M™ Elipar™ Deep	20 segundos
Grupo 12			40 segundos
Grupo 13		Cure-L	20 segundos
Grupo 14			40 segundos
Grupo 15		Woodpecker Led F	20 segundos
Grupo 16			40 segundos

Las características de las lámparas y las resinas a emplearse se observan en el Anexo 1 y 2, respectivamente.



### 3.3. Criterios de selección

Se seleccionaron especímenes de resina libres de burbujas o solución de continuidad que cumplan con las dimensiones propuestas.

### 3.4. Definición operacional de variables (Anexo 2)

- a.** Microdureza superficial: Resistencia de un cuerpo a sufrir deformación permanente luego de aplicar una fuerza en la superficie. Operacionalmente es la resistencia de la superficie a la deformación permanente luego de aplicar una fuerza en un microdurómetro Vickers. Variable cuantitativa en escala de razón. Los valores se registraron en Kg/mm<sup>2</sup> (Microdureza de Vickers).
- b.** Lámparas LED: Dispositivo LED que emiten luz específica para polimerizar resinas compuestas en un tiempo de exposición corto. Variable cualitativa, nominal, politónica. Las categorías son: Valo™ Grand, 3M™ Elipar™ Deep Cure-L, Woodpecker Led F, Bluephase N MC.
- c.** Resinas *Bulk Fill*: Material que se utiliza para restaurar preparaciones profundas en un solo incremento reduciendo el tiempo clínico. Variable cualitativa, nominal, dicotómica. Las categorías son: Resina Filtek One *Bulk Fill* 3M (color A2), Resina Tetric N Ceram *Bulk Fill* (color A2).
- d.** Tiempo: Periodo de exposición de las resinas a la luz emitida por las lámparas de fotopolimerización. Variable cuantitativa, nominal, dicotómica. Categorías de 20 y 40 segundos.

### 3.5. Procedimientos y técnicas

- a. Elaboración de especímenes: Las muestras estuvieron conformadas por matrices circulares las cuales tendrán un agujero interno de medidas 5x4 mm. Estas matrices fueron colocadas sobre una superficie oscura y seguidamente sobre esta se colocó una tableta de vidrio y una cinta de tipo celuloide, posteriormente se colocó la matriz circular que previamente estuvo untada con una ligera capa de vaselina en la parte interna para evitar que la resina se adhiriera. Para este estudio las resinas *Bulk Fill* fueron aplicadas en un solo bloque con una espátula (Hu-Friedy Mfg. Co., Chicago, EE.UU.) para luego, sobre esta, colocar una segunda cinta celuloide y la tableta de vidrio para asegurar que toda la superficie estuviera uniforme y lisa. Adicionalmente se empleó un objeto que tuvo un peso de 1 kg encima de todo el molde durante 30 segundos, esto permitió eliminar excesos de la preparación de las muestras.

En el momento de fotopolimerización de las muestras se retiró los aditamentos como la pesa y la tableta de vidrio y se colocó la lámpara en un posicionador de silicona directamente en la cinta celuloide por un tiempo de 20 segundos, para las muestras que requirieron un tiempo de 40 segundos se hizo de manera inmediata después de los primeros 20 segundos presionando el botón de encendido de las lámparas, esto se realizó para cada grupo de resina con las lámparas Valo™ Grand en el modo standard (1000 mW/cm<sup>2</sup>), 3M™ Elipar™ Deep Cure-L (1470 mW/cm<sup>2</sup>), Woodpecker LED F en modo normal (1000 mW/cm<sup>2</sup>-1200 mW/cm<sup>2</sup>), Bluephase N MC (800 mW/cm<sup>2</sup>). Después de confeccionar todos los especímenes se marcaron las superficies superiores e inferiores y se reservó en un ambiente seco sin contacto con la luz y cubiertas con un papel aluminio por 24 horas.

b. Microdureza superficial

En el laboratorio High Technology se utilizó el microdurómetro de marca Buelher con el cual se realizó la medición de microdureza a las 24 horas de elaborar los especímenes. La fuerza que se aplicó fue de 0.1 kgf con el microdurómetro durante 30 segundos, en total se realizó cuatro puntos en la parte superior y cuatro puntos en la parte inferior. El promedio se obtuvo de los valores resultantes de los cuatro puntos y ese fue el valor medio de cada superficie de los moldes.

c. Profundidad de polimerización (%)

