

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Escuela Académico Profesional de Odontología

Tesis

**Comparación de la profundidad de fotopolimerización
en 4 marcas diferentes de resinas nanohíbridas,
Juliaca 2021**

Deivi Eddy Condori Ccallata

Para optar el Título Profesional de
Cirujano Dentista

Huancayo, 2021

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a Dios por haberme guiado, acompañado a lo largo de mi carrera y permitir haber llegado a este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi asesor Dr. Fredy Ernesto Paucar Asto, quien con sus conocimientos me guio en cada etapa de la presente investigación.

DEDICATORIA

Esta tesis va directamente dedicada a mis padres, Demetrio Condori Pilco y Maura Ccallata Castro, a mi hermana Ibeth Condori Ccallata, por su apoyo incondicional y esfuerzo brindado para mi formación profesional.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	ii
DEDICATORIA	iii
ÍNDICE.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	x
CAPÍTULO I:.....	12
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	12
1.1 Planteamiento y formulación del problema	12
1.2 Objetivos	13
1.3 Justificación.....	13
1.4 Hipótesis y descripción de variables	14
CAPÍTULO II:.....	15
MARCO TEÓRICO	15
2.1 Antecedentes del problema	15
2.2 Bases teóricas.....	18
2.3 Definición de términos básicos	30
CAPÍTULO III:.....	32
METODOLOGÍA.....	32
3.1 Métodos y alcance de la investigación.....	32
3.2 Diseño de la investigación	33
3.3 Población y muestra.....	33
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	33
CAPÍTULO IV:	36
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36

4.1 Resultados del tratamiento y análisis de la información	36
4.2 Prueba de hipótesis	41
4.3 Discusión de resultados	41
CONCLUSIONES	44
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
ANEXOS.....	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cuadro descriptivo de la profundidad de fotopolimerización.	36
Tabla 2 Cuadro comparativo entre grupos de estudio HSD Tukey.	37
Tabla 3 Profundidad de fotopolimerización del grupo A.	38
Tabla 4 Profundidad de fotopolimerización del grupo B.	38
Tabla 5 Profundidad de fotopolimerización del grupo C.	39
Tabla 6 Profundidad de fotopolimerización del grupo D.	39
Tabla 7 Prueba de Shapiro - Wilk.	40
Tabla 8 Prueba de homogeneidad de varianzas.	40
Tabla 9 Prueba estadística ANOVA.	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Esquema ilustrado Emisión de fotones por los LEDs (19).....	21
Figura 2 Esquema ilustrado de la contracción de polimerización (19)	24
Figura 3 Esquema ilustrativo del espectro de luz y longitudes de onda de los fotoiniciadores (19).	27
Figura 4 Esquema ilustrado de macropartículas (19).....	28
Figura 5 Esquema ilustrado de las micropartículas (19).	28
Figura 6 Esquema ilustrado de las Nanopartículas (19).....	29
Figura 7 Esquema ilustrado de las resinas híbridas (19).	30
Figura 8 Corte del tubo de la jeringa	55
Figura 9 Llenado de la resina en el tubo.	55
Figura 10 Fotopolimerización de la resina.....	56
Figura 11 Corte del tubo, para extraer la muestra de resina	56
Figura 12 Corte del material no polimerizado.....	57
Figura 13 Medida de la muestra de resina	57
Figura 14 Muestras de la resina Filtek™ Z350 XT A2 – 3M.....	58
Figura 15 Muestras de la resina Tetric N-Ceram A2 – Ivoclar Vivadent.....	58
Figura 16 Muestras de la resina Herculite précis A2 – kerr.....	59
Figura 17 Muestras de la resina Llis A2 – FGM	59
Figura 18 Lámpara de fotopolimerización (Ti-lite GT-1500 Monitex)	60
Figura 19 Radiometro monitex.	60

RESUMEN

Objetivo de esta investigación fue comparar la profundidad de fotopolimerización en 4 marcas diferentes de resinas nanohíbridas.

Metodología, se utilizó el método científico en la investigación de tipo aplicada de nivel explicativo. La población y muestra está constituida por 24 bloques de resinas, divididas de acuerdo a la marca del producto, siendo cuatro grupos de 6 bloques de resina cilíndrica, 6 bloques cilíndricos para el grupo A de resina (Herculite prégis A2 – kerr), 6 bloques cilíndricos para el grupo B de resina (Filtek™ Z350 XT A2 – 3M), 6 bloques cilíndricos para el grupo C de resina (Llis A2 – FGM), 6 bloques cilíndricos para el grupo D de resina (Tetric N-Ceram A2 – Ivoclar Vivadent).

Los resultados obtenidos en la siguiente investigación son: grupo A, Herculite prégis A2 – kerr tiene una profundidad media de 4.90 mm, grupo B (Filtek™ Z350 XT A2 – 3M) con una profundidad media de 5.80 mm, grupo C (Llis A2 – FGM) con una profundidad media de 4.55 mm, el grupo D (Tetric N-Ceram A2 – Ivoclar Vivadent) con una profundidad media de 5.11 mm.

En conclusión, si existe diferencias en la profundidad de fotopolimerización entre las 4 marcas de resina nanohíbrida.

Palabras clave: Profundidad de fotopolimerización, Resinas nanohíbridas, Lámpara LED, Polimerización

ABSTRACT

Objective of this research was to compare the depth of photopolymerization in 4 different brands of nanohybrid resins.

Methodology, the scientific method was used in applied research at the explanatory level. The population and sample is made up of 24 research resin blocks, divided according to the product brand, being four groups of 6 cylindrical resin blocks, 6 cylindrical blocks for group A resin (Herculite précis A2 - kerr), 6 blocks cylindrical blocks for group B resin (Filtek TM Z350 XT A2 - 3M), 6 cylindrical blocks for group C resin (Llis A2 - FGM), 6 cylindrical blocks for group D resin (Tetric N-Ceram A2 - Ivoclar Vivadent).

The results obtained in the following investigation are: group A, Herculite précis A2 - kerr has an average depth of 4.90 mm, group B (Filtek TM Z350 XT A2 - 3M) with an average depth of 5.80 mm, group C (Llis A2 - FGM) with an average depth of 4.55 mm. group D (Tetric N-Ceram A2 - Ivoclar Vivadent) with an average depth of 5.11 mm.

In conclusion, if there are differences in the depth of photopolymerization between the 4 brands of nanohybrid resin.

Keywords: Depth of Light Cure, Nano Hybrid Resins, LED Lamp, Cure

INTRODUCCIÓN

La fotopolimerización es un proceso donde se utiliza distintas emisiones de luz visible, con la finalidad de obtener una reacción química de las resinas y con esto lograr la polimerización total del material.

Las resinas o composites son materiales que han ido evolucionando buscando obtener de mejoras en sus propiedades mecánicas y estéticas, para así obtener una restauración óptima. Los composites tienen una composición de matriz orgánica, de gran peso molecular como la BIS-GMA "(bisfenol glicidil metacrilato)" donde esta molécula está compuesta por una resina vinílica y resina epóxica, formando así un conómero, siendo la más utilizada por poseer un mínimo nivel de contracción. También cuenta con una carga inorgánica, esta con la finalidad de reducir el relleno orgánico y con ello la contracción del material, carga inorgánica como sílice, partículas de zirconio, estroncio y bario. Un agente de unión como el silano, cuenta con fotoiniciadores, el más utilizado en las resinas es la canforquinona. También contiene inhibidores, agentes preservantes y pigmentos.

La fotopolimerización del material se debe a una reacción del fotoiniciador al ser expuesto a una fuente de luz el más utilizado por las marcas comerciales es la canforquinona, logrando así la conversión del material de la fase semisólida a sólida.

Además de otros factores, la fotopolimerización del material no solo depende de la unidad de fotocurado a utilizar ni del material restaurador, sino también de otros factores como: Tiempo de foto activación, Espesor del material, Distancia luz-material.

Por ello, en la siguiente investigación se ha estandarizado una potencia de luz de 1500 mW/cm²/seg con un tiempo de 15 segundos, logrando obtener una potencia de 22.5 J/cm² ideal para realizar una polimerización óptima.

