



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA DE ODONTOLOGÍA

**“COMPARACIÓN ENTRE FOTOACTIVACIÓN CON LUZ HALÓGENA
Y LUZ LED EN LA PROFUNDIDAD DE POLIMERIZACIÓN DE LAS
RESINAS *BULK FIL*”**

Trabajo de grado para optar el título de Odontóloga

Autora:

Anai Mishell Paz Guamán

Tutor:

Dra. Sandra Marcela Quisiguiña Guevara

Riobamba, Ecuador. 2023

DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, Paz Guamán Anai Guamán, con cédula de ciudadanía 0605180694, autor del trabajo de investigación titulado: Comparación entre fotoactivación con luz halógena y luz led en la profundidad de polimerización de las resinas *Bulk Fil*, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor de la obra referida será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 28 días del mes de abril de 2023



Anai Mishell Paz Guamán

C.I: 0605180694

AUTOR

CERTIFICADO DEL TUTOR

El suscrito docente-tutor de la Carrera de Odontología, de la Facultad de Ciencias de la Salud, de la Universidad Nacional de Chimborazo, Dra. Sandra Marcela Quisiguiña Guevara **CERTIFICA**, que el señor Anai Mishell Paz Guamán con C.I: 0605180694, se encuentra apto para la presentación del proyecto de investigación: “Comparación entre fotoactivación con luz halógena y luz led en la profundidad de polimerización de las resinas *Bulk Fil*” y para que conste a los efectos oportunos, expido el presente certificado, a petición de la persona interesada, el 15 de marzo en la ciudad de Riobamba en el año 2023

Atentamente,



Dra. Sandra Marcela Quisiguiña Guevara

DOCENTE – TUTOR

DOCENTE – TUTOR

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Tutor y Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación **Comparación entre fotoactivación con luz halógena y luz led en la profundidad de polimerización de las resinas Bulk Fil**, presentado por **Anai Mishell Paz Guamán**, con cédula de identidad número **0605180694**, certificamos que recomendamos la **APROBACIÓN** de este con fines de titulación. Previamente se ha asesorado durante el desarrollo, revisado y evaluado el trabajo de investigación escrito y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos; en Riobamba, a la fecha de su presentación.

A los 28 días del mes de abril del año 2023.

Dr. Cristian Roberto Sigcho Romero
MIEMBRO DEL TRIBUNAL
(DELEGADO DECANO)

Dr. Manuel León Velastegui
MIEMBRO DEL TRIBUNAL.

Dra. Alejandra Olga Fuenmayor Vinueza
MIEMBRO DEL TRIBUNAL.

Dra. Sandra Marcela Quisiguiña Guevara
TUTORA DE TESIS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO CID
Ext. 1133

Riobamba 23 de abril del 2023
Oficio N° 202-2023-1S-URKUND-CID

Dr. Carlos Alberto Albán Hurtado
DIRECTOR CARRERA DE ODONTOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
UNACH
Presente.-

Estimado Profesor:

Luego de expresarle un cordial saludo, en atención al pedido realizado por la **Dra. Marcela Quisiguiña Guevara**, docente tutor de la carrera que dignamente usted dirige, para que en correspondencia con lo indicado por el señor Decano mediante Oficio N° 1898-D-FCS-TELETRABAJO-2020, realice validación del porcentaje de similitud de coincidencias presentes en el trabajo de investigación con fines de titulación que se detalla a continuación; tengo a bien remitir el resultado obtenido a través del empleo del programa URKUND, lo cual comunico para la continuidad al trámite correspondiente.

No	Documento número	Título del trabajo	Nombres y apellidos del estudiante	% URKUND verificado	Validación	
					Si	No
1	D- 161167601	Comparación entre fotoactivación con luz halógena y luz led en la profundidad de polimerización de las resinas Bulk Fil	Anai Mishell Paz Guamán	11	x	

Atentamente,

CARLOS GAFAS GONZALEZ
Firmado digitalmente por CARLOS GAFAS GONZALEZ
Fecha: 2023.04.23 09:51:36 -05'00'

Dr. Carlos Gafas González
Delegado Programa URKUND
FCS / UNACH
C/c Dr. Gonzalo E. Bonilla Pulgar – Decano FCS

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Nacional de Chimborazo por proporcionarme una excelente formación académica, ética y moral con la finalidad de obtener mi título profesional y poder insertarme en la sociedad como un ente productivo, a mi docente tutor Dra. Sandra Marcela Quisiguiña por su guía y orientador en la investigación y desarrollo de mi tesis, agradezco a mis maestros por impartir sus conocimientos con tanta dedicación y profesionalismo los mismos que los pondré en práctica con mucha responsabilidad.

Anai Mishell Paz Guamán

DEDICATORIA

Este proyecto de investigación, así como la culminación de este proceso académico se lo dedico a mi familia Raquel, Angélica, Paco, Matías y Leo por su amor, comprensión y paciencia.

Un especial agradecimiento a mis amigos que estuvieron alentándome y por ser mi soporte emocional durante todo este proceso, al igual que a mi perseverancia y optimismo ya que a pesar de los obstáculos he logrado finalizar esta etapa.

Anai Mishell Paz Guamán

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I.....	15
1. INTRODUCCIÓN	15
1.1. Planteamiento del problema.....	17
1.2. Justificación.....	18
1.3. Objetivos	19
1.3.1. Objetivo General.....	19
1.3.2. Objetivos Específicos.....	19
CAPÍTULO II.....	20
2. MARCO TEÓRICO	20
2.1. Resinas Compuestas.....	20
2.2. Composición.....	20
2.2.1. Matriz Orgánica.....	20
2.2.1.1. Monómeros	20
2.2.1.2. Inhibidores	21
2.2.1.3. Iniciadores y Aceleradores	21
2.2.2. Partículas Inorgánicas	22
2.3. Propiedades de las Resinas.....	22
2.3.1. Textura superficial	22
2.3.2. Estabilidad de color	22
2.3.3. Coeficiente de expansión térmica.....	23
2.3.4. Módulo de elasticidad	23
2.3.5. Contracción de polimerización.....	23
2.3.6. Radiopacidad	23
2.3.7. Sorción acuosa.....	24
2.3.8. Dureza	24

2.3.9.	Resistencia a la fractura	24
2.3.10.	Resistencia a la abrasión o desgaste.....	24
2.3.11.	Resistencia a la comprensión y a la tracción	25
2.4.	Clasificación de las Resinas	25
2.4.1.	Resinas de macrorelleno o convencionales.....	25
2.4.2.	Resinas de microrelleno	25
2.4.3.	Resinas híbridas	26
2.4.4.	Resinas microhíbridas o híbridas modernas.....	26
2.4.5.	Resinas nanohíbridas	27
2.5.	Resina usada en el estudio.....	27
2.5.1.	Resina Bulk Fill	27
2.5.2.	Composición.....	28
2.5.3.	Propiedades de la resina Bulk Fill	28
2.5.3.1.	Radiopacidad.....	28
2.5.3.2.	Fluorescencia	29
2.5.3.3.	Fuente de luz para fotopolimerización	29
2.6.	Clasificación de las tecnologías para fotopolimerización.....	29
2.6.1.	Polimerización por Luz ultravioleta	29
2.6.2.	Polimerización por luz halógena	30
2.6.3.	Luz LED.....	30
2.7.	Profundidad de polimerización.....	31
2.8.	Método empleado para medir la profundidad de polimerización.....	32
2.8.1.	Profundidad de curado por la norma ISO 4049.....	32
CAPÍTULO III		33
3.	METODOLOGÍA	33
3.1.	Tipo de investigación.....	33

3.2.	Población.....	33
3.3.	Muestra.....	33
3.4.	Criterios de selección.....	34
3.5.	Técnicas e instrumentos	34
3.6.	Materiales y equipos	34
CAPITULO IV		41
4.1.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
CAPITULO V.....		48
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	48
4.1.	Conclusiones.....	48
4.2.	Recomendaciones	49
BIBLIOGRAFÍA		50
8.	ANEXOS.....	54
7.1	Anexo 1.	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Estadísticos luz halógena.....	41
Tabla 2 Estadísticos de la luz led.....	41
Tabla 3 Estadístico dureza de Vickers	42
Tabla 4 Prueba t para muestras independientes (Profundidad)	44
Tabla 5 Prueba t para muestra independientes (Microdureza)	45

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Comparativo de la distribución de muestras con los dos tipos de lámparas.....	42
Gráfico 2 Dureza de Vickers	43

INDICE DE ILUSTRACIÓN

Ilustración 1 Medidor intensidad de luz halógena (3M CURING LIGHT 2500 M 5560)	35
Ilustración 2 Medidor de intensidad de luz led (VALO™ Grand).....	36
Ilustración 3 Molde para resinas 4mm de ancho y 10mm de altura	37
Ilustración 4 Fotopolimerización con lámpara LED (VALO™ Grand).....	38
Ilustración 5 Fotopolimerización con de luz halógena (3M CURING LIGHT 2500 M 5560). 38	
Ilustración 6 Micrómetro digital de precisión	40
Ilustración 7 Durómetro de Vickers (Centro de Fomento Productivo Tungurahua)	40

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar la comparación de la fotoactivación con luz halógena y luz led en la profundidad de polimerización de las resinas bulk fill, estudio de tipo descriptivo, aplicado y experimental. Se realizó una muestra intencional no probabilística de 40 muestras preformados de 4mm de ancho por 10 mm de alto en una matriz de acero inoxidable (ISO 4049), se escogió la resina bulk fill (3M™ Filtek™ One Bulk Fill), en el cual 20 muestras para el estudio de profundidad de polimerización las mismas polimerizadas 10 por luz halógena y 10 de luz led luz led tuvo un valor promedio de 3.42 mm con una desviación de 0.23 mm y con luz halógena tuvo un valor promedio de 3.24 mm con una desviación de 0.23 mm. Las pruebas t para la igualdad de medias que indica diferencia entre las medias de los grupos no es estadísticamente significativa y que la profundidad que genera la fotopolimerización no se ve afectada significativamente por el uso de lámparas led o halógenas.y 20 muestras para el estudio de dureza de Vickers, los 10 muestras de resina fueron polimerizados con una lámpara de luz halógena durante 30 segundos, 10 muestras de resina polimerizados con luz led durante 20 segundos, teniendo a 1 mm de distancia, fueron preparados para ser llevados al micro durómetro de Vickers en el laboratorio de materiales del centro productivo metal mecánico carroceros (Tungurahua), los resultados de dureza media 74.6 en los cilindros polimerizados con luz halógena, con luz led un resultado de dureza media 60.01. Las pruebas de Levene de igualdad de varianzas indica que la microdureza que genera la fotopolimerización se ve afectada significativamente por el uso de lámparas led o halógenas.

Palabras clave: profundidad de polimerización, dureza, resinas bulk fill, lámpara led y halógena.