El resultado de esta profundidad de polimerización se obtuvo midiendo la microdureza de Vickers en ambas superficies tanto superior como inferior. Las normas que brinda ISO 4049 es que un material es considerado polimerizado cuando la superficie inferior presenta una dureza de al menos 80% que la parte superior. (13)

Se realizó una regla de tres para poder determinar la profundidad de polimerización de cada muestra

$$\frac{\text{Valor de microdureza Inferior} \times 100}{\text{Valor de microdureza Superior}} = \text{Profundidad de Polimerización (\%)}$$

3.6. Aspectos éticos del estudio

El presente estudio fue presentado a la Dirección Universitaria de Asuntos Regulatorios de la Investigación (DUARI) para su registro. El diseño del estudio fue experimental in vitro, sin embargo al no haber participación de humanos ni animales no se requirió de consentimientos. Se solicitó el permiso requerido para la ejecución del proyecto en el

laboratorio de materiales dentales de la Facultad de Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

### 3.7. Plan de análisis

Los datos obtenidos se procesaron en un software estadístico SPSS versión V24.0 para la media y desviación estándar, los datos de la normalidad se comprobaron mediante la prueba de Shapiro Wilk. También se aplicó la prueba ANOVA/Tukey para poder determinar las diferencias significativas entre las resinas, las lámparas de fotopolimerización y el tiempo. El nivel de confianza fue de un 95% con un valor de  $p < 0.05$ .

#### IV. RESULTADOS

Los valores de microdureza superficial de la resina *One Bulk Fill* se muestran en la Tabla 1. Asimismo luego de las pruebas inferenciales de comparación se puede observar que para el tiempo de exposición de 20 s la lámpara Woodpecker Led F presentó los mayores valores de microdureza superficial ( $p < 0.05$ ). Para el tiempo de 40 s los mayores valores de microdureza se presentó con las lámpara Elipar Deep Cure-L y Woodpecker Led F ( $p < 0.05$ ). En relación al tiempo de exposición se encontró que el tiempo de 40 s propició mayores valores de microdureza superficial cuando se empleó la lámpara Elipar Deep Cure-L.

Para la resina Tetric N Ceram Bulk Fill los valores de microdureza se muestran en la Tabla 2. De acuerdo a las pruebas de comparación se encontró que a los tiempos de 20 y 40 s de exposición la lámpara Valo Grand presentó mejores valores de microdureza en la superficie de las muestras ( $p < 0.05$ ). En la base de las muestras a los 20 y 40 segundos se obtuvo que todas las lámparas estudiadas presentaron valores estadísticamente iguales. Sin embargo se puede observar que las lámparas Elipar deep cure-L y Bluephase N MC aumentan la microdureza de la resina *Bulk Fill* al aumentar el tiempo de exposición.

Tabla 1: Comparación de los valores de microdureza superficial (kg/mm<sup>2</sup>) en la superficie y base de las resinas *One Bulk Fill* según lámpara y tiempo de exposición.

Lámparas de fotopolimerización	20 segundos			40 segundos		
	Superficie	Base	Porcentaje de polimerización	Superficie	Base	Porcentaje de polimerización
Valo Grand	41.22(0.87)aA	34.62(2.58)aB	83%	44.76(1.73)aA	37.86(4.84)aB	84%
Elipar Deep Cure-L	43.74(2.28)aA	34.8(3.79)aB	79%	49.58(1.02)bcC	40.3(2.91)bdD	81%
Woodpecker Led F	48.9(1.02)bA	41.42(0.95)bbB	84%	48.36(1.49)baA	41.82(1.77)bbB	86%
Bluephase N MC	48.64(1.70)baA	36.58(1.64)abB	75%	46.38(1.47)abA	36.82(1.77)abB	79%

Las letras en minúscula diferentes en sentido vertical indican diferencias estadísticas significativas entre las lámparas. Las letras mayúsculas en sentido horizontal marcan las diferencias significativas entre los tiempos de polimerización. ANOVA/Tukey (p<0.05)

Tabla 2: Comparación de los valores de microdureza superficial (kg/mm<sup>2</sup>) en la superficie y base de las resinas Tetric N Ceram *Bulk Fill* según lámpara y tiempo de exposición.