Por eso el objetivo del presente estudio fue comparar la profundidad de fotopolimerización en 4 marcas diferentes de resinas nanohíbridas, Juliaca 2021

CAPÍTULO I:

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 Planteamiento y formulación del problema

Según Macchi (1), La tecnología de la fotopolimerización se basa en la fotoquímica, dicho de otra manera. En la elaboración de trabajo es necesario una fuente de potencia radiante para así dar inicio con una reacción química. Para dar inicio con el proceso de fotopolimerizado, es importante que la energía emitida sea absorbida por el material restaurador. El proceso de absorberencia se elabora en función de la longitud de onda radiante y de características de la estructura donde será aplicada. La fotopolimerización no solo depende de la unidad de fotocurado a utilizar ni del material restaurador, sino también de otros factores como: Tiempo de foto activación, Espesor del material, Distancia luz-material.

En la tesis de Guerrero (2) concluye que al comparar la profundidad de fotopolimerización del material resinoso con luz LED vs luz halógena existen diferencias significativas. Donde la profundidad de fotopolimerización mínima se logra obtener con la lámpara de luz halógena con un valor máximo de 4.58mm y un mínimo de 4.46mm, por otro lado, la fotopolimerización con la lámpara LED se logra obtener una profundidad máxima de 4.64mm y un mínimo de 4.50mm.

En mi práctica de pre grado observé, que la mayor parte de clínicos estandariza el tiempo de fotopolimerización de una resina, muchas veces desconociendo la intensidad de luz que emite su lámpara, marca comercial de la resina y el espesor de resina a fotopolimerizar, por lo que el investigador plantea la siguiente pregunta:

¿Cuál es la diferencia en la profundidad de fotopolimerización en 4 marcas diferentes de resinas nanohíbridas, Juliaca 2021?

1.2 Objetivos

Objetivo general

Comparar la profundidad de fotopolimerización en 4 marcas diferentes de resinas nanohíbridas, Juliaca 2021

Objetivos Específicos

Determinar la profundidad de fotopolimerización de la resina nanohíbrida Herculite précis A2 – Kerr.

Determinar la profundidad de fotopolimerización de la resina nanohíbrida Filtek™ Z350 XT A2 – 3M.

Determinar la profundidad de fotopolimerización de la resina nanohíbrida Llis A2 – FGM.

Determinar la profundidad de fotopolimerización de la resina nanohíbrida Tetric N-Ceram A2 – Ivoclar Vivadent.

1.3 Justificación

Con el siguiente estudio los beneficiados directos son los Odontólogos como también los estudiantes de pregrado en Odontología, donde obtendrán

conocimientos sobre el nivel de profundidad de fotopolimerización de las distintas resinas nanohíbridadas, para poder aplicar en la práctica clínica, por otro lado, el paciente se beneficiará en recibir el material indicado para su tratamiento y así evitar daños a futuro en la estructura dental.

Servirá para que los Odontólogos, como los estudiantes de pregrado en Odontología, tengan conocimientos sobre la profundidad de la fotopolimerización de la resina nanohíbridadas, así poder elegir el incremento y la marca comercial ideal para realizar su tratamiento.

1.4 Hipótesis y descripción de variables

H_1 : Existe diferencias en la profundidad de fotopolimerización en 4 marcas diferentes de resinas nanohíbridadas, Juliaca 2021

H_0 : No existe diferencias en la profundidad de fotopolimerización en 4 marcas diferentes de resinas nanohíbridadas, Juliaca 2021

Variable Dependiente: Profundidad de fotopolimerización

Variable Independiente: Resinas Nanohíbridadas

CAPÍTULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del problema

Exeni (3) concluye que de los distintos factores que puedan determinar una fotopolimerización adecuada, el más importante es que la unidad de fotopolimerización a utilizar pueda entregar la energía necesaria para lograr que el proceso de polimerización sea completo, al tener conocimiento sobre la potencia e intensidad luminosa del dispositivo a utilizar, el tiempo de exposición sobre el material resinoso debe ser entre 16 y 24 Joules/cm².

Campo et al. (4) concluyen que la potencia que emite las lámparas de fotopolimerización influye en los tiempos que están estandarizados cada material, así mismo, la composición y la translucidez del material resinoso son muy importantes durante la fotopolimerización, de esto dependerá lograr una conversión total del material.

Erazo (5) concluye que los composites de tipo bulk fill tienen una profundidad de fotopolimerización mínima de 4mm, polimerización que cumple con el estándar establecido por la Norma ISO 4049, por ello, se logra determinar que la resina

3MTM Filtek TM A2 presenta una mayor profundidad de fotopolimerización frente a las otras 2 marcas comerciales que fueron empleadas en la siguiente investigación.

Aguilar (6) concluye que para la lámpara de fotopolimerización LITEX TM680A-DENTAMERICA se logra determinar que para la distancia de 0,0mm el tiempo adecuado debe ser 28,5 segundos, para 4mm el tiempo adecuado debe ser 42,2 segundos y para 8mm el tiempo adecuado debe ser de 87,9 segundos, por otro lado para la lámpara de fotopolimerización RADII PLUS-SDI, AZDENT® para la distancia de 0mm el tiempo adecuado es de 9,7 segundos, para 4mm el tiempo adecuado debe ser 15,7 segundos y para 8mm el tiempo adecuado debe ser 39 segundos, por ultimo para la lámpara de fotopolimerización AZDENT® LED CURING LIGHT9, siendo la distancia 0mm el tiempo adecuado debe ser 1 segundos, para 4mm el tiempo adecuado debe ser 9,7 segundos y para 8mm el tiempo adecuado debe ser 10,8 segundos.

Naranjo et al. (7), concluyen que a la fotopolimerización se logra obtener mayor dureza en la resina de la marca comercial ® Supreme XT seguida por la Filtek Z350 XT, fotopolimerizada con el dispositivo Optilux® 501 utilizada en modo rampa donde se aplicó el uso de la obturación incremental.

Kongan et al. (8), concluyen que las resinas de tipo Fill-Up al ser aplicados con la lámpara a los 3 y 15 segundos logran una mayor profundidad de polimerización y una mejor dureza del material, con estos resultados podemos realizar incrementos con un espesor de hasta 6mm que con las resinas tipo SonicFill.

Medina et al. (9), concluyen que a mayor distancia exista entre la lámpara de fotopolimerización y el material resinoso, nos dará como resultado una menor profundidad de polimerización. Los composites de tipo Bulk Fill tienen una mayor profundidad de polimerización que las resinas convencionales. Los composites tipo

Tetric N-Ceram Bulk Fill obtiene una mejor profundidad de polimerización que las resina Sonic Fill.

Zambrano (10), concluye que el uso de las lámparas de fotopolimerización con espesores de 4mm y 5mm en resinas de tipo Bulk Fill, no se logró encontrar diferencias significativas con las lámparas de fotopolimerización Valo Cordless y Coltolux LED. Al comparar las lámparas LED Coltolux Colteme a un espesor de 4mm y 5mm, y por otro lado la lámpara Valo Cordless a un espesor de 4mm y 5mm, si se logró obtener diferencias estadísticamente significativas en la profundidad de fotopolimerización.

Chaple et al. (11), concluyen que las lámparas de fotopolimerización surgen por la necesidad de los materiales que requerían de una fuente de luz, donde primero se desarrolló la lámpara halógena, que se mantuvieron más tiempo en el campo odontológico. Finalmente surgen las lámparas de luz LED, obteniendo con esto una tecnología efectiva al realizar los tratamientos de restauración utilizando el material resinoso, lámpara que se mantiene hasta la actualidad.

Gutiérrez (12), concluye que se deberán utilizar lámparas de fotopolimerización $>500 \text{ mW/cm}^2$ para obtener una polimerización y dureza óptima de la resina con un intervalo de 20 seg. En caso que se utilice una lámpara de intensidad baja de 400 mW/cm^2 se deberá incrementar el tiempo de fotopolimerización a 40 segundos.

Gutiérrez et al. (13), concluyen que la lámpara LED de fotopolimerización con tecnología monowave logró obtener una mayor profundidad de fotopolimerización que la lámpara que tiene una tecnología polywave, cada una con la resina de tipo Bulk Fill. Las resinas obtuvieron distintos valores a la profundidad de fotopolimerización.