ABSTRACT

The objective of this research work was to determine the comparison of photoactivation with halogen and LED light on the depth of polymerization of bulk fill resins, a descriptive, applied, and experimental study. A non-probabilistic purposive sample of 40 samples preformed 4 mm wide by 10 mm high in a stainless-steel matrix (ISO 4049) was made, the bulk fill resin (3M™ Filtek™ One Bulk Fill) was chosen, in which 20 samples for the study of depth of polymerization the same polymerized 10 by halogen light and 10 of led light led light had an average value of 3.42 mm with a deviation of 0.23 mm and with halogen light had an average value of 3.24 mm with a deviation of 0.23 mm. The t-tests for the equality of means indicate that the difference between the means of the groups is not statistically significant and that the depth generated by the photopolymerization is not significantly affected using LED or halogen lamps, and 20 samples for the Vickers hardness study, the 10 resin samples were polymerized with a halogen light lamp for 30 seconds, 10 resin samples polymerized with led light for 20 seconds, having a distance of 1 mm, were prepared to be taken to the Vickers microhardness tester in the laboratory of materials of the productive center metal mechanic body shop (Tungurahua), the results of mean hardness 74.6 in the cylinders polymerized with halogen light, with led light a result of mean hardness 60.01. Levene's tests of equality of variances indicate that the microhardness generated by photopolymerization is significantly affected using LED or halogen lamps.

Keywords: depth of polymerization, hardness, bulk fill resins, LED, and halogen lamp.



Reviewed by:
Lic. Doris Chuquimarca, Mgs.
ESL PROFESSOR
C.I. 060449038-3

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo investigativo refiere a la comparación de la foto activación con luz halógena y luz led en la profundidad de polimerización de las resinas Bulk Fill, el proceso de foto activación permite que los factores relevantes presente un éxito en la polimerización de las resinas, siendo esta la conversión de los monómeros en polímeros efectuados por la energía de luz que es emitida por una unidad de fotopolimerización.⁽¹⁾

La evolución de las resinas compuestas se ha desarrollado desde la década de los 60 por el Dr. Ray. L. Bowen, estos materiales han presentado en su composición matriz orgánica que está constituida por monómeros (Bis-GMA) también tienen iniciadores y aceleradores que se encuentra presente una amina terciaria aromática, matriz inorgánica que están entrelazadas por un agente de unión que es el silano, permitiendo una estabilidad dimensional. Las resinas se clasifican de acuerdo con el tipo de relleno: resinas compuestas convencionales o de macrorelleno, resinas compuestas de microrelleno, resinas compuestas híbridas, resinas microhíbridas, resinas de nano relleno y resinas nano híbridas, estas resinas compuestas son activadas por la luz visible y su componente iniciador (canforoquinona).^(2,3)

Por otro lado, este material que son las resinas necesitan luz para así poder activar un fotoiniciador y poder comenzar un proceso que se conoce como polimerización, si hay déficit de penetración de luz da como resultado una activación deficiente dando como resultado un material con un nivel nulo o bajo grado de polimerización, se conoce que la profundidad de la polimerización de este material como es la resina está determinada por factores como: monómeros iniciadores y la opacidad/tono del material. Se debe tomar en cuenta que hay componentes que influyen de una manera directamente la efectividad de la luz como son: la distancia, longitud de onda, intensidad y su tiempo de exposición. Hay varios dispositivos de fotopolimerización en el mercado, incluidas las versiones de cuarzo tungsteno halógeno (QHT), arco de plasma, láser y diodo emisor de luz (LED).⁽⁴⁾

Recientemente, se han introducido nuevas generaciones de dispositivos de curado por luz LED, con un mayor rango de intensidad, para mejorar los factores que afectan el desempeño clínico

de los restauradores. A lo largo de los años se han ido introduciendo diferentes tipos de lámparas para producir este efecto químico como es la polimerización, las lámparas de luz halógena con mayor tiempo de radiación y las lámparas de luz LED han generado mayor impacto en el mercado odontológico siendo este mayor eficaz en el momento de la polimerización de las resinas compuestas.^(1,5) Las facilidades que proporciona la resina bulk fill son muy amplias ya que pueden mejorar la eficacia para el odontólogo en cuanto al manejo del material, ya que su aplicación proporciona una mayor eficiencia con respecto a otros materiales de restauración.^(2,6)

Actualmente existen una nueva variedad de resinas denominadas Bulk Fill, compuestas por partículas nanohíbridas, cuyas principales características es su manipulación en incrementos de 4 a 5 mm conocida como técnica monobloque o monoincremental, capacidad que puede lograr un mayor aumento en el grosor de sus capas debido a su dinámica óptica y su alta traslucidez, en su composición se encuentran dos monómeros (AUDMA) y (AFM) permitiendo que pase más luz a mayores profundidades, pese a ello estas resinas han demostrado bajo estrés de contracción de polimerización.^(2,3)

La problemática que se aborda en este tema tiene que ver con la importancia que se daría a la aplicación correcta de los procesos de foto curación puesto al no realizarlos correctamente pueden devenir problemas respecto a funcionalidad y durabilidad.

El interés del presente estudio fue realizado con una muestra intencional no probabilística de 40 cilindros de resina Bulk Fill (3M), teniendo un diámetro de 4 mm de ancho por 10mm de altura siendo polimerizados 20 cilindros con lámpara de luz halógena, 20 cilindros con lámpara de luz LED, las cuales 10 cilindros polimerizados con luz halógena y 10 cilindros polimerizados con luz LED se realizaron las pruebas de profundidad de polimerización a través del micrómetro de precisión de 0.01mm. Las otras muestras: 10 cilindros polimerizados con luz halógena y cilindros polimerizados con luz LED, llevados al micro durómetro de Vickers llevadas para las pruebas de microdureza.

El objetivo de este proyecto de investigación fue comparar la fotoactivación con luz halógena y luz LED en la profundidad de polimerización de las resinas Bulk Fill.

1.1. Planteamiento del problema

A lo largo del tiempo se ha venido desarrollando un problema a nivel global relacionado a la morbilidad dental, siendo así la causa principal la formación de caries dental cuya enfermedad afecta de manera mundial, la Organización Mundial de la Salud (OMS) en su informe mencionó que existe una relación entre el 60-90% en los escolares y casi el 100% de los adultos poseen piezas dentales con lesiones de caries dental en todo el mundo, siendo así una enfermedad que llega afectar de manera masiva a la población.⁽¹⁾

La Odontología desde los años 3000 a.c. hasta la actualidad que ha venido evolucionando con el paso del tiempo y ha permitido abrir el paso en distintas especialidades como son restaurativa, endodoncia, implantología, periodontal entre otras; en el caso de la odontología restauradora se ha logrado tratar la caries dental y reemplazar el tejido afectado mediante la aplicación de técnicas adhesivas.^(5,7)

La evolución de la ciencia y la tecnología ha permitido el desarrollo de materiales dentales biocompatibles, como son las resinas que mediante el proceso de polimerización dan como resultado un fotocurado completo, es así que en ocasiones se ha producido una polimerización incompleta permitiendo dar un resultado clínico negativo causado por la falta de importancia al proceso de polimerización..⁽⁵⁾

Las restauraciones odontológicas realizadas que presentan una escasa foto polimerización se obtiene una mayor sensibilidad postoperatoria, desprendimiento del soporte, caries secundarias por no contar con un proceso correcto de adhesión entre el compuesto de resina y el diente, cambios y alteraciones de color de la restauración y fractura de la restauración.^(2,6)

Encontramos diferentes factores que permiten asegurar un éxito clínico en el proceso de adhesión en el cual el factor principal debe ser tener una unidad de fotopolimerización que según los parámetros de emisión de intensidad de luz debe ser de un rango de alrededor de 400-1000 mW/cm² con una longitud de onda apropiada de 400-500 nm, así permite alcanzar que el biomaterial pueda llegar a un fotocurado completo.^(2,3)

Es por ello, que la presente investigación tiene como principal objetivo determinar así la capacidad de foto activación con dos lámparas como son: Luz LED y luz halógena relacionadas

a la profundidad de polimerización pertenecientes a las resinas Bulk Fill, que busca identificar cuál es el tipo de fotoactivación indicado para así obtener como resultado una mayor profundidad.

1.2. Justificación

Es evidente la gran incidencia de caries dental sobre la población en general, dicha patología afecta significativamente la salud bucal de quienes la padecen, por ende, efectuar un tratamiento de calidad es de suma importancia; por tanto, el conocimiento del material a utilizar juega un papel importante para el profesional odontólogo al momento de llevar a cabo un protocolo de restauración.

Los tratamientos de operatoria dental suelen ser los que se llevan a cabo con mayor frecuencia en la consulta, mismas que deben presentar ciertos requisitos de calidad; al momento de utilizar un tipo de lámpara de fotoactivación es importante tener en cuenta ciertos criterios que nos permitan hacer una correcta elección, ya que de ello dependerá la correcta polimerización del material, aún más al tratarse de resinas que pueden ser utilizadas en capas de mayor grosor.

Existe una gran variedad de resinas es así que las resinas Bulk Fill han venido evolucionando y han sido relevantes ya que posee múltiples características que destacan de las demás como son: permite disminuir el tiempo de trabajo operatorio y también destaca en su contracción de este material, dichos materiales permiten ser utilizados en la obturación cuando hay una técnica directa.

Los principales beneficiarios de esta investigación son estudiantes pertenecientes a la carrera de odontología de la Universidad Nacional de Chimborazo que podrán acceder al presente estudio, con la finalidad conocer más a profundidad acerca de la importancia de la profundidad de fotocurado de los diferentes tipos de lámparas en resinas Bulk fill.

Esta investigación es factible de realizar, debido a que el investigador cuenta con los recursos académicos y económicos necesarios dentro del presupuesto previamente establecido, de igual manera el tiempo que se va a emplear en la investigación se llevará a cabo en el periodo de tiempo establecido.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

- Comparación de la fotoactivación con luz halógena y luz led en la profundidad de polimerización de las resinas Bulk Fil

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar la profundidad de polimerización de las resinas Bulk Fill fotoactivadas con luz led
- Determinar la profundidad de polimerización de las resinas Bulk Fill fotoactivadas con luz halógena
- Comparar la microdureza de la resina Bulk Fill polimerizada con lámpara luz halógena y luz Led.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Resinas Compuestas

A través de los años ha venido evolucionando este material como son las resinas compuestas siendo sus inicios en el siglo XX, teniendo así estos materiales, características propias como ofrecer un color similar al tejido dentario, usados en los tratamientos de restauraciones dentales (silicatos), presentando su desventaja que era el desgaste en poco tiempo al ser colocados en boca. Las resinas acrílicas fueron los primeros materiales restauradores poliméricos utilizados en odontología, en las décadas de 1940 y 1950; no obstante, ha demostrado tener baja resistencia al desgaste, un elevado coeficiente en su expansión térmica y mayor contracción de polimerización han permitido que se pueda seguir creando diferentes materiales con la finalidad de superar las características ya mencionadas.^{(1,8)(9)}

No obstante, en 1962 el Dr. Ray. L. Bowen siendo el fundador al crear una resina compuesta que agregaba una matriz de resina de metacrilato de bisfenol (Bis-GMA) y así también un agente de unión como es el silano entre los dos componentes como son la matriz de resina y las partículas de relleno. Estos son materiales simplificados compuestos de diferentes elementos siendo la combinación tridimensional de al menos dos materiales químicamente diferentes con interfaces diferentes permitiendo que sus propiedades superiores en comparación a los componentes individuales.⁽²⁾