Lámparas de fotopolimerización	20 segundos			40 segundos		
	Superficie	Base	Porcentaje de polimerización	Superficie	Base	Porcentaje de polimerización
Valo Grand	42.86(2.73)aA	31.34(4.50)aB	73%	43.74(1.97)aA	33.24(2.29)aB	75%
Elipar Deep Cure-L	37.62(2.38)bA	30.66(1.53)aB	81%	38.26(3.38)bC	34.24(3.85)aD	89%
Woodpecker Led F	37.58(2.71)bA	29.22(3.63)aB	77%	39.46(1.30)bA	35.84(2.05)aC	90%
Bluephase N MC	36.2(1.88)bA	27.28(3.94)aB	75%	40.84(0.40)bC	37.82(3.16)aD	92%

Las letras en minúscula diferentes en sentido vertical indican las diferencias estadísticas significativas entre las lámparas. Las letras mayúsculas en sentido horizontal marcan las diferencias significativas entre los tiempos de polimerización. ANOVA/Tukey (p<0.05).

## V. DISCUSIÓN

El objetivo del estudio fue evaluar la microdureza superficial de dos resinas *Bulk Fill* luego de la fotopolimerización con diferentes lámparas LED, según tiempo de exposición.

Se observa que para el tiempo de exposición de 20 s la lámpara Woodpecker Led F presentó los mayores valores de microdureza superficial. Para el tiempo de 40 s los mayores valores de microdureza se presentaron con la lámpara Elipar Deep Cure-L Woodpecker Led F. Sin embargo con la Resina Tetric N Ceram *Bulk Fill* no se encontró diferencias significativas con las lámparas empleadas a los 20 s y 40 s.

Estos resultados pueden deberse a varios factores uno de ellos es la composición que presentan cada una de estas resinas; por ejemplo la resina Filtek One *Bulk Fill* de 3M presenta como fotoiniciador solo a la alcanforquinona y la resina Tetric N Ceram *Bulk Fill* a la alcanforquinona y al ivocerin (14). Esta diferencia entre los iniciadores tiene una influencia en la fotopolimerización ya que el ivocerin es más reactivo y tiene una mayor absorción de la luz (3). Maghaireh y col (2019) menciona que el fotoiniciador ivocerin tiene un espectro de absorción de 380 nm hasta 460 nm, esto explicaría porque en este estudio se encontró que ambas resinas tuvieron buenos resultados con lámparas que tienen longitudes de onda desde los 420 nm. (15)

Además también tienen un efecto sobre la elusión de monómeros que determina la calidad de cadena polimérica, por tanto los fotoiniciadores combinados dan como resultado un mayor grado de enlaces cruzados y una menor cantidad de enlaces residuales, esto concuerda con el estudio de Lara y cols (2021) ellos confeccionaron sus propias muestras de resina en base a los monómeros, fotoiniciadores y partículas de relleno que son los utilizados por los fabricantes comerciales de 3M e Ivoclar y encontraron que la combinación de los monómeros Alcanforquinona y TPO



(monoalquil fosfina) presentaron mejor eficiencia en la polimerización y la elusión de monómeros era reducida.(16).

Otro factor a considerar es el tipo de relleno y la carga inorgánica que presentan estas resinas, la *One Bulk Fill* de 3M presenta una carga inorgánica de 76.5% y la *Tetric N Ceram Bulk Fill* una carga inorgánica de 75% al ser resinas de alta viscosidad presentan una mayor profundidad de curado y mejores valores de microdureza superficial (3)

Así también es importante considerar que los composite de resina tiene una matriz orgánica y un agente aglutinante, los metacrilatos que presentan estas resinas también influyen en la polimerización,(17) la resina *Filtek One Bulk Fill* presenta al dimetacrilato de urea (UDMA) que al contener una menor viscosidad y debido a su doble enlace aumenta su concentración generando así un alto grado de conversión (18) en cambio la resina *Tetric N Ceram Bulk Fill* contiene BisGMA y por su alto peso molecular presenta una alta viscosidad y una fuerte capacidad de enlace de hidrógeno intramolecular(19). Besegato (2019) menciona en su estudio que los monómeros tienen una relación directa con la cantidad de radicales libres generados en la fase de iniciación, y van disminuyendo conforme aumenta la profundidad pero también disminuye la velocidad de polimerización. (3)

La resina *Filtek One Bulk Fill* presentó mejores resultados con las lámparas *Woodpecker Led F* y *Bluephase N MC* pese a que ambas presentan una emisión de radiancia más baja de acuerdo a la información del fabricante, los resultados obtenidos en esta investigación concuerdan con la información obtenida en el estudio realizado por Shimokawa que encontró que la lámpara *Bluephase N MC* tuvo mejores resultados comparadas con la *Valo Grand* y la *Elipar Deep Cure*. (2)