Horna (14), concluye que se logró mejor efectividad con la lámpara LED de segunda generación en la profundidad de fotopolimerización el material resinoso de

nano relleno y un mejor nivel de conversión de la micro dureza superficial interna de las resinas de nano relleno con la lámpara LED de tercera generación.

Meza (15), concluye que de 10 lámparas LED que fueron puestas a evaluación, a una distancia de 0mm de la guía de luz, el promedio de intensidad es del 100%, a 1mm de distancia la intensidad de luz disminuye en promedio a un 95%, por otro lado, al aumentar la distancia a 6mm la intensidad de luz disminuye con una media de 63%, los resultados obtenidos nos hacen entender que la distancia entre la lámpara y la resina influye sobre la intensidad de luz que llega al composite.

Adasme (16), concluye que al comparar con la resina A (Filtek Z350 XT A2), se logra obtener que la resina B (Palfique LX5) tiene una menor contracción del material al ser fotopolimerizada, por otro lado se encontró diferencias de acuerdo a la exposición del material al ser fotopolimerizada, donde a menor tiempo de exposición 10 segundos se obtuvo una menor contracción del material para las dos resinas.

Rojas (17), concluye que al evaluar distintas lámparas de fotocurado se logra obtener que solo el 85% tiene intensidad adecuada para lograr la fotopolimerización del material resinoso, que son mayores a los 400 mW/cm².

2.2 Bases teóricas

Fotopolimerización

Es el proceso donde se utiliza diferentes emisiones de luz para comenzar con la reacción química de las resinas y así lograr el curado total del material. Con el ingreso de las resinas, estas inauguran la llegada de la era del fotocurado, donde será necesario la utilización de un equipo que provea una radiación de calidad y de cantidad requerida para realizar un tratamiento óptimo y de calidad (1).

Partes de una lámpara de foto polimerización:

- Bombillo, formada por un hilo conductor de tungsteno enlazados a dos electrodos que estufan el hilo conductor y un gas halógeno que cubre del deterioro del alambre, forrados en cuarzo, donde este material es resistente a altas temperaturas (18).
- Filtro, la luz que genera las lámparas es de un color claro y el paso de esta es controlada para así solo emitir luz azul, otro filtro disminuye la radiación infrarroja siendo esta la potencia inicial generada por las lámparas de luz halógena (18).
- Conductor de luz, Transportada por un medio de fibra óptica, es un elemento frágil que requiere de mucho cuidado (18).
- Ventilador, encargada del enfriamiento, es imprescindible en los equipos de luz halógena con filamento de tungsteno. Estos equipos generan calor, la falta de un ventilador hará que el bombillo se quemara (18).

Tipos de lámparas de fotocurado

La tecnología de lámparas basados en Plasma Arc y laser de Argón, fueron utilizadas como unidades de foto polimerización que logran tener una alta intensidad de luz, no obstante, el alto costo y la dificultad de manutención de estos equipos las vuelven menos utilizadas, al comparar con los equipos a base de luz halógena y luces LEDs (light emitting diodes), dispositivos de foto polimerización más utilizados en la actualidad (19).

Lámpara de luz Halógena

La emisión de luz de esta lámpara oscila entre los 400 y 500nm, en estos equipos de fotocurado donde la producción de luz depende de la energía que proviene del bulbo que emite una luz visible agregando un sistema de filtrado para identificar el rango de emisión, estos dispositivos requieren de un ventilador para

así dispersar el calor que provocan durante su funcionamiento. Podemos encontrar en las siguientes presentaciones alámbrica e inalámbrica (18).

De acuerdo con su intensidad de luz, se pueden clasificar en:

- Halógenas convencionales, tienen una magnitud de luz que va de los 600 a 800 mW/cm², para lograr una fotopolimerización requiere de 20 a 40 segundos de exposición en el material restaurador, aplicándose este tiempo en cada incremento.
- Halógenas de alta intensidad, con una intensidad alrededor de 1000mW/cm², consigue mediante unas puntas de turbo potente, con esto tiene la capacidad de recoger mayor cantidad de luz para colocar en un área pequeña (18).

Lámpara plasma Arc

Las lámparas arco de plasma (PAC), funcionan a base del gas xenón que logra ionizarse y así producir plasma, el color de luz que emite es blanca y será filtrada para eludir el calor y emitir una luz azul, logrando una intensidad de luz de 400 a 500nm (20).

Lámpara de laser

Las lámparas de luz argón emiten una luz potente similar que las lámparas de plasma permitiendo que la exposición del material restaurador sea corto, emiten una radiación electromagnética entre los 458 y 514nm, el uso inadecuado de este dispositivo puede llegar a dañar los tejidos blandos y la pulpa dental (18).

Lámparas de luz LED

El inicio de estas lámparas se da en la década de 1990, surgiendo como una opción de foto polimerización, está constituida por 2 semiconductores distintos del tipo p-estimulado y n-estimulado, donde el semiconductor "n" tiene una carga alta de electrones y con él es semiconductor "p" sucede lo contrario ya que estas necesitan electrones, donde al combinarse el voltaje con ambos semiconductores,

los electrones “n” se enlazan con los espacios vacíos de los electrones obtenidos por el semiconductor “p”, por medio de está llegando a formar el terminar LED una luz que lo caracteriza a este equipo, logrando una intensidad de luz 450 a 490nm (19).

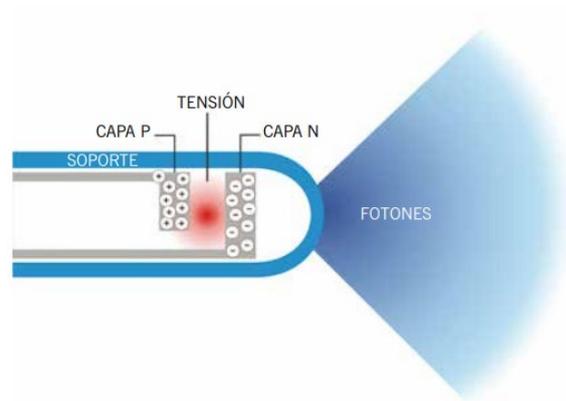


Figura 1 Esquema Ilustrado Emisión de fotones por los LEDs (19)

Actualmente las lámparas de foto polimerización se dividen en tres generaciones (19):

- Primera generación, basados netamente en luces LED, estos dispositivos presentan una baja potencia de emisión de luz, que varía entre los 50 y 300 mW/cm². La potencia que emite esta generación es de baja intensidad, logrando que su potencia fuese cuestionada (19).
- Segunda generación, en este equipo los LEDs contienen diodos confinados en un único dispositivo, la potencia de emisión de luz varía entre 300 y 1400 mW/cm², logrando una fotopolimerización adecuada en los materiales a utilizar (19).
- Tercera generación, tienen diferentes diodos llegando a emitir la luz con diferentes longitudes de onda, con esto logrando una activación de muchos foto iniciadores aparte de la canforquinona, así obtener una fotopolimerización eficaz (19).

Fases de fotopolimerización

- Fase pre-gel, es donde se da origen al proceso de polimerización, método por donde las moléculas presentan gran alejamiento y las cadenas poliméricas, en esta etapa el material a utilizar es todavía blando y moldeable capaz de eliminar el estrés de polimerización (21).
- Fase punto gel, en esta etapa es donde se forman más cadenas poliméricas logrando a ser macromoléculas, con esto el material pierde la capacidad de fluidez y se convierte en un material sólido (21).
- Fase post-gel, en esta etapa las moléculas son incapaces de desplazarse llegando a disminuir la fluidez necesaria, esto inicia en el punto gel con esto retribuir la contracción de polimerización del material (21).

Intensidad de luz ideal para una fotopolimerización

En palabras simples, se puede llegar a afirmar que, cuando nuestra lámpara emita mayor intensidad de luz y el tiempo de exposición sea mayor, el grado de conversión de la resina será mayor durante la fotopolimerización. Lo mencionado es verídico, sin embargo cada material restaurador (resinas) tienen un nivel máximo de conversión, lo cual suministrar energía después de que las resinas llegaron a su máximo grado de conversión, es innecesario (19).