2.2. Composición

2.2.1. Matriz Orgánica

2.2.1.1. Monómeros

En su composición en la matriz orgánica se encuentra constituida por monómeros de di metacrilato alifáticos u aromáticos, siendo el más utilizado el Bis-GMA (bisfenol-A-glicedil), debido a su peso molecular da como resultado una polimerización menor, posee una rigidez

adecuada, pero tiene también desventajas una de ellas es la viscosidad dificultando así su manipulación.⁽¹⁰⁾

2.2.1.2. Inhibidores

Los inhibidores añadidos a las resinas dentales son en realidad antioxidantes que eliminan los radicales libres que se originan en los iniciadores que reaccionan prematuramente. Especialmente en condiciones de almacenamiento extremas, como altas temperaturas (por ejemplo, durante el transporte y transporte), algunas moléculas de iniciador pueden descomponerse o reaccionar espontáneamente para formar radicales libres. Los inhibidores y bloqueadores evitarán entonces el inicio y la propagación espontáneos de la polimerización por radicales libres al extinguir fácilmente estos radicales libres.^(11,12)

Debido a que estos inhibidores prolongan la vida útil, la concentración de inhibidor requerida depende de la inestabilidad inherente de los monómeros en el adhesivo (acrilatos frente a metacrilatos). El efecto de los inhibidores sobre la polimerización real es insignificante ya que solo se usan cantidades mínimas. Cuando la reacción de polimerización se inicia mediante el fotocurado o la mezcla de dos componentes, se formará una cantidad mucho mayor de radicales, superando la cantidad de inhibidor. Los radicales libres inicialmente formados todavía serán neutralizados por una pequeña cantidad de inhibidor, después de lo cual comenzará la polimerización, iniciada por un exceso de radicales libres disponibles.⁽¹¹⁾

Los inhibidores más manejados en los adhesivos son el monometil éter hidroquinona (MEHQ), hidroxitolueno butilado y el butilhidroxitolueno (BHT). El BHT hay un aumento en su frecuencia en compuestos y resinas adhesivas hidrofóbicas, es de preferencia el MEHQ para el tipo de resinas más hidrofílicas. Debido a su naturaleza hidrofóbica, el BHT se agrega con frecuencia como conservante de alimentos para grasas. Se ha demostrado que ambos inhibidores eluyen de las resinas y, hasta ahora, estos compuestos merecen una evaluación cuidadosa de la biocompatibilidad.^(6,11)

2.2.1.3. Iniciadores y Aceleradores

El uso de iniciadores químicos generalmente se limita a cementos y resinas que no se pueden polimerizar mediante fotopolimerización (solo). Los adhesivos de curado químico normalmente

requieren mezclar un iniciador con un co-iniciador, que luego inicia la reacción de curado. Esencialmente, consisten en dos botellas separadas cuyo contenido debe mezclarse antes de aplicarse a las superficies dentales. Los iniciadores más comunes en las resinas de autocurado son el peróxido de benzoilo (BPO) y las aminas terciarias.⁽³⁾

2.2.2. Partículas Inorgánicas

Las partículas inorgánicas de diferentes formas y tamaños (cuarzo, zirconio y silicato de aluminio) están conectadas entre sí mediante silanos aglutinantes. Estas partículas de relleno son capaces de mejorar el rendimiento de los compuestos al proporcionar estabilidad dimensional; nuevamente, pueden ser de vidrio de cuarzo o de bario, pero vienen en diferentes tamaños de partículas, que son: macro-relleno, micro-relleno, híbrido, híbrido moderno y nano-completado. Estos rellenos reducen la contracción de polimerización, el coeficiente de expansión lineal y la absorción de agua. Por otro lado, la resistencia a la compresión y a la tracción, el módulo de elasticidad y la resistencia a la abrasión generalmente aumentan con el aumento del contenido de relleno.^(5,9)

2.3. Propiedades de las Resinas

2.3.1. Textura superficial

Las principales propiedades dependen de la composición de la resina, entre ellas una superficie uniforme, lisa y continua, mejor resistencia al desgaste y rayaduras, además de prolongar la vida útil de la restauración, lo que se logra mediante el acabado y pulido del composite. De lo contrario, las superficies irregulares o ásperas pueden contribuir a la adhesión de la placa, la reaparición de caries o la irritación del tejido mucoso.^(3,12)

2.3.2. Estabilidad de color

Las alteraciones de color se producen por dos mecanismos: colorantes extrínsecos y la decoloración interna. Los colorantes extrínsecos son aquellas manchas que se encuentran a nivel superficial como consecuencia de los alimentos, colorante, cigarrillo, entre otros y la decoloración interna es el resultado de los procesos de fotooxidación (aminas terciarias). Se

debe destacar que este tipo de resinas presentan una mejor resistencia a la foto polimerizable en comparación al auto polimerizable. ^(6,9)

2.3.3. Coeficiente de expansión térmica

Se define como la cantidad suficiente para provocar un cambio dimensional en las estructuras resinosas bajo la influencia de los cambios de temperatura, como el tejido dental, dando como resultado una baja probabilidad al formar un límite entre la estructura dental y la restauración realizada. ^(3,9)

2.3.4. Módulo de elasticidad

Es una propiedad que expresa la dureza o rigidez de un material, y tiene una relación proporcional, el material con módulo elástico alto es más duro, y el material con módulo elástico bajo es más flexible. La proporción de relleno y el tamaño de partícula determinan el módulo elástico de la resina. ^(3,12)

2.3.5. Contracción de polimerización

Este es un proceso en el que las moléculas de la matriz, también conocidas como monómeros, están separadas por una distancia de 4 nm antes de la polimerización, y los enlaces secundarios, también conocidos como enlaces covalentes, se forman durante la polimerización para reducir la distancia a 1,5 nm, lo que da como resultado una sola el reordenamiento de monómeros, convirtiéndolos en polímeros, afecta la reducción de volumen. ⁽¹²⁾

2.3.6. Radiopacidad

Para garantizar que la resina sea radiolúcida, se agregan agentes como bario, zinc, zirconio, estroncio y lantano, que son importantes para que los clínicos realicen una interpretación diagnóstica con la ayuda de radiografías para observar la consistencia de la restauración y su entorno. ⁽⁸⁾

2.3.7. Sorción acuosa

También conocido como degradación hidrolítica, este es un proceso de difusión que atrae y retiene líquido en la resina, creando una mayor solubilidad y posteriormente rompiendo la unión entre el relleno y la matriz de resina.^(9,13)

Entre los factores que hacen que la resina absorba fácilmente el agua, el más evidente es el contacto con el ambiente acuoso típico de la cavidad oral, que, además de la presencia de saliva, también indica hormonas, proteínas, ácidos apropiados, placa bacteriana, alimentos y sustancias para la higiene bucal.⁽¹³⁾

2.3.8. Dureza

La dureza de la resina es fundamental para el éxito clínico de las restauraciones dentales, ya que aumenta la resistencia de la superficie al desgaste, ayuda a evitar que no exista un desplazamiento relacionado con el estrés, mantiene una vida útil suficiente del material y la dureza de la resina debe ser igual o menor que la dureza de los dientes naturales para evitar el desgaste de las superficies de contacto.⁽⁹⁾

2.3.9. Resistencia a la fractura

Las resinas poseen una propiedad que permite la resistencia a la fractura esto es mediante la cantidad de material o relleno que presentan, las resinas que presentan un mayor porcentaje de viscosidad dan como resultado un mayor éxito en cuanto a la resistencia a la fractura debido a los impactos que presentan de las fuerzas externas se absorben y así su distribución de una manera uniforme.^(3,6)

2.3.10. Resistencia a la abrasión o desgaste

La capacidad de la resina para resistir la pérdida de superficie estructural causada por factores abrasivos como la oclusión antagónica de contacto, la masticación de alimentos, los malos hábitos de bruxismo, el uso de prótesis dentales, cepillos de dientes, etc., lo que acorta gradualmente la vida útil del composite, tiene una relación directa: tamaño, forma y porcentaje que posee las partículas de relleno.^(3,9)

2.3.11. Resistencia a la comprensión y a la tracción

Es la capacidad de la resina para resistir las fuerzas de comprensión o tracción lo que debería parecerse a la dentina las fuerzas anteriores en la cavidad bucal son producidas por la masticación cuando afectan a la restauración y al diente y dependen del tamaño y porcentaje. Cuanto mayor sea la cantidad del compuesto en cuanto a sus partículas de carga, dará como resultado una resistencia a la tracción y a comprensión.^(6,12)

2.4. Clasificación de las Resinas

2.4.1. Resinas de macrorelleno o convencionales

Las resinas convencionales o conocidas también como de macrorelleno se han venido desarrollando en los años de 1970 están compuestas de partículas de dióxido de silicio amorfo o cuarzo con un espesor promedio de 8 a 12 micras; estas partículas de relleno inorgánico tenían un tamaño muy irregular que oscilaba entre 10 y 100 um, causando gran dificultad en la cirugía y reparación.^(7,14)

Encontramos una variedad de rellenos más usados en este tipo de composites como son: cuarzo y vidrio de estroncio o bario. El cuarzo se destaca por presentar características de buena estética y durabilidad, pero es desfavorable en las propiedades de radiopacidad y produce mayor desgaste al diente antagonista. El vidrio de estroncio o vario son radiopacos, pero desafortunadamente son menos estables que el cuarzo.^(6,8)

La presencia de porosidad a nivel de la superficie provoca que el aire se encierre dentro del material (composite) en el momento de su manipulación. Se evita un pulido óptimo del área reparada debido a la dureza y el tamaño variables de las partículas de relleno inorgánico.^(8,14)

2.4.2. Resinas de microrelleno

El campo de la operatoria dental se innovo gracias al uso de resinas de microrelleno dejando atrás resinas convencionales o de macrorelleno debido a que estas poseen partículas uniformes de 0.01 y 0.05 um de sílice pirolítica coloidal.^(8,10)

Las propiedades físicas y mecánicas de las resinas de microrrelleno son inferiores a las de las resinas compuestas convencionales, ya que el 40-80% del volumen del material consiste en resina. Esta es la razón por la que la gran desproporción entre la resina y el relleno inorgánico conduce a una mayor absorción de agua, un mayor coeficiente de expansión térmica y un menor módulo de elasticidad.^(8,15)

Este composite evidencia desventajas: bajas propiedades mecánicas para poder soportar tensiones de las cargas oclusales, se encuentran contraindicadas en la aplicación a nivel del sector posterior como en restauraciones de clase II y IV que involucra más de dos caras o superficies.⁽⁸⁾

2.4.3. Resinas híbridas

Resinas híbridas constituidas por grupos poliméricos pertenecientes a una fase orgánica y una fase inorgánica constituida por vidrios de tamaño y composición variable, 60% o más del contenido total, con tamaño de partícula entre 1 y 8 micras, incluyendo sílice coloidal y un tamaño de 0,04 micras.^(1,16)

Estos composites se caracterizan por: una amplia gama de colores, su capacidad de mezclarse con la estructura dental, su baja contracción de polimerización, baja absorción de agua, excelentes propiedades de pulido y texturizado, resistencia a la abrasión y desgaste muy uniforme. Estructura del diente, coeficiente de expansión térmica similar al de los dientes, fórmula común para las regiones posterior y anterior, diferentes tonos, fluorescencia y diversos grados de translucidez y opacidad.⁽¹⁶⁾