Si hablamos de la influencia que tienen las lámparas sobre la Microdureza de las resinas *Bulk Fill* así como la propiedad mecánica podríamos decir que se debe al tipo de ondas que presentan las lámparas, actualmente todas las lámparas LED tienen la capacidad de fotopolimerizar los diferentes tipos de fotoiniciadores que contienen las resinas *Bulk Fill*, (4) como la Alcanforquinona y el Ivocerin sin embargo este estudio encontró que las lámparas monowave presentaron mejores resultados en cuanto a Microdureza que las polywave en ambas resinas y estos resultados concuerdan con los estudios realizados por Wang y cols (2021) que asociaron estos resultados a la limitada transmisión de longitud de onda violeta así como la falta de homogeneidad en las muestras (4) y con el estudio de El Safty y cols que hallaron resultados similares en cuanto a las propiedades mecánicas de dureza asociados a los fotoiniciadores(20).

En este estudio se encontró que los valores de Microdureza de ambas resinas fueron aceptables a pesar de la composición de cada resina y las diferentes lámparas LED. Las lámparas de onda única pudieron fotopolimerizar de manera adecuada independientemente del tipo de fotoiniciador, esta información concuerda con el estudio de Espindola y cols, quienes no hallaron diferencias significativas entre lámparas monowave y polywave, sin embargo sí encontraron mejores valores de Microdureza con el fotoiniciador Alcanforquinona. (21)

La Translucidez de las resinas también son considerados en la polimerización de las resinas *Bulk Fill* ya que al ser más traslúcida permiten un mayor paso de la luz y esto provocaría una mayor polimerización de los monómeros, en nuestro estudio la resina Tetric N Ceram presenta varios tipos de monómero a diferencia de la Filtek One Bulk Fill, lo que resulta en valores más altos de translucidez. Esto concuerda con el estudio realizado por Gonder y cols (2022) quienes encontraron que los composites Tetric presentan tipos de relleno en su matriz orgánica y una carga alta lo que resultaría en altos valores de translucidez.(22)

En relación al tiempo de exposición se encontró que el tiempo de 40 s propició mayores valores de microdureza superficial cuando se empleó la lámpara Elipar Deep Cure-L

Otro hallazgo fue que los valores de Microdureza fueron mejores en un tiempo de 40 segundos de fotopolimerización de ambas resinas, y esto se corrobora con diferentes reportes que indican que hay una correlación entre el tiempo de exposición y grado de conversión de las resinas *Bulk Fill*, al incrementar el tiempo de exposición debería haber una mejor fotopolimerización, Shimokawa 2021 en su estudio encontró que al doblar el tiempo de fotopolimerización de 10 a 20 segundos hubo un incremento en la dureza superficial de sus muestras lo que generó que también haya una mayor homogeneidad. (3) Sin embargo en el estudio de Gonder y cols (2022) que emplearon un tiempo de 20 y 40 segundos de fotopolimerización en sus muestras no encontraron diferencias significativas entre ambos tiempos en relación a la Microdureza superficial. 22

Los valores de Microdureza superficial varían de acuerdo a la carga que se utiliza en el microdurómetro, diversos estudios mencionan que si bien la microdureza superficial no se considera un índice de la profundidad de polimerización 23 si está directamente relacionada con la profundidad de curado 24. Por tanto en el presente estudio se encontró que tanto la resina Filtek One *Bulk Fill* como la resina Tetric N Ceram *Bulk Fill* presentaron valores superiores al 80% de polimerización, en consecuencia ambas resinas presentan valores aceptables de Microdureza.