Para lograr una fotopolimerización adecuada del material, lo recomendable es obtener una lámpara de foto polimerización que permita utilizar una intensidad de luz mínima de 400 mW/cm². El tiempo específico en la fotopolimerización del material en este caso una resina dependerá de la intensidad de luz y la energía necesaria que la resina requiere. Donde la obtención de la energía total es calculada realizando una multiplicación de la intensidad de luz (mW/cm²) por el tiempo (en segundos), el resultado de la densidad de energía lo obtendremos (en J/cm²) (19).

La dosis mínima ideal para lograr la polimerización de una resina debe ser de al menos 24 J/cm², sin embargo, este valor va depender del tipo de resina, color, translucidez y los foto iniciadores que contiene el material a utilizar, en la actualidad se acepta una intensidad de 16 J/cm², esto para incrementos de 2mm (22).

Si una resina necesita de 8J o 8000mJ/cm² (J = Joule = 1000 mW) para lograr su polimerización total, la activación del producto puede ser alcanzada de distintas combinaciones de potencia. Siendo así (19).

Energía total = Intensidad de la luz x Tiempo de exposición (19).

- Dispositivos con “400 mW/cm² x 20 s = 8000 mW/cm²= 8 J/cm²” (19).
- Dispositivos con “1000 mW/cm² x 8 s = 8000 mW/cm²= 8 J/cm²” (19).
- Dispositivos con 800 mW/cm² x 30 s = 24,000 mW/cm² = 24 J/cm² (19).
- Dispositivos con 1500 mW/cm² x 15 s = 22.500 mW/cm²= 22.5 J/cm² (19).

Contracción durante la polimerización

La característica principal y una de las limitaciones de una resina compuesta es la contracción del volumen del material durante la polimerización, esto ocurre durante la transformación de monómeros a polímeros. El encogimiento volumétrico en la polimerización ocurre porque, previo al inicio del proceso de fotopolimerización, donde las moléculas de monómeros están concatenados por las fuerzas de adhesión secundarias de Van der Waals, estos establecen una separación de 4 angstroms (Å) aproximadamente. Al realizar la fotopolimerización, el nexo creado por la fuerza de Van der Waals es remplazada por uniones covalentes simples. Con esto, las moléculas desglosadas por 4 (Å) acortando la longitud de un aproximado de 1,5 (Å), logrando con esto una reducción del material

y con esto dar comienzo a lo que se conoce actualmente como contracción de polimerización (19).

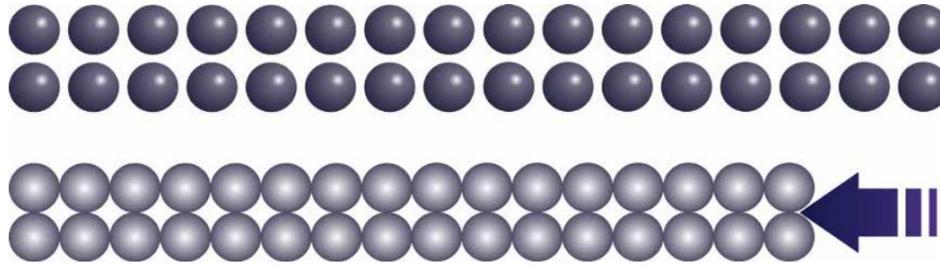


Figura 2 Esquema ilustrado de la contracción de polimerización (19)

Cuando el estrés de fotopolimerización es mayor a la resistencia de unión, esto puede llegar a causar un rompimiento de la interface restauración-diente, logrando obtener espacios vacíos en ella. Donde estos espacios, si llegasen a encontrarse en las paredes circundantes, podrían dar lugar a una “filtración marginal, manchas y caries secundaria”, etc. Si el rompimiento se produce en la(s) pared(es) del fondo, el paciente puede llegar a obtener malestares como el dolor a la masticación. Otro inconveniente que puede llegar cuando la contracción de polimerización tiene un nivel alto y la pared del diente se encuentra frágil, estas son grietas flexión de cúspides y de esmalte, esto se debe a que el esmalte puede llegar a quebrarse con facilidad y tiene poca resistencia a la tracción” (19).

Otros elementos determinantes de la calidad de polimerización

- Tiempo de foto activación, La unidad de media es el segundo, este tiempo debe ser el adecuado para lograr una polimerización ideal. No podemos exceder el tiempo de foto polimerización ya que podemos causar daño en los tejidos blandos como también lesiones pulpares (1).

- Espesor del material, por lo general el incremento ideal es de 2 mm por capa de material a foto polimerizar, el material absorberá la luz, mientras más profundo menos será la polimerización del material (1).
- Distancia luz-material, la distancia al momento de foto polimerizar debe de ser mínima, evitando el contacto del extremo de emisión de luz de la lámpara con el material, al obtener mayor distancia luz-material la calidad de polimerización del material no será el ideal (1).
- Traslucidez del material, cuanto más opaco y oscuro sea la tonalidad de la resina, menor es la profundidad de polimerizado (1)

Resinas compuestas

A principios de la mitad del siglo XX es donde se da los inicios de la resina compuesta o composite, en esos tiempos el material restaurador con mayor similitud al color del diente fueron los silicatos, las cuales una vez colocadas en boca sufrían un desgaste a corto tiempo (20).

Estos composite son materiales restauradores de uso directo que con el tiempo fueron evolucionando buscando obtener de mejoras en sus propiedades mecánicas y estéticas, previo a la restauración se tiene que evaluar el tipo de lesión que se va tratar, la fuerza masticatoria que recibirá la pieza dental, de esto dependerá en elegir el tipo de composite ideal para la restauración (18).

Las resinas se encuentran compuestas por:

- Matriz orgánica: Este elemento puede estar formada por monómeros, que dependerá de la marca comercial, estos pueden ser: de gran peso molecular como la BIS-GMA "(bisfenol glicidil metacrilato)" donde esta molécula está compuesta por una resina vinílica y resina epóxica, formando así un monómero, siendo la más utilizada por poseer un mínimo nivel de contracción, UDMA (dimetacrilato de uretano) conformada por una resina compuesta, de

la unión de un polioliol, metil metacrilato y isocinato, con un peso molecular bajo “TEGDMA (Dimetacrilato de trietilenglicol) y EGDMA (dimetacrilato de etilenglicol)” (18).

- Carga inorgánica: La finalidad de este relleno es reducir el material orgánico y con ello la contracción durante la foto polimerización del material (18). Se agregan partículas inorgánicas como sílice, partículas de zirconio, estroncio y bario, donde las partículas más utilizadas en el mercado son de bario o de estroncio por su radiopacidad y tamaño, con el fin de facilitar la detección de caries y excesos marginales (21).
- Agente de unión: Según su formación químicamente distinta, las partículas de carga no logran obtener una unión directa. Por ese motivo, al dar inicio con la fabricación de una resina se tiene que agregar un agente de adhesión como el silano, la característica principal de este material es que puede llegar a fusionar la carga de matriz orgánica con el relleno inorgánico durante la polimerización (21).

Fotoiniciadores de la polimerización

Para que la polimerización del material sea efectiva, permitiendo al material alcanzar sus mejores propiedades. En la última década, el fotoiniciador más utilizado por las macas comerciales es la canforquinona, encontrada en la mayoría de composite, con un pico máximo de absorción en torno a los 470 nm. Una desventaja de este iniciador es su coloración excesivamente amarillenta, razón por la que muchos fabricantes optan por utilizar fotoiniciadores como la fenilpropanodiona y licerina, con un pico de absorción de 400 a 450 nm, estos iniciadores tienen un color más claro, gran ventaja para un composite de uso en restauraciones anteriores (21).