2.4.4. Resinas microhíbridas o híbridas modernas

Las resinas microhíbridas destacan características de resistencia a las fuerzas desarrolladas durante la oclusión de igual manera al desgaste, con respecto al tamaño de sus partículas (0.04 μ m) tienen una alta resistencia y poseen una menor contracción de polimerización, siendo utilizadas en restauraciones extensas sea los dientes anteriores o dientes posteriores. De igual manera este tipo de composites se relacionan al tener menor adhesividad a los instrumentos y poseen menor sensibilidad a la luz (ambiental).⁽¹⁷⁾

2.4.5. Resinas nanohíbridas

Con el transcurso de los años han existido distintos avances tecnológicos, siendo como resultado resinas compuestas con partículas de relleno cada vez más pequeñas, pero con la ayuda de los diferentes procedimientos que nos admitan agregarlas en grandes porcentajes. Los tamaños de las partículas de estos composites tienen un tamaño de partícula de 0,6 μm a 1 μm y se pueden usar solos o combinados en "nanoclusters" o nanoagregados de aproximadamente 5 a 60 nm. El uso de la nanotecnología proporciona una alta translucidez, un pulido excelente similar al de las resinas de microrrelleno, pero mantiene las propiedades físicas y la resistencia al desgaste comparables con las resinas híbridas. Por estas razones, se aplican tanto a la parte delantera como posterior.^(8,17)

2.5. Resina usada en el estudio

2.5.1. Resina Bulk Fill

Durante el transcurso del tiempo se han ido evolucionando diferentes composites, es así que las resinas bulk fill cuyo material heterogéneo se encuentra formado por dos componentes dando como resultado propiedades elevadas, ya que se pueden aplicar mediante la técnica monobloque de hasta 4 mm.^(18,19)

Las resinas bulk fill se las puede clasificar de la siguiente manera:

- Fluidas: Su consistencia es similar a las resinas convencionales fluidas, siendo las bulk fill fluidas permite aplicar en incrementos de hasta 4mm, indicadas para clase I y II, pretendiendo al término una capa adicional de resina convencional, ya que no proveen una buena estética.^(2,18)
- Fluidas con vibración sónica: Para su utilización es necesario una pieza ultrasónica, dando como resultado una baja viscosidad al momento de su aplicación.^(9,19)
- Condensables: Mediante la técnica monobloque permite realizar incrementos de hasta 4mm en una sola aplicación, siendo aplicada en un solo bloque.⁽¹⁸⁾

2.5.2. Composición

Para este proyecto de investigación se utilizó una resina: 3M™ Filtek™ One Bulk Fill Restaurador. Su composición es:⁽¹⁰⁾⁽⁹⁾

- El relleno es una combinación de rellenos de sílice no aglomerados/no aglomerados de 20 nm.
- Rellenos de zirconio aglomerado/no aglomerado y rellenos de racimo de zirconio/sílice (compuestos por partículas de sílice de 20 nm de 4 a 11 nm)
- Partículas de zirconio de 4 a 11 nm)
- Material de relleno de trifluoruro de iterbio en aglomerados de partículas de 100 nm.
- La carga de material de relleno inorgánico es del 76,5% en peso (58,5% en volumen).

El restaurador de relleno en bloque 3M™ Filtek™ One contiene: AFM (monómero dinámico para el alivio del estrés) AUDMA, UDMA y 1,12-dodecanodiol-DMA. El restaurador Filtek One Bulk Fill se aplica a los dientes utilizando un adhesivo dental a base de metacrilato, como los fabricados por 3M, que une permanentemente la restauración a la estructura del diente.⁽²⁰⁾

2.5.3. Propiedades de la resina Bulk Fill

2.5.3.1. Radiopacidad

En las resinas convencionales, como en las resinas de Bulk Fill, existen múltiples elementos radiopacos.: zirconio, bario, zinc, iterbio y lantano, cuyos componentes para poder llegar a un diagnóstico de los cuales son: caries secundaria, presencia del material o diferentes, valoración de los diferentes contornos de la restauración y distintos defectos que pueden presentar en el proceso de la conformación y preparación cavitaria.⁽⁹⁾

Se debe tomar en cuenta que la radiopacidad que se genera no solo depende de los elementos ya mencionados, sino también hay factores como: la cantidad de voltaje, tipo de película, técnica a utilizar en la toma de la radiografía y angulación del cono.⁽²¹⁾

2.5.3.2. Fluorescencia

Se define a la fluorescencia como un fenómeno que da paso a la absorción de luz ultravioleta que resulta ser invisible al ojo humano, siendo visible en distintas ocasiones con un tono azulado por su fondo oscuro, teniendo mayor intensidad en el tejido orgánico como es la dentina.⁽²²⁾

2.5.3.3. Fuente de luz para fotopolimerización

En los materiales como son los composites y los cementos de fotopolimerización y activación dual existe la presencia de canforoquinona cuyo elemento es un fotoiniciador. Absorbe su energía en el espectro visible de 400 a 500 nm, con un pico ideal en 468 nm. En este sentido, la longitud de onda emitida por la fuente de luz es compatible con la de CQ (canforoquinona) y tiene suficiente intensidad para polimerizar el material de manera efectiva. Diferentes fuentes de luz tienen diferentes espectros de longitud de onda y diferentes intensidades de luz emitida. Afecta directamente las propiedades mecánicas de la resina y la profundidad alcanzada por la polimerización.⁽²¹⁾

2.6. Clasificación de las tecnologías para fotopolimerización

Los fabricantes intentan desarrollar fuentes de luz que brinden la tasa de conversión más alta con el estrés de curado más bajo, ya que esto ayuda a mejorar la funcionalidad y la estética del composite; usan luces de "arranque suave" (tradicionales o halógenas de alta intensidad, o LED) que gradualmente aumentan la intensidad de la luz, las lámparas de polimerización) son muy útiles para reducir la contracción del composite.^(3,23)

Hoy en día, hay disponibles varias fuentes de resinas compuestas fotoiniciadores: Lámparas halógenas, de arco de plasma, láser y de diodos emisores de luz (LED). Las más utilizadas son las lámparas halógenas y las lámparas LED.⁽²³⁾

2.6.1. Polimerización por Luz ultravioleta

En la década de los 70 se desarrolló un dispositivo que funcionaba emitiendo luz ultravioleta (365 nm) desde una fuente de mercurio a mayor presión a través de una varilla de cuarzo, por lo que la polimerización controlada por enlace fue un salto de gigante que resultó no ser posible se obtuvo con un tiempo de exposición de 20 segundos.^(21,23)

Las resinas foto curables de este sistema se basan en fotoiniciadores a base de compuestos de éter de benzoinico, que pueden descomponerse en múltiples radicales libres sin compuestos intermedios, por lo que este sistema presenta varios inconvenientes. Al colocar pequeños incrementos y restricciones de profundidad debido a la capacidad limitada de la luz ultravioleta llegando así a penetrar el material.^(1,21)

Además, su historial médico señaló posibles efectos nocivos de la exposición de los tejidos oculares a varias radiaciones de onda corta, que incluyen: quemaduras en la córnea y formación de cataratas, así como también puede variar cambios en la micro flora bucal.⁽²³⁾

2.6.2. Polimerización por luz halógena

Se conoce que en el año 1976 el Dr. Mohammed Bassoiuny es pionero al utilizar la resina dental polimerizada. El uso de canforoquinona y co-iniciador fue un punto clave para la optimización de este sistema, que sigue siendo utilizado hasta la actualidad, que consiste en una fuente de cuarzo y tungsteno que contribuye a la absorción de calor.^(23,24)

El sistema descrito permite la agregación de incrementos de 2 mm en 40 a 60 segundos y reduce el riesgo de alteraciones en la microflora oral, por lo que las tecnologías de cuarzo y tungsteno han sufrido ciertos cambios con el tiempo, por ejemplo, de 35 W a 100 W para dispositivos portátiles.^(24,25)

Se sabe que la luz obtenida varía entre 400 - 500 mW/cm², además del sistema de enfriamiento por medio de un ventilador y una punta de turbina consistente en un cable de fibra óptica cuya parte distal tiene un diámetro relativo al extremo proximal, consiguiendo hasta a 1.6 fuerza veces mayor.⁽²⁵⁾

2.6.3. Luz LED

Los LED son una alternativa prometedora para los materiales dentales de fotocurado. Su uso en odontología se ha discutido desde que se desarrollaron los diodos azules en la década de 1990. Los estudios han demostrado que a 100 mW/cm², la intensidad, la profundidad de curado y la tasa de conversión del monómero de resina del LED son significativamente mejores que las lámparas halógenas.^(4,26)

Las lámparas LED que están disponibles comercialmente en la actualidad tienen una potencia muy similar a las lámparas halógenas: alrededor de 755 mW/cm². Los estudios han demostrado que la calidad de una lámpara de curado no solo está determinada por la intensidad de la luz, sino que también se debe considerar la absorción del sistema iniciador, por lo que el espectro emitido es un determinante importante del rendimiento de la lámpara de curado.^(2,23)

La curva de absorción de la canforquinona cubre el rango de 360 a 520 nm con un pico a 465 nm. Por tanto, el espectro de emisión óptimo de las fuentes poliméricas se encuentra entre 440 y 480 nm. En las unidades de polimerización convencionales, el 95 % de la luz se emite en longitudes de onda entre 400 y 510 nm, mientras que los LED azules emiten el 95 % del espectro entre 440 y 500 nm con un pico a 465 nm, el mismo pico que la canforquinona.^(21,24)

Se sabe que la técnica, que determina la longitud de onda de la luz emitida en función de la diferencia entre dos sustratos semiconductores, es más eficiente que las fuentes de luz desarrolladas anteriormente, que pueden alimentarse más fácilmente con baterías.^(23,26)

2.7. Profundidad de polimerización

La profundidad de curado es una de las propiedades importantes de la resina compuesta, que se refiere a la resina compuesta rellena en el lecho solo puede polimerizar completamente dentro de una cierta profundidad. La profundidad de curado generalmente depende de la transmisión de luz del material, si la resina compuesta no se polimeriza lo suficientemente profundamente, es posible que los monómeros inferiores de la resina no se conviertan lo suficiente, lo que puede provocar sensibilidad posoperatoria, micro filtración en los bordes y polimerización incompleta de material cariado secundario causado por la resina compuesta. Las resinas compuestas tradicionales generalmente requieren relleno de capas y fotopolimerización.^(21,23,26)

Para la resina de relleno a granel, se agregan canforquinona y otros fotoiniciadores para modificar el sistema iniciador y completarlo. El grosor del relleno puede alcanzar los 4 mm y tiene un bajo estrés de contracción en aplicaciones prácticas. La profundidad de curado puede cambiar con el color de la resina compuesta Como cambios en el color y la transparencia, cuanto menor sea la transparencia, más oscuro será el tono y menor será la profundidad de curado.^(5,21)

En uso clínico, de acuerdo con las instrucciones del material, el espesor de relleno y curado no debe exceder su valor de espesor máximo, llenado y polimerización espesores máximos de resinas de relleno a granel actualmente en el mercado por 4 - 6 mm, se recomienda no exceder 4mm espesor para asegurar un curado adecuado del material.⁽⁵⁾

La profundidad determina el grosor que debe tener el cuerpo de resina para mantener un nivel aceptable de conversión de monómero, es decir, superior al 50 %, lo que disminuirá el grado de conversión de la resina compuesta a medida que aumenta la distancia desde la superficie iluminada.^(21,26)

Hay varios factores que afectan la profundidad de curado, algunos de los cuales son:

- Tipo, tono y translucidez de la resina compuesta.
- Espesor del incremento.
- Distancia desde la punta de la unidad de fotocurado.
- Periodo de radiación
- Distribución y tamaño de las partículas de carga.