## **VI. CONCLUSIONES**

Las lámparas LED estudiadas pueden fotopolimerizar de manera muy efectiva a las resinas Bulk Fill mostrando valores de Microdureza aceptables para una restauración extensa. La resina Filtek One Bulk Fill 3M presentó mayores valores de microdureza con la lámpara Woodpecker Led F y así como también presento mejores resultados con la lámpara Elipar Deep Cure L cuando se incrementó el tiempo de exposición. La resina Tetric N Ceram Bulk Fill Ivoclar obtuvo mejores resultados con la lámpara Valo Grand en ambos tiempos de fotopolimerización, sin embargo se pudo demostrar que las lámparas Elipar deep cure-L y Bluephase N MC aumentaron los valores de Microdureza superficial al aumentar el tiempo de exposición.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lempel E, Szebeni D, Óri Z, et al. The effect of high-irradiance rapid polymerization on degree of conversion, monomer elution, polymerization shrinkage and porosity of bulk-fill resin composites. *Dent Mater.* 2023; 39(4):442-453.
2. Shimokawa CAK, Turbino ML, Giannini M, et al. Effect of light curing units on the polymerization of Bulk Fill resin-based composites. *Dent Mater.* 2018; 34(8):1211-1221.
3. Besegato JF, Jussiani EI, Andrello AC, et al. Effect of light-curing protocols on the mechanical behavior of bulk-fill resin composites. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2019; 90:381-387.
4. 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.
5. Ilie N, Stark K. Curing behaviour of high-viscosity bulkfill composites. *J Dent.* 2014; 42(8):977-985.
6. Makhdoom SN, Campbell KM, Carvalho RM, Manso AP. Effects of curing modes on depth of cure and microtensile bond strength of Bulk Fill composites to dentin. *J Appl Oral Sci.* 2020; 28.
7. Hadis M, Leprince JG, Shortall AC, Devaux J, Leloup G, Palin WM. High irradiance curing and anomalies of exposure reciprocity law in resin-based materials. *J Dent.* 2011; 39:549–557.

8. Leprince JG, Hadis M, Shortall AC, Ferracane JL, Devaux J, Leloup G, et al. Photoinitiator type and applicability of exposure reciprocity law in filled and unfilled photoactive resins. *Dent Mater* 2011; 27:157–164.
9. Price RBT, Labrie D, Rueggeberg FA, et al. Correlation between the beam profile from a curing light and the microhardness of four resins. *Dent Mater*. 2014; 30(12):1345–1357.
10. Rocha MG, de Oliveira D, Correa IC, Correr-Sobrinho L, Sinhoreti M, Ferracane JL, & Correr AB. Lightemitting diode beam profile and spectral output influence on the degree of conversion of Bulk Fill composites. *Operative Dentistry*. 2017; 42(4):418-427.
11. Garrofe AB, Picca M, Kaplan AE. Determination of microhardness of bulk-fill resins at different depths. *Acta Odontologica Latinoamericana: AOL*. 2022; 35(1):10–5.
12. Berto-Inga J, Santander-Rengifo F, Ladera-Castañeda M, López-Gurreonero C, Castro Pérez-Vargas A, Cornejo-Pinto A, Cervantes-Ganoza L, Cayo-Rojas C. Surface Microhardness of Bulk-Fill Resin Composites Handled With Gloves. *Int Dent J*. 2023 Aug; 73(4):489-495.
13. 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):804-816.
14. Kowalska A, Sokolowski J, Gozdek T, Krasowski M, Kopacz K, Bociog K. The Influence of Various Photoinitiators on the Properties of Commercial Dental Composites. *Polymers (Basel)*. 2021; 13(22):3972.
15. 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; 44(1):96-107.
16. Lara L, Rocha MG, Menezes LR, Correr AB, Sinhoreti MAC, Oliveira D. Effect of combining photoinitiators on cure efficiency of dental resin-based composites. *J Appl Oral Sci.* 2021; 29.
  17. Akarsu S, Aktuğ Karademir S. Influence of Bulk-Fill Composites, Polymerization Modes, and Remaining Dentin Thickness on Intrapulpal Temperature Rise. *Biomed Res Int.* 2019; 2019.
  18. Barszczewska-Rybarek IM. Una guía para la caracterización estructural de la red de polímeros de dimetacrilato dental y la interpretación de las propiedades físico-mecánicas. *Materials (Basel)* 2019; 12 (24):4057.
  19. Atasoy S, Akarsu S. Effect of repeated preheating on monomer elution from a bulk-fill composite resin. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2023; 17(4):265-270.
  20. El-Safty S, Akhtar R, Silikas N, et al. Nanomechanical properties of dental resin-composites. *Dent Mater.* 2012; 28(12):1292–1300.
  21. Espíndola-Castro LF, Durão MA, Pereira TV, Cordeiro AB, Monteiro GM. Evaluation of microhardness, sorption, solubility, and color stability of bulk fill resins: A comparative study. *J Clin Exp Dent.* 2020; 12(11):e1033-e1038.
  22. Gonder HY, Fidan M. Effect of different polymerization times on color change, translucency parameter, and surface hardness of bulk-fill resin composites. *Niger J Clin Pract.* 2022; 25(10):1751-1757.