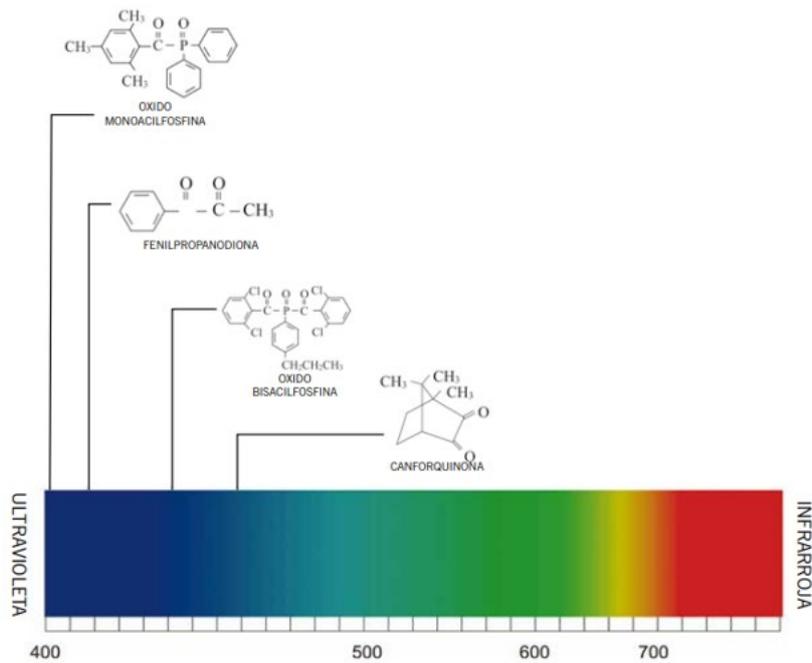


Figura 3 Esquema ilustrativo del espectro de luz y longitudes de onda de los fotoiniciadores (19).

Inhibidores de la polimerización

Estos agentes reducen la velocidad de polimerización del material, se dividen en inhibidores y retardantes, donde el inhibidor neutraliza los radicales libres si estos provienen del foto iniciador, los retardantes pueden llegar a neutralizar solo una fracción de los radicales, aquí puede ocurrir el proceso de polimerización pero a una baja velocidad (18).

Clasificación de las resinas compuestas por el tamaño de partículas

- **Macropartículas:** En su mayoría están compuestas por cuarzo, donde el tamaño promedio es de 40 μm , capaz de variar de 1 μm y 100 μm . Las dimensiones de carga en la matriz pueden variar, logrando obtener porcentajes 70% y 80% de peso y de 50% y 60% en volumen. Fue la resina más utilizada en su época, fueron construidas a base de cuarzo, vidrio y bario, donde el cuarzo generaba una alta durabilidad y estética en la pieza restaurada, una

de las desventajas es que produce un desgaste en el diente antagonista, al obtener una radiopacidad baja esta dificultara realizar un diagnóstico certero de caries que se encuentren bajo las restauraciones (19).



Figura 4 Esquema ilustrado de macropartículas (19).

- **Micropartículas:** resinas con partículas de tamaño promedio de 0,04 μm , son las resinas que posteriormente ingresaron al mercado y como objetivo tienen de obtener excelentes propiedades mecánicas, estas resinas llegaron a comportarse mejor en el sector anterior donde la tensión masticatoria y las ondas son parcialmente pequeñas, obtienen un mejor pulimento y alto brillo, al aplicar en el sector posterior es donde se ve una de las desventajas, esta se da por las bajas propiedades mecánicas y físicas (19).

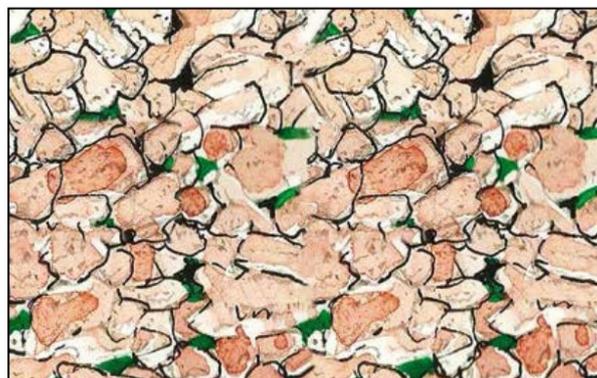


Figura 5 Esquema ilustrado de las micropartículas (19).

- Nanopartículas: Con un tamaño de partículas de $0,02 \mu\text{m}$ a $0,075 \mu\text{m}$, se obtiene durante el proceso químico producido por bloques estructurales en una escala molecular, agrupados progresivamente llegando a ser cargas manométricas, apropiada para una resina. Con este resultado se obtiene una mejor propiedad entre la resistencia y pulido (19).

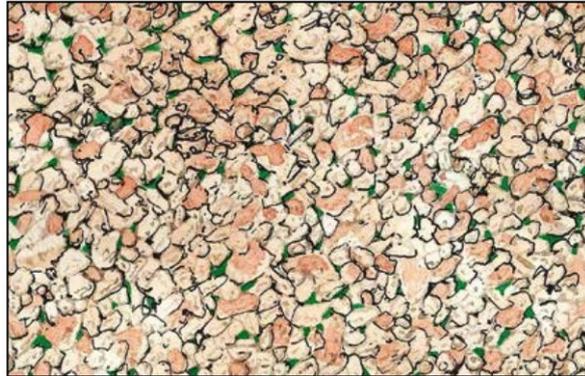


Figura 6 Esquema ilustrado de las Nanopartículas (19)

- Resinas híbridas: Resultado de la integración de diferentes tamaños de partículas, es creada con el objetivo de obtener mejoras en sus propiedades mecánicas de la resina sin causar la pérdida del pulido y alto brillo superficial. En su mayoría es la combinación de macropartículas con un tamaño aproximado de $0,04 \mu\text{m}$, y con partículas mayores de $0,2 \mu\text{m}$ a $6 \mu\text{m}$, el uso de distintos tamaños de carga logró obtener mejoras en la relación carga, matriz y confirió a estas resinas mejoras en sus propiedades (19).



Figura 7 Esquema ilustrado de las resinas híbridas (19).

- Para tener un aumento en la calidad estética de las resinas, las partículas del material inorgánico fueron reducido, llegando a obtener dimensiones promedias entre $0,2 \mu\text{m}$ y $1 \mu\text{m}$, originando la subdivisión de las resinas híbridas, nombrada micro-híbridas, a su vez en la misma línea se realiza el lanzamiento de las resinas nano híbridas con una combinación de partículas de distintos tamaños. El uso de las resinas micro-híbridas y nano híbridas son indicadas para restauraciones universales, lo cual indica que pueden ser utilizadas en restauraciones anteriores y posteriores (19).

2.3 Definición de términos básicos

Fotopolimerización:

Proceso donde se utiliza diferentes emisiones de luz para dar inicio el proceso de polimerización (1).

Polimerización:

La matriz orgánica de las resinas se transforma en una masa plástica sólida y rígida (21).

Miliwatios (mW):

También llamado miliwatts por cm^2 , es la milésima parte del watio, equivalente a un joule/seg (18).

Contracción:

Es la reducción de los espacios vacíos, dando origen a la reducción del material. (19)

Activador:

Es la fuente de energía que activa el iniciador para lograr producir radicales libres, se puede aplicar con diferentes fuentes de energía, energía térmica, energía química y luz visible (20).

Activación:

Es el proceso donde se suministra energía inicial, para que el iniciador forme los radicales libres, con esto dar inicio el proceso de polimerización (20).

Inhibidor:

Sustancia química que se agrega a la resina, para evitar la polimerización espontanea (20).

Iniciador:

Sustancia química encargada de producir radicales libre para dar inicio la polimerización (20).

Monómero:

Es la unidad básica estructural de la matriz (mono = un) (21).

Relleno:

Partículas orgánicas y/o inorgánicas, indicadas para fortalecer la resina compuesta (20).

Bis-GMA:

Bisfenol glicidil metacrilato, esta molécula está compuesta por una resina vinílica y resina epóxica, formando así un conómero. En la actualidad es el material más utilizado por las marcas comerciales para elaborar las resinas, este monómero tiene menor contracción a la polimerización y mantiene su estabilidad dimensional (18).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Métodos y alcance de la investigación

El presente trabajo está realizado bajo el método científico, es organizado, lógico, intencional, selectiva, verificable, se usa procedimientos sistemáticos, donde se realiza cada paso de este mismo, pues contiene planteamiento del problema, marco teórico, hipótesis, esto con el fin de llegar a un resultado, dando inicio con una pregunta que se realiza el investigador, hasta comprobar la veracidad de la investigación (23).