2.8. Método empleado para medir la profundidad de polimerización

2.8.1. Profundidad de curado por la norma ISO 4049

La norma ISO 4049, publicada por la Organización Internacional de Normalización (ISO), especifica los requisitos mínimos para las resinas compuestas dentales y diferentes formas de pruebas estándar que evaluarán las propiedades de los materiales fotopolimerizables, incluida la profundidad de polimerización.^(25,26)

Para determinarlo se utilizó un molde de acero inoxidable de 4 mm de diámetro y 10 mm de largo, por lo que si la profundidad especificada es mayor a 3 mm, el molde debe tener al menos el doble de largo por 2 mm. Profundidad de agregación, superponga adicionalmente la tira transparente con el portaobjetos, coloque el molde de acero y llénelo con resina, teniendo cuidado de excluir las burbujas de aire, luego coloque la segunda tira transparente encima y en el segundo portaobjetos, el portaobjetos se aprieta para reemplazar exceso de materia.⁽²¹⁾

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de investigación

Se realizó un estudio de tipo no experimental, comparativo, de corte transversal con enfoque cualitativo, de tipo observacional, comparativo y bibliográfico.

Observacional: Debido a que se verificó con la lámpara de luz led, así como la de luz halógena el nivel de penetración de fotopolimerización que estos presentan en la resina Bulk Fill a través de un micrómetro digital para así obtener los resultados y el estudio realizado de comparación de microdureza de Vickers enviado al laboratorio. (Laboratorio de análisis metalográfico).

Comparativo: Se estableció el nivel de polimerización que presenta la luz LED con relación a la luz halógena y se analizó cuál de estas dos presenta los mejores resultados en resinas denominadas Bulk Fill.

Bibliográfico: Se buscó fuentes bibliográficas de alto impacto que sirvieron de apoyo para la sustentación teórica y conceptual.

3.2. Población

La población estuvo conformada por el conjunto de 40 probetas de resinas de diámetro de diámetro de 4 mm de ancho por 10 mm de altura de acuerdo con la norma ISO 4049^(21,23,25).

3.3. Muestra

La muestra se constituyó como de tipo intencional no probabilística ⁽²¹⁾ en base a los criterios de selección. La cual estuvo conformada por 40 probetas de resina Bulk Fill (3M)⁽²⁷⁾; distribuidos de la siguiente manera: Grupo A: 20 muestras de resinas (Bulk Fill) polimerizadas con lámpara de luz halógena. Grupo B: 20 muestras de resinas (Bulk Fill) polimerizadas con lámpara de luz Led.

El estudio para medir la profundidad de polimerización se realizó con una población intencional de 20 muestras de resinas (Bulk Fill) de diámetro de 4mm de ancho por 10 mm de altura de acuerdo con la norma ISO 4049, distribuidos de la siguiente manera:

- Grupo A: 10 muestras de resinas (Bulk Fill) polimerizadas con lámpara de luz halógena.
- Grupo B: 10 muestras de resinas (Bulk Fill) polimerizadas con lámpara de luz Led.

El estudio para medir la dureza de Vickers se distribuyó de la siguiente forma:

- Grupo C: 10 muestras de resinas (Bulk Fill) polimerizadas con lámpara de luz halógena.
- Grupo D: 10 muestras de resinas (Bulk Fill) polimerizadas con lámpara de luz Led.

3.4. Criterios de selección

Tabla 1. Probeta de resinas que cumplan con la norma ISO 4049, de 4mm de ancho y 10mm de altura

Tabla 2. Muestras de resina sin burbujas, grietas o fracturas.

3.5. Técnicas e instrumentos

La técnica que se utilizó en el presente estudio es la observación y el instrumento es la lista de cotejo.

3.6. Materiales y equipos

- Lámpara de luz LED (VALO™ Grand)
- Lámpara de luz halógena (3M CURING LIGHT 2500 M 5560)
- Resina Bulk Fill (3M™ Filtek™ One Bulk Fill)
- Molde para resina 4mm de ancho y 10mm de altura (ISO 4049)
- Micrómetro de precisión Digital de 0 - 25mm/0.001mm
- Durómetro de Vickers (Savain automático)
- Medidor de intensidad de luz

3.7. Intervenciones

Se verificó a través de las pruebas de calibración las lámparas de fotocurado, las mismas que debían tener al menos 500 mW/cm² de radiación lumínica, siendo la lámpara de fotocurado de luz halógena de 500 mW/cm² y la de luz LED una radiación de 1000 mW/cm².

Ilustración 1 Medidor intensidad de luz halógena (3M CURING LIGHT 2500 M 5560)



Fuente: Registro fotográfico

Ilustración 2 Medidor de intensidad de luz led (VALO™ Grand)

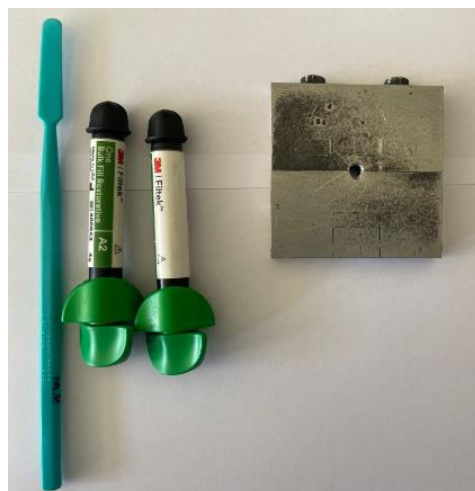


Fuente: Registro fotográfico

Fase I. Preparación de las muestras de estudio

Se elaboró los grupos A, B, C y D para medir la profundidad de polimerización (Grupo A y B) y para medir la dureza de Vickers (Grupos C y D), se colocó dicha resina en la muestra preformada de acero inoxidable desmontable, teniendo 4 mm de ancho y 10 mm de profundidad (ISO 4049).

Ilustración 3 Molde para resinas 4mm de ancho y 10mm de altura



Fuente: Registro fotográfico

Fase II. Aplicación de los respectivos estudios

Para medir la profundidad de polimerización se elaboraron los grupos A y B, en el cual se preparó las muestras de resinas, se colocó una tira de poliéster, sobre esto el molde y se rellenó con la Resina Bulk Fill (3M™ Filtek™ One Bulk Fill).

Una vez colocada con la espátula de titanio la resina, en la parte superior se coloca una tira poliéster con la finalidad de crear así 1 mm de distancia para su fotopolimerización.

Fase III. Aplicación Fotopolimerización

Se realizó la polimerización de las muestras de resina, iniciando con la lámpara de fotocurado de luz halógena y posteriormente con luz LED, por un periodo determinado: grupo A y D de 30 segundos y el grupo B y C de 20 segundos.

Ilustración 4 Fotopolimerización con lámpara LED (VALO™ Grand)



Fuente: Registro fotográfico

Ilustración 5 Fotopolimerización con de luz halógena (3M CURING LIGHT 2500 M 5560)



Fuente: Registro fotográfico

Después de culminar con la fotoactivación, se retira la muestra (Grupo A y B) que no se polimerizó con la espátula de plástico retirando así todo aquel material reblandecido y se lleva la muestra al micrómetro digital de 0.01 mm de precisión registrando así los resultados que indican, que será dividido para dos obteniendo su medida de profundidad de polimerización.

Ilustración 6 Micrómetro digital de precisión



Fuente: Registro fotográfico

Una vez obtenido las muestras (Grupo C y Grupo D) se desmonta de la matriz prefabricada para llevarlas al laboratorio de análisis metalográfico del centro de fomento metal mecánico carroceros de Tungurahua.

Ilustración 7 Durómetro de Vickers (Centro de Fomento Productivo Tungurahua)



Fuente: Registro fotográfico

CAPITULO IV

4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1 Estadísticos luz halógena

Estadístico		
Media		3.243
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	3.0742
	Límite superior	3.4118
Mediana		3.24
Varianza		0.056
Desviación estándar		±0.23599
Mínimo		2.84
Máximo		3.61

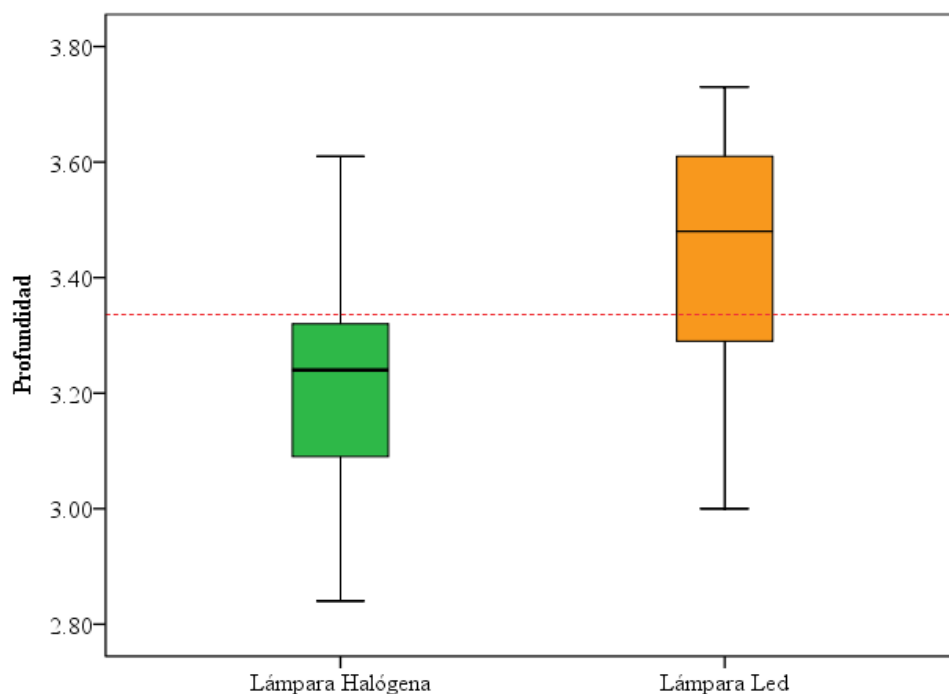
Análisis: El valor promedio de profundidad de luz halógena fue de 3.24 mm, no se evidencia una diferencia con su mediana. La profundidad mínima fue 2.84 mm y su máximo de 3.61 mm.

Tabla 2 Estadísticos de la luz led

Estadístico		
Media		3.429
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	3.2581
	Límite superior	3.5999
Mediana		3.48
Varianza		0.057
Desviación estándar		±0.23895
Mínimo		3
Máximo		3.73

Análisis: Se pudo verificar un valor promedio de profundidad de 3.42 mm con una desviación estándar 0.23 mm lo que indica muy poca variabilidad. Además de una profundidad mínima de 3 mm y su máximo de 3.73 mm.