23. Colombo M, Gallo S, Poggio C, Ricaldone V, Arciola CR, Scribante A. New Resin-Based Bulk-Fill Composites: in vitro Evaluation of Micro-Hardness and Depth of Cure as Infection Risk Indexes. *Materials (Basel)*. 2020;13(6):1308
24. Saati K, Khansari S, Mahdisiar F, Valizadeh S. Evaluation of Microhardness of Two Bulk-fill Composite Resins Compared to a Conventional Composite Resin on surface and in Different Depths. *J Dent (Shiraz)*. 2022; 23(1):58-64.



## ANEXOS

### Anexo 1. Lámparas de fotopolimerización evaluadas

Lámparas	Diámetro de punta	Longitud de onda	Modo standard	Modo alta intensidad	Modo máxima intensidad
Valo Grand (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, USA)	11.7 mm	385-515 nm	1000 mW/cm <sup>2</sup>	1600 mW/cm <sup>2</sup>	3200 mW/cm <sup>2</sup>
3M Elipar Deep Cure-L (3M Oral Care, St Paul, MN, USA)	10 mm	430-480nm	1470 mW/cm <sup>2</sup>	-	-
Bluephase N MC (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)	10 mm	430-490 nm	800 mW/cm <sup>2</sup>	-	-
Woodpecker Led F (Woodpecker, China,)	8 mm	420-480 nm	400-500 mW/cm <sup>2</sup>	1000-1200 mW/cm <sup>2</sup>	1600-1800 mW/cm <sup>2</sup>

Anexo 2. Resinas *Bulk Fill* evaluadas.

Resina	Clasificación	Tono	Matriz orgánica	Relleno	Polimerización Lámparas LED con potencia de 1000- 2000mW/cm <sup>2</sup>	Fabricante
Filtek One <i>Bulk Fill</i>	Resina compuesta	A2	AUDMA, UDMA, AFM, DDDMA  Fotoiniciador: Alcanforquinona CQ .	Sílice 20 nm, zirconia aglomerada/no agregada de 4 a 11 nm y un agregado de relleno en cluster de zirconia/silica (constituido por partículas de sílice de 20 nm y partículas de zirconia de 4 a 11 nm) 76.5 por peso (58.4% por volumen)	20 segundos	3M ESPE St. Paul, EE.UU
Tetric® N- Ceram <i>Bulk Fill</i>	Resina compuesta	A2	Bis-GMA, Bis- PMA, UDMA, Bis-EMA  Fotoiniciador: Photoinitiator: Ivocerin, CQ, Lucerin TPO	Vidrio de bario, prepolímero, trifloruro de iterbio y óxido mixto. Relleno inorgánico es 75-77% en peso o 53-55% en volumen.	10 segundos	Ivoclar Vivadent, Alemania

Anexo 3. Cuadro de operacionalización de variables.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Tipo	Escala de medición	Categorías
Lámpara	La lámpara de fotocurado, que utiliza diodos emisores de luz (LED), se emplea en odontología para la conversión polimérica de los materiales de restauración dental.	Dispositivo LED que emiten luz específica para polimerizar resinas compuestas en un tiempo de exposición corto.	Marcas comerciales de lámparas	Cualitativa	Nominal	Valo™ Grand 3M™ Elip ar™ Deep Cure-L Woodpecker Led F Bluephase N MC
Resinas	Material	Material que	Marca	cualitativa	nominal	Resina

<i>Bulk Fill</i>	fotopolimerizable que se emplea para realizar restauraciones dentarias de 4-5 mm en un solo incremento en cavidades extensas	se utiliza para restaurar preparaciones profundas en un solo incremento reduciendo el tiempo clínico.	comercial de la resina	va	al	Filtek <i>Bulk Fill</i> 3M Resina Tetric N Ceram <i>Bulk Fill</i>
Microdureza	Resistencia de un cuerpo a sufrir deformación permanente luego de aplicar una fuerza en la superficie.	Es la resistencia de la superficie a la deformación permanente luego de aplicar una fuerza en un microdurómetro o Vickers.	Microdurómetro	cuantitativo	Razón	Megapascals
Tiempo	Período durante el	Periodo de exposición de	cronómetro	cualitativa	segundos	T0: 20 segundos

	que se desarrolla un procedimient o	las resinas a la luz emitida por las lámparas de fotopolimeriza ción.				T1: 40 segundos
--	--	--	--	--	--	--------------------