Tipo de investigación: Tipo Aplicada

Alcance de la investigación es Explicativo, según Hernández et al. (24) refieren que en esta investigación pretenden constituir el suceso de los eventos, acciones físicas o sociales que se estudiaran, el objetivo principal es explicar porque sucede un fenómeno y como logra manifestarse o como se relacionan con las variables.

3.2 Diseño de la investigación

El diseño es Experimental, longitudinal y prospectivo.

3.3 Población y muestra

La población estuvo constituida por 24 bloques cilíndricos de resinas nanohíbridas.

Técnica de muestreo: Se utilizó la técnica de muestreo no probabilístico, muestreo por conveniencia.

Criterios de exclusión:

- Tubos que no cumplan la medida indicada.
- Bloques de resina sin fotopolimerización.
- Bloques de resina que no se encuentren compactos.

Muestra:

La muestra del presente estudio está constituida por 24 bloques cilíndricos, divididas de acuerdo a la marca del producto, siendo cuatro grupos de 6 bloques de resina cilíndrica, 6 bloques cilíndricos para el Grupo A de resina (Herculite précis A2 – kerr), 6 bloques cilíndricos para el Grupo B de resina (Filtek™ Z350 XT A2 – 3M), 6 bloques cilíndricos para el Grupo C de resina (Llis A2 – FGM), 6 bloques cilíndricos para el Grupo D de resina (Tetric N-Ceram A2 – Ivoclar Vivadent).

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica: Observación.

Instrumentos: Ficha de recolección de datos, donde los datos obtenidos en la siguiente investigación fueron recolectados en el programa Microsoft Excel 2013 donde posterior a ello el análisis de los datos se realizó con el programa estadístico SPSS, para lo cual se realizó HSD Tukey y ANOVA para la comparación de los cuatro grupos independientes de resinas, para lograr obtener estas pruebas es

necesario realizar el supuesto de normalidad, por lo cual se aplicó la prueba de Shapiro –Wilk.

Para la obtención de los datos de la investigación se realizó de la siguiente manera:

Confección para las muestras de resina

Para realizar el presente estudio se utilizó 24 tubos de jeringa de tuberculina para la conformación de los bloques de resina, divididas de acuerdo a la marca del producto, siendo cuatro grupos de 6 tubos de jeringa, 6 tubos de jeringa para el grupo A de resina (Herculite précis A2 – kerr), 6 tubos de jeringa para el grupo B de resina (Filtek™ Z350 XT A2 – 3M), 6 tubos de jeringa para el grupo C de resina (Llis A2 – FGM), 6 tubos de jeringa para el grupo D de resina (Tetric N-Ceram A2 – Ivoclar Vivadent).

Primero.

Se procedió a cortar los tubos de jeringa de tuberculina con disco de corte, con el objetivo de obtener una probeta de 10 mm de largo. Los moldes obtenidos se pintaron con spray de color negro, con esto poder evitar el paso de luz de la lámpara por las paredes laterales.

Segundo

Para la elaboración de la muestra de resina, se procede a colocar como base un material de acero inoxidable, sobre esto se colocó el molde, para ser inyectado directamente con la resina a estudiar. Con la espátula se retiró los excesos de resina.

Tercero

Una vez concluido el llenado de resina en el molde, en la parte superior con la espátula de resina se compacta y retira excesos para obtener una altura a nivel del molde.

Cuarto

Obtenida ya el molde con la resina, procedemos a la fotopolimerización, a 0mm de distancia luz material, utilizando una lámpara (Ti-lite GT-1500 Monitex) con una intensidad de luz de 1500 mW/cm². Con un tiempo de exposición de 15 segundos y en un ángulo de 90°, con esto obteniendo 22.5 J/cm² ideal para realizar una polimerización óptima.

Quinto

Después de realizar la fotopolimerización, se procede a realizar un corte del molde, para extraer la resina y con una espátula retiramos el material no polimerizado. La altura del cilindro de resina polimerizada se midió con un micrómetro de ± 0.02 mm de precisión, siendo este el registro como profundidad de fotopolimerización de a resina.

Instrumentos de recolección de datos

- Tubos de resina nanohíbrida Herculite Précis A2 – kerr, Filtek™ Z350 XT A2– 3M, Llis A2 – FGM y Tetric N-Ceram A2 – Ivoclar Vivadent.
- Tubos de jeringa de tuberculina, para la preparación de 24 especímenes de 10mm de largo.
- Regla milimetrada de acero inoxidable.
- 1 lámpara de fotopolimerización (Ti-lite GT-1500 Monitex)
- Micrómetro digital Sainless Hardened, con exactitud de ± 0.02 mm.
- Espátula de resina con punta de titanio.
- 1 caja de guantes de nitrilo.
- Disco de corte.
- Micromotor.
- 1 pintura en spray color negro.
- Cámara fotográfica réflex.

CAPÍTULO IV:

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados del tratamiento y análisis de la información

Tabla 1 Cuadro descriptivo de la profundidad de fotopolimerización.

Grupos de estudio	N°	Media
Grupo A	6	4,90
Grupo B	6	5,80
Grupo C	6	4,55
Grupo D	6	5,20
Total	24	5,11

Interpretación: En la tabla 1 se observa que el grupo A (Herculite prégis A2 – kerr) tiene una profundidad de fotopolimerización con una media de 4.90mm, el grupo B (Filtek™ Z350 XT A2 – 3M) tiene una profundidad de fotopolimerización con una media de 5.80 mm, el grupo C (Llis A2 – FGM) tiene una profundidad de fotopolimerización con una media de 4.55 mm y para el grupo D (Tetric N-Ceram A2 – Ivoclar Vivadent) tiene una profundidad de fotopolimerización con una media de 5.11 mm. Donde la mayor profundidad de fotopolimerización se logró en el grupo B (Filtek™ Z350 XT A2 – 3M) con una media de 5.80mm y menor profundidad de fotopolimerización se obtuvo en el grupo C (Llis A2 – FGM) con una media de 4.55 mm.

Tabla 2 Cuadro comparativo entre grupos de estudio HSD Tukey.

Grupo de estudio		Sig.
Grupo A	Grupo B	,000
	Grupo C	,092
	Grupo D	,184
Grupo B	Grupo A	,000
	Grupo C	,000
	Grupo D	,002
Grupo C	Grupo A	,092
	Grupo B	,000
	Grupo D	,001
Grupo D	Grupo A	,184
	Grupo B	,002
	Grupo C	,001

La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Si P-valor < α , Existen diferencias entre los grupos

Si P-valor > α , No Existen diferencias entre los grupos

Al comparar las medias de los 4 grupos se logra obtener los siguientes resultados:

Entre el grupo A (Herculite preicis A2 – kerr) y grupo B (Filtek™ Z350 XT A2 – 3M) con una significancia de ,000 determina que si existen diferencias entre ambos grupos.

Entre el grupo A (Herculite preicis A2 – kerr) y grupo C (Llis A2 – FGM) con una significancia de ,092 determina que no existen diferencias entre ambos grupos.

Entre el grupo A (Herculite preicis A2 – kerr) y grupo D (Tetric N-Ceram A2 – Ivoclar Vivadent) con una significancia de ,184 determina que no existen diferencias entre ambos grupos.

Entre el grupo B (Filtek™ Z350 XT A2 – 3M) y grupo C (Llis A2 – FGM) con una significancia de ,000 determina que si existen diferencias entre ambos grupos.

Entre el grupo B (Filtek™ Z350 XT A2 – 3M) y grupo D (Tetric N-Ceram A2 – Ivoclar Vivadent) con una significancia de ,002 determina que si existen diferencias entre ambos grupos.

Entre el grupo C (Llis A2 – FGM) y grupo D (Tetric N-Ceram A2 – Ivoclar Vivadent) con una significancia de ,001 determina que si existen diferencias entre ambos grupos.

Tabla 3 Profundidad de fotopolimerización del grupo A.

Número de muestra	Profundidad de fotopolimerización	Media	Máximo	Mínimo
N° 1	4.92 mm	4.90mm	5.12 mm	4.48 mm
N° 2	5.07 mm			
N° 3	5.12 mm			
N° 4	4.82 mm			
N° 5	5.04 mm			
N° 6	4.48 mm			

Interpretación: En la tabla 3 se observa que la profundidad de fotopolimerización del grupo A, resina nanohíbrida de la marca comercial Herculite précis A2 – kerr tiene una media de 4.90 mm, con una profundidad máxima de fotopolimerización de 5.12 mm y mínimo de 4.48 mm.