Gráfico 1 Comparativo de la distribución de muestras con los dos tipos de lámparas

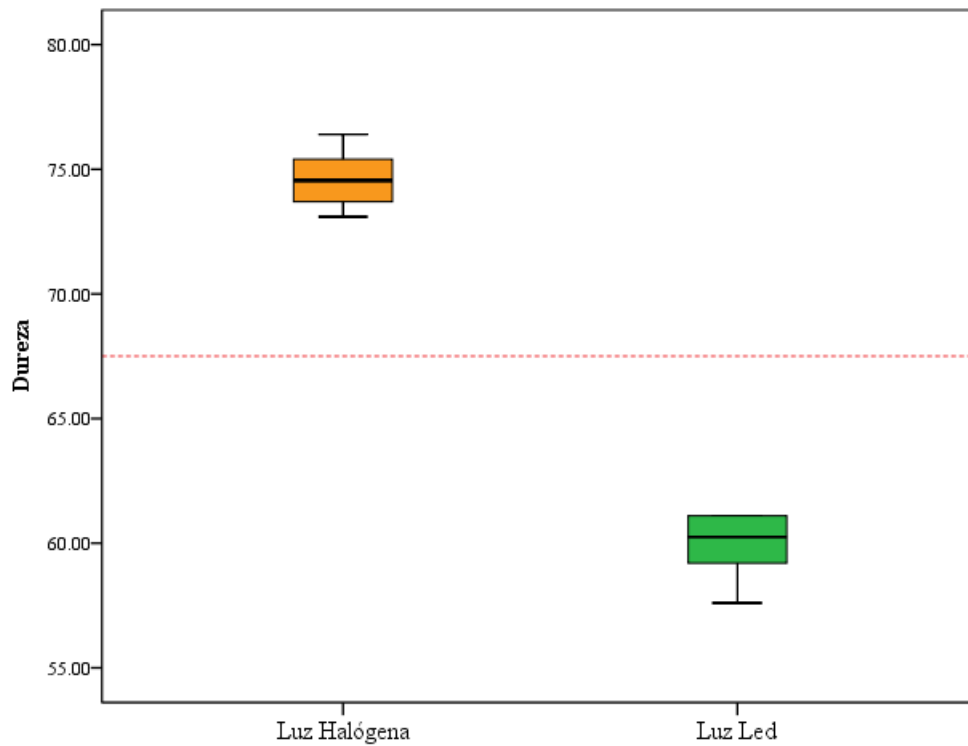


Análisis: Se verifica que el valor promedio de profundidad en el caso de la lámpara halógena en un 75% de las muestras estuvieron por debajo del valor promedio; en el caso de la lámpara led aproximadamente el 60% de las muestras estuvieron por encima del valor promedio. Y su valor de profundidad de la lámpara halógena fue mucho menor con respecto a la lámpara led.

Tabla 3 Estadístico dureza de Vickers

Lámpara de fotocurado	Dureza de Vickers resinas	Estadístico
Luz Halógena	Media	74.6
	Mediana	74.55
	Varianza	1.471
	Desviación estándar	1.21289
	Mínimo	73.1
	Máximo	76.4
Luz Led	Media	60.01
	Mediana	60.25
	Varianza	1.372
	Desviación estándar	1.17137
	Mínimo	57.6
	Máximo	61.1

Gráfico 2 Dureza de Vickers



Análisis: Se pudo verificar un valor promedio con respecto a la dureza de Vickers foto polimerizada con la luz halógena es de 74.6 mm con una desviación estándar 1.21 mm lo que indica muy poca variabilidad. Además, su valor mínimo de 73.1 mm y su máximo de 76.4 mm. Con respecto a la dureza de Vickers foto polimerizada con la luz led es de 60.01 mm con una desviación estándar 1.17 mm lo que indica muy poca variabilidad. Además, su valor mínimo de 57.6 mm y su máximo de 61.1 mm. La varianza y la desviación estándar son relativamente pequeñas para ambas lámparas, lo que sugiere que la dureza de Vickers es una medida precisa y consistente para ambas. El rango de valores también es relativamente pequeño, con el valor mínimo y máximo dentro de un rango estrecho. En general, la elección de la lámpara de fotocurado puede afectar la dureza de Vickers de las resinas curadas con fotopolimerización, ya que la Luz Halógena parece producir una dureza de Vickers más alta que la Luz Led. Sin embargo, es importante tener en cuenta que otros factores, como la formulación de la resina y la calidad del curado, también pueden afectar la dureza de Vickers de las resinas curadas con fotopolimerización.

Análisis de significancia estadística

La tabla 6 representa los resultados de una prueba de muestras independientes para evaluar si hay una diferencia significativa entre las medias de dos grupos en cuanto a la profundidad de la fotopolimerización con la lámpara de luz led y halógena. Primero se realizó una prueba de Levene para evaluar la igualdad de varianzas entre los grupos, y se encontró que la prueba F tiene un valor de 0.050 y un valor de p de 0.826, lo que indica que se puede asumir que las varianzas son iguales. Luego se realizó una prueba t para la igualdad de medias, y se encontró que el valor t es de -1.751, con 18 grados de libertad y un valor de p de 0.097, lo que indica que no hay una diferencia significativa entre las medias de los grupos.

La diferencia de medias entre los grupos fue de -0.186, con un error estándar de 0.106 y un intervalo de confianza del 95% que va desde -0.409 a 0.037. Esto indica que la diferencia entre las medias de los grupos no es estadísticamente significativa y que la profundidad que genera la fotopolimerización no se ve afectada significativamente por el uso de lámparas led o halógenas.

Tabla 4 Prueba t para muestras independientes (Profundidad)

Profundidad	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
	F	Sig.	t	gl	p	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	0.05	0.826	-1.751	18	0.097	-0.186	0.1062	-0.40912	0.03712
No se asumen varianzas iguales			-1.751	17.997	0.097	-0.186	0.1062	-0.40912	0.03712

La tabla 7 presenta los resultados de la prueba de muestras independientes para evaluar si hay una diferencia significativa entre las medias de dos grupos en cuanto a la dureza de Vickers un aplicado la fotopolimerización con luz led y halógena. Se realizó una prueba de Levene para evaluar la igualdad de varianzas entre los grupos, y se encontró que la prueba F tiene un valor de 0.032 y un valor de p de 0.860, lo que indica que se puede asumir que las varianzas son iguales.

Luego se realizó una prueba t para la igualdad de medias, y se encontró que el valor t es de 27.362, con 18 grados de libertad y un valor de p de 0.000, lo que indica que hay una diferencia significativa entre las medias de los grupos. La diferencia de medias entre los grupos fue de 14.59, con un error estándar de 0.53 y un intervalo de confianza del 95% que va desde 13.47 a 15.71. En conclusión, la diferencia entre las medias de los grupos es estadísticamente significativa y que la microdureza del material que genera la fotopolimerización se ve afectada significativamente por el uso de lámparas led o halógenas.

Tabla 5 Prueba t para muestra independientes (Microdureza)

Dureza	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
	F	Sig.	t	gl	p	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	0.032	0.86	27.362	18	0,00	14.59	0.53322	13.46975	15.71025
No se asumen varianzas iguales			27.362	17.8	0,00	14.59	0.53322	13.46965	15.71035

Discusión

En el estudio realizado por Mejias Rotundo ⁽²⁸⁾ en el que se determinó la profundidad de curado por efecto de la fotopolimerización en diferentes resinas compuestas como: A3 Opaco (Everglow, Coltene) por 40 segundos con algunos tipos de lámparas led en este caso: B 685 Super, Ortho-dent-all, DI Raddi-Plus y Coltene Coltolux. Se encontró que el promedio de profundidad en milímetros para la lámpara Coltolux LED fue de 1.892, en el caso de DB 685 super fue de 1.52, y para Ortho-dent-all se obtuvo un valor de 1.607 y SDI Raddi plus fue de 1.59. En un estudio realizado por Rojas, Villarreal, Guerrero, Santana & Barceló ⁽²⁹⁾ en el que se determinó la profundidad de curado de selladores de fosetas y fisuras utilizando luz emitida por diodos (LED), en la que se fotocuraron 90 muestras de sellador de fosetas y fisuras (Helioseal F®), durante 20 segundos con lámpara LED Bluephase C5 (Ivoclar Vivadent®), 30 con la fuente de luz a 0 mm de distancia, 30 a 5 mm y 30 a 10 mm a diferentes distancias se registró un promedio de profundidad de curado 2.014. Resultados que comparados con el presente trabajo denotaron valores menores por mucho respecto al registró una profundidad de curado en la resina de estudio Bulk fill foto activada con lámpara de luz led observando una profundidad

promedio de 3.42 mm cuyos composites basados en resinas fotopolimerizables contienen fotoiniciadores, que se descomponen con la radiación a través de la luz azul visible en especies reactivas que activan la polimerización. Esto implica que es necesaria una cantidad suficiente de luz con una longitud de onda dentro del espectro de absorción del fotoiniciador para iniciar la reacción de polimerización. La mayoría de los composites de relleno masivo todavía contienen canforquinona (CQ) como fotoiniciador principal y una amina terciaria como coiniador. ⁽³⁰⁾

En el artículo A. Guerrero & E. Chumi ⁽²³⁾ en el que se determinó comparar la profundidad de curado de una resina nano híbrida fotoactivada con luz halógena versus luz led según ISO 4049, el valor mínimo de profundidad de curado se obtuvo con la lámpara halógena (2,23 mm), a diferencia de la foto activación con la lámpara led (2,32 mm). Mientras que en el proyecto de investigación se registró los siguientes valores su valor mínimo de 2.84 mm y su valor máximo de 3.61 mm lo que muestra una diferencia importante respecto de los estudios antes citados.

Mientras que comparado con los resultados del estudio realizado por Guerrero Ana ⁽³¹⁾ se muestran similares con un valor de 2,39 mm y una profundidad de curado más alta obtenida con una unidad de alta potencia por 10 segundos. En el presente trabajo de investigación se observa que el valor más alto de profundidad de curado fue conseguido con la lámpara led, siendo este valor de 3.42, y el valor más bajo fue de 3.24 mm, conseguido con una lámpara halógena. Estos resultados difieren con el artículo que se registra una diferencia en sus valores de los resultados, no obstante, indican en estos estudios que hay una mayor profundidad de fotopolimerización al ser foto activadas con luz led.

En el “Estudio comparativo de la microdureza de composites en relación a la fuente de luz, profundidad de polimerización y tiempo” en el cual Flaviane R. G. Silva A., determinaron a través del análisis estadístico se verificó significancia para los factores Resina (R) y Fuente de luz (F) y para sus interacciones, siendo esta la resina: Charisma (Heraeus Kulzer, Dormagen, Germany) (44,81) la que presentó menor microdureza que la resina Z100 (3M-ESPE, St. Paul MN, USA) (99,17); la luz Halógena (80,37) determinó mayor nivel de microdureza que la luz LED (63,61). ⁽³²⁾ Lo que en referencia al presente estudio de investigación se muestra debido a que presenta los valores de microdureza del material con resinas Bulk fill fotocurado con los dos tipos de luz de fotocurado, la Luz halógena con un mayor valor y consistencia en la dureza

de Vickers con una mediana por encima del valor de 70, respecto a la Luz led, como se indica en los estudios citados.

En la investigación realizada por Flaviane R. G. Silva A.,⁽³²⁾ determinaron los resultados fueron estadísticamente significantes ($p=5\%$) para todas las condiciones experimentales. Ambas resinas tuvieron la microdureza disminuida conforme el aumento de la profundidad y presentaron valores mayores con el aparato de luz halógena que con el aparato de diodo. La resina Z100 presento mayores valores de microdureza en relación a la resina Charisma. De acuerdo con los resultados, se puede concluir que cuanto mayor la profundidad menor la dureza y el aparato QTH proporcionó mayor grado de polimerización. Es así que en la presente investigación se observa un similar resultado en el cual se presenta mayor microdureza en las muestras que fueron polimerizadas por la lámpara de luz halógena esto es el resultado de la exposición del material a la luz halógena de mayor intensidad resulta en la formación de más radicales libres, pero con mayor posibilidad de obtener propiedades físicas muy pobres por la gran posibilidad de desarrollar cadenas pequeñas de los polímeros.⁽³³⁾

CAPITULO V

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Se determinó que la profundidad de polimerización de las resinas Bulk Fill foto activadas con luz led tuvo un valor promedio de 3.42 mm con una desviación de 0.23 mm, no denotando mayor variabilidad y consistencia en la muestra.
- Se determinó que la profundidad de polimerización de las resinas Bulk Fill foto activadas con luz halógena tuvo un valor promedio de 3.24 mm con una desviación de 0.23 mm
- Se analizó que los efectos de la microdureza que produce la polimerización con lámpara de luz halógena y luz led en la resinan Bulk fill, al momento de realizar el test los valores son elevados para la lámpara halógena 74.6 con una microdureza superior de resina, en cuanto a lámpara de luz led 60.01 se obtuvo valores menores, por lo tanto, la polimerización con las diferentes lámparas posiblemente este afectando forma significativa su microdureza.
- Se determinó que la dureza presenta una diferencia significativa entre las medias de los diferentes grupos de 14.59 al ser polimerizadas con luz led o halógena, se ve afectada por la fotopolimerización sea con lámpara de luz halógena o luz led más no la profundidad está puede ser fotoactivadas por la luz led o luz halógena.

4.2. Recomendaciones

- Se recomienda considerar el uso del proceso de fotopolimerización al considerar la calibración como un efecto que disminuya o aumente profundidad.
- Se recomienda conocer las diferentes lámparas tanto de luz halógena como luz led que existen en el mercado, y las resinas que van a hacer polimerizadas como son las resinas bulk fill que tienen incrementos de 4 mm.
- Se recomienda realizar más estudios sobre el uso de otras resinas para analizar y comparar la microdureza con respecto a las diferentes lámparas de polimerización y verifica el material de mejor resistencia.
- Se recomienda tomar en cuenta el tiempo de polimerización para así tener una profundidad de polimerización del material no se vea afectado por el tipo de lámpara que se llegue a utilizar sea de luz halógena o luz led.

BIBLIOGRAFÍA

1. Paulina Leal-Fonseca A, Hernández-Molinar Y. Evolución de la odontología. Oral [Internet]. 2016;17(55):1418–26. Available from: <http://dentistaenvalencia.es/?p=327>
2. Hervás-García A, Martínez-Lozano MA, Cabanes-Vila J, Barjau-Escribano A, Fos-Galve P. Composite resins. A review of the materials and clinical indications. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2006;11(2):215–20.
3. García Gargallo M, Antonio Martínez Vázquez de Parga J, Alicia Celemín Viñuela D. Propiedades estéticas de las resinas compuestas. Rev Int Prótesis Estomatológica. 2011;13(1):11–22.
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;14(9).
5. Carrillo C, Monroy M. Materiales de resinas compuestas y su polimerización. Rev ADM organo Of la Asoc Dent Mex. 2009;LXV:10–7.
6. Ilie N, Hickel R. Resin composite restorative materials. Aust Dent J. 2011;56(SUPPL. 1):59–66.
7. Ferracane JL. Resin composite - State of the art. Dent Mater. 2011;27(1):29–38.
8. S. R, Pereira G. Current trends and evolution on dental composites. Fund Acta Odontológica Venez. 2008;46(3):1–19.
9. Danilo Gomes de Arruda. La resina Bulk Fill como material innovador. Revisión bibliográfica. Title. 2021;6.
10. Balkaya H, Arslan S, Pala K. A randomized, prospective clinical study evaluating effectiveness of a bulk-fill composite resin, a conventional composite resin and a reinforced glass ionomer in class II cavities: One-year results. J Appl Oral Sci. 2019;27:1–12.

11. Van Landuyt KL, Snauwaert J, De Munck J, Peumans M, Yoshida Y, Poitevin A, et al. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials*. 2007;28(26):3757–85.
12. Ruiz JM, Ceballos L, Fuentes M V., Osorio R, Toledano M, García-Godoy F. Propiedades mecánicas de resinas compuestas modificadas o no con poliácidos. *Av Odontoestomatol*. 2003;19(6):291–7.
13. Vaca MJ, Ceballos L, Fuentes M V., Osorio R, Toledano M, García-Godoy F. Sorción y solubilidad de materiales formulados con resina. *Av Odontoestomatol*. 2003;19(6):283–9.
14. Rauber GB, Bernardon JK, Vieira LCC, Maia HP, Horn F, Roesler CRDM. In vitro fatigue resistance of teeth restored with bulk fill versus conventional composite resin. *Braz Dent J*. 2016;27(4):452–7.
15. Hong G, Yang J, Jin X, Wu T, Dai S, Xie H, et al. Mechanical properties of nanohybrid resin composites containing various mass fractions of modified zirconia particles. *Int J Nanomedicine*. 2020;15:9891–907.
16. Miriam Pérez A, Ferreira JL, Espina-Ferreira ÁI, Ortega-Pertuz AI. Análisis estructural de las resinas dentales expuestas al incremento controlado de la temperatura. Estudio con nes forenses. *Cienc Odontol*. 2016;13(1):52–66.
17. García AH, Angel M, Lozano M, Vila JC, Escribano AB, Galve PF, et al. Resinas compuestas . Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2006. 2006;215–20.
18. Jing X, Diseases O, Clinical N, Diseases O. Factores que influyen en la aplicación clínica de la resina compuesta de relleno en bloque. 2020;38(3).
19. Yadav R, Kumar M. Dental restorative composite materials: A review. *J Oral Biosci* [Internet]. 2019;61(2):78–83. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.job.2019.04.001>
20. Maximov J, Dikova T, Duncheva G, Georgiev G. Influence of Factors in the

Photopolymerization Process on Dental Composites Microhardness. *Materials* (Basel). 2022;15(18):1–15.

21. Gutierrez-Leiva A, Pomacóndor-Hernández C. Comparación de la profundidad de polimerización de resinas compuestas bulk fill obtenida con dos unidades de fotoactivación LED: polywave versus monowave. *Odontol Sanmarquina*. 2020 May 6;23(2):131–8.
22. Reis AF, Vestphal M, do Amaral RC, Rodrigues JA, Roulet JF, Roscoe MG. Efficiency of polymerization of bulk-fill composite resins: A systematic review. *Braz Oral Res*. 2017;31:37–48.
23. Guerrero A, Chumi E. Curado De Una Resina Nanohíbrida Fotoactivada Con Luz Halógena Versus Luz Led. *Rev Nac Odontol* [Internet]. 2018;13(26):1–10. Available from: <file:///E:/CAAP 2019/resinas y luz odontología/2042-Texto del artículo-5237-3-10-20190221.pdf>
24. Roberts HW, Vandewalle KS, Berzins DW, Charlton DG. Accuracy of LED and halogen radiometers using different light sources. *J Esthet Restor Dent*. 2006;18(4):214–22.
25. Moore BK, Platt JA, Borges G, Chu TMG, Katsilieri I. Depth of cure of dental resin composites: ISO 4049 depth and microhardness of types of materials and shades. *Oper Dent*. 2008;33(4):408–12.
26. Boza YR. Estudio de la profundidad de polimerización de resinas bulk fill a diferentes distancias de fotoactivación. Tesis Digit - UNMSM [Internet]. 2015; Available from: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/4552>
27. Restaurador O, Fill B, One F, Bulk R. La simplicidad de un solo paso y la confianza de un fotocurado profundo.
28. Oswaldo Mejias Rotundo. Profundidad de curado por unidades de fotocurado LED usadas. 2020;20–4.
29. Rojas AV, Ibarra JG, Nagano AY, Santana FHB. Profundidad de curado de selladores de

fosetas y fisuras utilizando luz emitida por diodos (LED) a diferentes distancias². Rev Odontológica Mex. 2015;19(2):76–80.

30. Van Ende A, De Munck J, Lise DP, Van Meerbeek B. Bulk-Fill Composites: A Review of the Current Literature. J Adhes Dent [Internet]. 2017;19(2):95–110. Available from: http://jad.quintessenz.de/c3b6/jad_2017_02_s0095.pdf^{0A}<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28443833>
31. Guerrero Bravo AG. Estudio comparativo in vitro de la profundidad de curado de una resina nano-híbrida fotoactivada con luz halógena versus luz LED según la norma ISO 4049 [Internet]. 2016. 1–79 p. Available from: <http://186.5.103.99/handle/reducacue/7218>
32. Flaviane R. G. Silva. Estudio comparativo de la microdureza de composites en relación a la fuente de luz, profundidad de polimerización y tiempo. Facultad de Odontología de Ribeirão Preto-USP, Av. do café s/n, Monte Alegre, Ribeirão Preto, SP, Brasil.

8. ANEXOS

7.1 Anexo 1.

Código: CP-AR-AM-EDV-018
 Fecha de elaboración: 2022-12-12
 Fecha de última actualización: 2022-08-31
 Revisión: 2

INFORME DE ENSAYO DE DUREZA VICKERS

Página 1 de 2

LABORATORIO DE ANÁLISIS METALOGRAFICO
ENSAYO DE DUREZA VICKERS
INFORME DE RESULTADOS N°: 060518069420221122-EDV.

DATOS GENERALES

N° de proforma: AM_2022_016.
 Empresa/Cliente: Anai Mishel Paz Guamán
 RUC/C.I.: 0605180694. Teléfono: +593996640803.
 Dirección: Riobamba.
 E-mail: anaimishel19@gmail.com.
DATOS DEL ENSAYO
 Lugar de Ejecución del Ensayo: Laboratorio de Análisis Metalográfico.
 Dirección: Santa Domingo y Rio de Janeiro, Ambato/Catigata
 Método de ensayo:
 NTE INEN-ISO 4049:2014 - Odontología. Materiales de restauración a base de polímeros.
 Equipo utilizado: Micro-durómetro FUTURE TECH. Modelo: FM 800.
 Serie: FMX 8340.
 Tipo de ensayo: Cuantitativo
 Tiempo de aplicación de la fuerza: 15 s Fuerza aplicada: 4.903 N
 Última verificación de máquina: 2022-12-12.
 Patrón utilizado: FT13159609 Valor: 699.6-HV0.5
 Verificación de la máquina por medio de patrón: 699.2 HV0.5
 Fecha de Inicio de Ensayo: 2022-12-12. Fecha de Finalización de Ensayo: 2022-12-12.
 Los resultados obtenidos en el presente informe corresponden a ensayos realizados en *probetas de material dental: Resina Bulk Fill 3M con fotoactivación con luz halógena y luz led, comparación en la profundidad de polimerización.* La recepción de las muestras se efectuó en el Laboratorio de Análisis Metalográfico del Centro de Fomento Productivo Metalmeccánico Carrocero de la provincia de Tungurahua

OBJETOS DE ENSAYO

Número de Probetas cuantificadas.