Tabla 4 Profundidad de fotopolimerización del grupo B.

Número de muestra	Profundidad de fotopolimerización	Media	Máximo	Mínimo
N° 1	5.32 mm	5.80mm	6.13 mm	5.32 mm
N° 2	5.96 mm			
N° 3	6.13 mm			
N° 4	5.83 mm			
N° 5	5.72 mm			
N° 6	5.86 mm			

Interpretación: En la tabla 4 se observa que la profundidad de fotopolimerización del grupo B, resina nanohíbrida de la marca comercial Filtek™ Z350 XT A2 – 3M tiene una media de 5.80 mm, con una profundidad de fotopolimerización máxima de 6.13 mm y mínimo de 5.32 mm.

Tabla 5 Profundidad de fotopolimerización del grupo C.

Número de muestra	Profundidad de fotopolimerización	Media	Máximo	Mínimo
N° 1	4.14 mm			
N° 2	5.07 mm			
N° 3	4.48 mm	4.55mm	5.07 mm	4.14 mm
N° 4	4.44 mm			
N° 5	4.46 mm			
N° 6	4.76 mm			

Interpretación: En la tabla 5 se observa que la profundidad de fotopolimerización del grupo C, resina nanohíbrida de la marca comercial Llis A2 – FGM tiene una media de 4.55 mm, con una profundidad de fotopolimerización máxima de 5.07 mm y mínimo de 4.14 mm.

Tabla 6 Profundidad de fotopolimerización del grupo D.

Número de muestra	Profundidad de fotopolimerización	Media	Máximo	Mínimo
N° 1	5.19 mm			
N° 2	5.23 mm			
N° 3	5.15 mm	5.20 mm	5.33 mm	5.15 mm
N° 4	5.33 mm			
N° 5	5.18 mm			
N° 6	5.15 mm			

Interpretación: En la tabla 6 se observa que la profundidad de fotopolimerización del grupo D, resina nanohíbrida de la marca comercial Tetric N-Ceram A2 – Ivoclar Vivadent tiene una media de 5.20 mm, con una profundidad de fotopolimerización máxima de 5.33 mm y mínimo de 5.15 mm.

Tabla 7 Prueba de Shapiro - Wilk

Grupos de estudio	Estadístico	gl	Sig.
Grupo A	,866	6	,212
Grupo B	,929	6	,573
Grupo C	,937	6	,638
Grupo D	,835	6	,120

Si P-valor $< \alpha$, No tienen distribución normal

Si P-valor $> \alpha$, Tienen distribución normal

Interpretación: En la tabla 3, Se observa que para el grupo A, P-valor = ,212 $> \alpha = 0,05$, en el Grupo B se observa, P-valor = ,573 $> \alpha = 0,05$, en el Grupo C se observa P-valor = ,638 $> \alpha = 0,05$, y en el Grupo D se observa P-valor = ,120 $> \alpha = 0,05$, en conclusión, para la prueba de Shapiro –Wilk, tiene una distribución normal en los 4 grupos independientes.

Tabla 8 Prueba de homogeneidad de varianzas

Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
1,739	3	20	,191

Si P-valor $= < \alpha$, No tienen varianzas homogéneas

Si P-valor $> \alpha$, Tienen varianzas homogéneas

Interpretación: En la tabla 4, Se observa P-valor = ,191 $> \alpha = 0,05$, lo cual indica que tienen varianzas homogéneas.

4.2 Prueba de hipótesis

Tabla 9 Prueba estadística ANOVA.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	50,066,125	3	16,688,708	28,146	,000
Dentro de grupos	11,858,500	20	592,925		
Total	61,924,625	23			

Si $P\text{-valor} < \alpha$, Existen diferencias entre los grupos

Si $P\text{-valor} > \alpha$, No Existen diferencias entre los grupos

Interpretación: En la tabla 5, Se observa $P\text{-valor} = ,000 = < \alpha = 0,05$, por lo que se confirma la hipótesis general que, si existe diferencias en la profundidad de fotopolimerización en 4 marcas diferentes de resinas nanohíbridas, Juliaca 2021. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

4.3 Discusión de resultados

En el estudio realizado por Erazo (5), la resina Filtek™ Z350 XT – 3M tiene una profundidad de fotopolimerización de 4.66 mm y el composite Tetric N-Ceram – Ivoclar Vivadent obtiene una profundidad de 4.57, en nuestra investigación la resina Filtek™ Z350 XT – 3M logra una polimerización de 5.80 mm y la resina Tetric N-Ceram – Ivoclar Vivadent con 5.20 mm, estas diferencias se debería a que Erazo (5) utilizo una lámpara LED de 1200 mW/cm² con un tiempo de 10 segundos (12 Joules/cm²), con una distancia luz-material de 1mm, y en la presente investigación utilizamos una lámpara LED de 1500 mW/cm² con un tiempo de 15 segundos (22.5 Joules/cm²), a una distancia luz – material de 0 mm.

Gutierrez (13), logra obtener una profundidad de fotopolimerización de la resina Tetric N-Ceram – Ivoclar Vivadent una media de 4.29 mm, entonces en el estudio que realizamos para la resina Tetric N-Ceram – Ivoclar Vivadent la

profundidad de fotopolimerización tiene una media de 5.20mm, esta diferencia puede ser dada porque ellos utilizaron una lámpara LED de 1000 mW/cm² con un tiempo de 20 segundos (20 Joules/cm²), donde colocan una lámina de portaobjetos, con el fin de tener una distancia de 1mm luz-material, para nuestro estudio utilizamos una lámpara LED de 1500 mW/cm² por 15 segundos (22.5 Joules/cm²), con una distancia luz-material de 0mm.

Guerrero (2), para la resina Filtek™ Z350 XT – 3M logra obtener una profundidad de fotopolimerización con una media de 4.58 mm y realiza una división entre 2 obteniendo 2.29 mm considerando este el resultado final, en el presente estudio para la resina Filtek™ Z350 XT A2 – 3M se logra obtener una media de 5.80mm de profundidad de fotopolimerización, si realizamos la división tal como plantea el autor mencionado tendríamos 2.90mm, esta diferencia sería dada porque Guerrero (2) utilizó una lámpara LED de 1200 mW/cm² con un tiempo de 10 segundos (12 Joules/cm²) a 0mm de distancia luz-material y en el presente estudio utilizamos una lámpara LED de 1500 mW/cm² por 15 segundos (22.5 Joules/cm²) con una distancia luz-material de 0mm.

En el estudio de Medina (9), para la resina Filtek™ Z350 XT – 3M logra una profundidad de fotopolimerización de 2,64mm y la resina Tetric N-Ceram – Ivoclar Vivadent con una profundidad de 3,68 mm, por otro lado, en mi estudio para la resina Filtek™ Z350 XT – 3M tiene una profundidad de fotopolimerización de 5.80 mm y el composite Tetric N-Ceram – Ivoclar Vivadent una media de 5.20 mm, al comparar ambos estudios se observa una diferencia, esto se debería porque, Medina (9) utilizó una lámpara LED de 1000 mW/cm² con un tiempo de exposición de 10 segundos (10 Joules/cm²), a una distancia luz – material de 0mm, en la presente investigación utilizamos una lámpara LED de 1500 mW/cm² por 15 segundos (22.5 Joules/cm²) con una distancia luz-material de 0mm.

Para Horna (14), la profundidad de polimerización de las resinas Filtek™ Z350 XT – 3M es de 5.94 mm y Tetric N-Ceram – Ivoclar Vivadent de 5.4 mm, donde en el presente estudio se logró obtener los siguientes resultados, para la resina Filtek™ Z350 XT – 3M tiene una profundidad de fotopolimerización de 5.80 mm y para la resina Tetric N-Ceram – Ivoclar Vivadent una media de 5.20 mm, esta diferencia sería porque Horna (14) utilizó una lámpara LED con una potencia de luz de 1,400 mW/cm² con un tiempo de exposición de 10s y nosotros realizamos con una lámpara LED de 1500 mW/cm² con un tiempo de 15 segundos.