N°	Identificación de probetas	Grupo	Número de Identaciones
1	060518069420221122-EDV 01	A	10
2	060518069420221122-EDV 02	B	10
Total			20

Observaciones: La fabricación de la probeta para la ejecución del ensayo es responsabilidad del cliente.

Nota: Este informe no significa certificación de calidad, no debe ser reproducido total ni parcialmente.

Elaborado por: Ing. Fernando Tiban R. Analista Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMCPT.	Revisado por: Ing. David Romero C. Analista Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMCPT.	Aprobado por: Ing. Luis Mayorga MEng. Gestor Integral de Operaciones CFPMCPT.

Lugar y fecha de emisión de Informe: Ambato, 13 de diciembre de 2022.
 N°. Factura: 001-001-00000068.

Ministerio del Poder
 Judicial
 Consejo Estatal
 de Justicia y Paz



Provincia de
 Tungurahua

Gobierno
 del Ecuador



Comunidad de Empresas y
 Asociaciones de Tungurahua



Centro de Fomento Productivo
 Metalmeccánico Carrocero
 Provincia de Tungurahua

Resultados:

Prueba	Identificación de la probeta	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Dureza VICKERS (HV0.5)	
				Diagonal 1 (µm)	Diagonal 2 (µm)
1	060518069420221122-EDV 01-1			110,82	109,57
2	060518069420221122-EDV 01-2			112,49	110,56
3	060518069420221122-EDV 01-3			110,06	112,38
4	060518069420221122-EDV 01-4			112,71	112,60
5	060518069420221122-EDV 01-5	21,1	55,4	111,49	112,67
6	060518069420221122-EDV 01-6			110,47	111,35
7	060518069420221122-EDV 01-7			110,45	112,55
8	060518069420221122-EDV 01-8			112,15	113,02
9	060518069420221122-EDV 01-9			113,22	111,10
10	060518069420221122-EDV 01-10			110,12	110,28
				Promedio \bar{x} 74,600	
				Desviación estándar $S_{(n-1)}$ 1,213	
				Coeficiente de variación CV 1,626	

Prueba	Identificación de la probeta	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Dureza VICKERS (HV0.5)	
				Diagonal 1 (µm)	Diagonal 2 (µm)
11	060518069420221122-EDV 02-1			127,93	125,74
12	060518069420221122-EDV 02-2			124,99	126,21
13	060518069420221122-EDV 02-3			123,06	123,22
14	060518069420221122-EDV 02-4			122,89	123,40
15	060518069420221122-EDV 02-5			124,33	124,12
16	060518069420221122-EDV 02-6	21,4	51,2	124,92	126,41
17	060518069420221122-EDV 02-7			123,98	124,02
18	060518069420221122-EDV 02-8			122,85	123,53
19	060518069420221122-EDV 02-9			124,26	123,94
20	060518069420221122-EDV 02-10			123,50	123,74
				Promedio \bar{x} 60,810	
				Desviación estándar $S_{(n-1)}$ 1,171	
				Coeficiente de variación CV 1,952	

Observaciones del ensayo: Ninguna

RECEPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS

Informe N°: 060518069420221122-EDV.	
DATOS DEL CLIENTE	
Empresa/Cliente: Anai Mishel Paz Guzmán.	
Dirección: Riobamba.	
Núm. de cédula/RUC: 0605180694.	Teléfono: +593995640303.
E-mail: anhmishel19@gmail.com.	

DATOS INFORMATIVOS	
Laboratorio: Análisis Metalográfico	
Designación del material: Material dental: Resina Bulk Fill 3M con fotoactivación con luz halógena y luz led, comparación en la profundidad de polimerización.	
Método de ensayo: NTE INEN-ISO 4049:2014.- Odontología. Materiales de restauración a base de polímeros.	

Número de Probetas cuantificadas:




N°	Identificación de probetas	Grupo	Número de Identificaciones
1	060518069420221122-EDV 01	A	10
2	060518069420221122-EDV 02	B	10
Total			20

Nota: La fabricación de las probetas en tipo, configuración y cantidad es declarada por el cliente.

ENSAYO SOLICITADO				
Nº	No. DE PROBETA	Identific.	DESCRIPCIÓN	FECHA RECEPCIÓN
1	060518069420221122-EDV 01-1	1a	Cumple criterios dimensionales	2022/11/22
2	060518069420221122-EDV 01-2	2a	Cumple criterios dimensionales	2022/11/22
3	060518069420221122-EDV 01-3	3a	Cumple criterios dimensionales	2022/11/22
4	060518069420221122-EDV 01-4	4a	Cumple criterios dimensionales	2022/11/22
5	060518069420221122-EDV 01-5	5a	Cumple criterios dimensionales	2022/11/22
6	060518069420221122-EDV 01-6	6a	Cumple criterios dimensionales	2022/11/22
7	060518069420221122-EDV 01-7	7a	Cumple criterios dimensionales	2022/11/22
8	060518069420221122-EDV 01-8	8a	Cumple criterios dimensionales	2022/11/22
9	060518069420221122-EDV 01-9	9a	Cumple criterios dimensionales	2022/11/22
10	060518069420221122-EDV 01-10	10a	Cumple criterios dimensionales	2022/11/22
11	060518069420221122-EDV 02-1	1b	Cumple criterios dimensionales	2022/11/22
12	060518069420221122-EDV 02-2	2b	Cumple criterios dimensionales	2022/11/22
13	060518069420221122-EDV 02-3	3b	Cumple criterios dimensionales	2022/11/22
14	060518069420221122-EDV 02-4	4b	Cumple criterios dimensionales	2022/11/22
15	060518069420221122-EDV 02-5	5b	Cumple criterios dimensionales	2022/11/22
16	060518069420221122-EDV 02-6	6b	Cumple criterios dimensionales	2022/11/22
17	060518069420221122-EDV 02-7	7b	Cumple criterios dimensionales	2022/11/22
18	060518069420221122-EDV 02-8	8b	Cumple criterios dimensionales	2022/11/22
19	060518069420221122-EDV 02-9	9b	Cumple criterios dimensionales	2022/11/22
20	060518069420221122-EDV 02-10	10b	Cumple criterios dimensionales	2022/11/22

NOTA: LA INFORMACIÓN CONSIGNADA EN ESTE FORMULARIO ES DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE POSTERIORMENTE A LA EJECUCIÓN DE(LOS) ENSAYO(S)I NO SE ADMITIRÁ AJUSTES DE ESTA INFORMACIÓN NI DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS. FAVOR REVISAR ANTES DE SU FIRMA.

DATOS INFORMATIVOS: De acuerdo a los criterios de aceptación y rechazo las probetas cumplen con el número mínimo de muestras para el ensayo y en las dimensiones.

 	
Elaborado por:	Aprobado por:
Ing. Fernando Tibán R. Analista Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMCPT.	Ing. Luis Mayorga G. MEng Gestor Integral de Operaciones CFPMCPT.
	
Cliente	



HOJA DE ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS

HOJA DE ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS

Informe N°: 060518069420221122-EDV

DATOS DEL CLIENTE

Empresa/Cliente: Anai Mishell Paz Guamán

Dirección: Rucumbza

Núm. de cedula/RUC: 0605180694

E-mail: anaimishell19@gmail.com

Teléfono: -593985640803

DATOS INFORMATIVOS



Laboratorio: Análisis Metalográfico

Designación del material:

Material dental Resina Bulk Fill 3M con fotoactivación con luz halógena y luz led, comparación en la profundidad de polimerización.


Método de ensayo:

NTE INEN-ISO 4049:2014. - Odontología. Materiales de restauración a base de polímeros.

N°	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA INGRESO	FECHA ELIMINACIÓN	RESPONSABLE	OBSERVACIONES	EVIDENCIAS
1	060518069420221122-EDV 01-1	2022/11/22	2022/12/13	Cliente	Se entrega al cliente.	 
2	060518069420221122-EDV 01-2	2022/11/22	2022/12/13	Cliente	Se entrega al cliente.	
3	060518069420221122-EDV 01-3	2022/11/22	2022/12/13	Cliente	Se entrega al cliente.	
4	060518069420221122-EDV 01-4	2022/11/22	2022/12/13	Cliente	Se entrega al cliente.	
5	060518069420221122-EDV 01-5	2022/11/22	2022/12/13	Cliente	Se entrega al cliente.	
6	060518069420221122-EDV 01-6	2022/11/22	2022/12/13	Cliente	Se entrega al cliente.	
7	060518069420221122-EDV 01-7	2022/11/22	2022/12/13	Cliente	Se entrega al cliente.	
8	060518069420221122-EDV 01-8	2022/11/22	2022/12/13	Cliente	Se entrega al cliente.	
9	060518069420221122-EDV 01-9	2022/11/22	2022/12/13	Cliente	Se entrega al cliente.	
10	060518069420221122-EDV 01-10	2022/11/22	2022/12/13	Cliente	Se entrega al cliente.	

HOJA DE ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS

Código: CJ-05-AM-001-000
 Fecha de Elaboración: 2018-05-22
 Fecha de última actualización: 2022-01-09
 Versión: 2

N°	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	FECHA INGRESO	FECHA ELIMINACION	RESPONSABLE	OBSERVACIONES	EVIDENCIAS
11	060518069420221122-EDV-02-1	2022/11/22	2022/12/13	Cliente	Se entrega al cliente.	
12	060518069420221122-EDV-02-2	2022/11/22	2022/12/13	Cliente	Se entrega al cliente.	
13	060518069420221122-EDV-02-3	2022/11/22	2022/12/13	Cliente	Se entrega al cliente.	
14	060518069420221122-EDV-02-4	2022/11/22	2022/12/13	Cliente	Se entrega al cliente.	
15	060518069420221122-EDV-02-5	2022/11/22	2022/12/13	Cliente	Se entrega al cliente.	
16	060518069420221122-EDV-02-6	2022/11/22	2022/12/13	Cliente	Se entrega al cliente.	
17	060518069420221122-EDV-02-7	2022/11/22	2022/12/13	Cliente	Se entrega al cliente.	
18	060518069420221122-EDV-02-8	2022/11/22	2022/12/13	Cliente	Se entrega al cliente.	
19	060518069420221122-EDV-02-9	2022/11/22	2022/12/13	Cliente	Se entrega al cliente.	
20	060518069420221122-EDV-02-10	2022/11/22	2022/12/13	Cliente	Se entrega al cliente.	

Todas las muestras envasadas de cada grupo por acuerdo se entregan al cliente, el CFPMCPT no se responsabiliza por el mantenimiento y almacenamiento, quedando a responsabilidad del cliente su resguardo.

	
Elaborado por: Ing. Fernando Iban R. Analista Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMCPT.	Aprobado por: Ing. Luis Mayorga G. MEng Gestor Integral de Operaciones del CFPMCPT
	Cliente