Por otra parte, Zambrano (10) para la resina Tetric N-Ceram – Ivoclar Vivadent logra obtener una profundidad de fotopolimerización de 2.44 mm, en el presente estudio realizado para la resina Tetric N-Ceram Bulk – Ivoclar Vivadent tiene una profundidad de fotopolimerización de 5,20 mm, las diferencias se podrían dar porque el autor mencionado utilizó una lámpara Led (Coltolux) de 1000 mW/cm², con un tiempo de 40 segundos y en nuestro estudio se realizó con una lámpara LED de 1500 mW/cm² con un tiempo de 15 segundos.

CONCLUSIONES

1. Existe diferencias en la profundidad de fotopolimerización entre el grupo A (Herculite précis A2 – kerr), grupo B (Filtek™ Z350 XT A2 – 3M) grupo C (Llis A2 – FGM) y grupo D (Tetric N-Ceram A2 – Ivoclar Vivadent).
2. La mayor profundidad de fotopolimerización se encontró en la resina del grupo B (Filtek™ Z350 XT A2 – 3M) con una media de 5.80mm, siendo la profundidad de fotopolimerización mínima de 5.32 mm y máxima de 6.13 mm.
3. La menor profundidad de fotopolimerización se encontró en la resina del grupo C (Llis A2 – FGM), con una media de 4.55 mm, siendo la profundidad de fotopolimerización mínima de 4.14 mm y máxima de 5.07 mm.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Macchi R. Materiales Dentales. 4th ed.: Medica Panamericana Sa; 2007.
2. Guerrero A, Chumi R. 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, en la carrera de Odontología de la Unidad Académica de Salud y Bienestar, de la Universidad Católica. Revista Nacional de Odontología. 2018 Enero-Junio; 13(26): p. 1-10.
3. Exeni M. Importancia de la fotopolimerización en la previsibilidad y longevidad de las resinas compuestas adheridas. Rev. Odontologia Actual. 2020 Septiembre; 5(6).
4. Campo K, Hernández D, Quintero C. Influencia de la potencia y tiempo de la fuente emisora de luz en el factor de conversión de resinas compuestas con diferente translucidez. Tesis. Santiago de Cali-Colombia: Universidad Santiago de Cali, Facultad de salud; 2019.
5. Erazo P. Profundidad de fotopolimerización de diferentes resinas nano-híbridas bulk fill. Tesis. Loja-Ecuador: Universidad Nacional de Loja; 2019.
6. Aguilar M. Optimización del tiempo de exposición de la luz de fotopolimerización aplicada sobre resina compuesta nanoparticulada. Tesis. Quito: Universidad Central de Ecuador, Facultad de Odontología; 2017.
7. Naranjo R, Lince J, Vivas J, Ruiz D, Ortiz P. Diferencia en la dureza de resinas utilizadas convencionalmente al polimerizarse con diferentes tipos de luz. Rev. CES Odont. 2017; 30(1): p. 1-14.
8. Kongan A, Kongan E, Gutiérrez D. Estudio comparativo de profundidad de curado y dureza entre dos sistemas de resina "bulk-fill" con dos tiempos de polimerización usando una lámpara de alta intensidad. Rev. Oral. 2016; 17(54): p. 1354-1358.
9. Medina M, Carvajal S. Estudio comparativo in vitro de la profundidad de curado de 2 resinas bulkfill a distintas distancias de fotoactivación según la Norma ISO 4049. Tesis. Viña del mar-Chile: Universidad Andrés Bello, Facultad de Odontología Viña del Mar; 2016.
10. Zambrano N. Efectividad del uso de lámparas de alta potencia en la profundidad de fotocurado en resinas compuestas. Universidad Andrés Bello, 2016. Tesis de

- pregrado. Concepcion-Chile: Universidad Andrés Bello, Facultad de Odontología; 2016.
11. Chaple A, Montenegro Y, Álvarez J. Evolución histórica de las lámparas de fotopolimerización. Rev. Habanera de Ciencias Medicas[Internet]. 2016 Enero-Febrero; Vol.15(1): p. Aproximado 8.
 12. Gutiérrez C. Evaluación de la dureza shore de tres tipos de resina compuesta fotopolimerizada a diferentes intervalos de tiempo e intensidades de luz, de las lámparas de polimerización led de marcas utilizadas por los estudiantes de la facultad de Odontología de la Un. Tesis de pregrado. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Odontología; 2016.
 13. Gutierrez A, Pomacóndor C. Comparación de la profundidad de polimerización de resinas compuestas bulk fill obtenida con dos unidades de fotoactivación LED: polywave versus monowave. Odontologia Sanmarquina[Internet]. 2020 Mayo; 23(2): p. 1-8.
 14. Horna H. Comparación de la profundidad de polimerización y grado de conversión de resinas compuestas usando dos unidades de luz visible. Tesis. Lima-Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2019.
 15. Meza M, Dávila M. influencia de la distancia de la guía de luz sobre la intensidad de fotopolimerización de los dispositivos LED en odontología, Huancayo 2019. Tesis. [Huancayo-Perú]: Universidad Privada de Huancayo "Franklin Roosevelt"; 2019.
 16. Adasme J. Evaluación in vitro del volumen de contracción entre dos resinas de nanopartículas según el tiempo de exposición a una lámpara de fotopolimerización. Tacna, 2017. Tesis. Tacna: Universidad Privada de Tacna; 2018.
 17. Rojas E. Evaluación de la intensidad de luz emitida por las lámparas de fotocurado de la clínica odontológica de la ULADECH Católica, distrito de Chimbote, provincia del Santa, departamento de Ancash - 2017. Tesis. Chimbote-Peru: Universidad Catolica los Angeles Chimbote; 2017.
 18. Guillen X. Fundamentos de Operatoria Dental. Segunda ed. Portoviejo: Dreams Magnet, LLC; 2010.
 19. Masioli M. Mansioli Odontologia Restauradora de la A a la Z. 1st ed. Brasil: Ponto Ltda; 2013.
 20. Anusavice JK. Phillips Ciencia de los materiales dentales. 11th ed.: ELSEVIER ; 2004.

21. Narciso L, Sylvio J, Spezia T. Odontología Restauradora / Fundamentos & Tecnicas. 1st ed. Sao Paulo: IIVRARIA SANTOS EDITORA LTDA; 2010.
22. Beolchi R, Pelissier B, Miotto R. [Online].; Marzo,2015. Available from: <https://la.dental-tribune.com/clinical/los-desafios-de-la-fotopolimerizacion/>.
23. Bunge M. El planteamiento científico. Rev. Cubana de Salud Publica. 2017; 43(3).
24. Hernández R, Fernández C, Baptista M. Metodología de la Investigación. Sexta ed.: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V; 2000.

ANEXOS

Ficha de recolección de datos

GRUPO A		GRUPO B		GRUPO C		GRUPO D	
Herculite Précis A2 – Kerr		Filtek™ Z350 XT A2 – 3M		Llis A2 – FGM		Tetric N-Ceram A2 – Ivoclar Vivadent	
Número de muestra	Profundidad de fotopolimerización	Número de muestra	Profundidad de fotopolimerización	Número de muestra	Profundidad de fotopolimerización	Número de muestra	Profundidad de fotopolimerización
N° 1		N° 1		N° 1		N° 1	
N° 2		N° 2		N° 2		N° 2	
N° 3		N° 3		N° 3		N° 3	
N° 4		N° 4		N° 4		N° 4	
N° 5		N° 5		N° 5		N° 5	
N° 6		N° 6		N° 6		N° 6	



Identificación del Experto:

Nombre y Apellido: ROLANDO MENDOZA DEL RIO

Institución donde labora: UNIVERSIDAD CONTINENTAL

Título de la investigación:

COMPARACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE FOTOPOLIMERIZACIÓN EN 4 MARCAS DIFERENTES DE RESINAS NANOHÍBRIDAS, JULIACA 2021

Instrucciones:

- Lea detenidamente las preguntas antes de responder
- Este instrumento de validación consta de una sección en la que se pide el juicio de experto con respecto a la ficha de recolección de datos, la cual está formada por cuatro preguntas.
- Marcar en el espacio en blanco con un check o una X.

Criterios a evaluar en la ficha de recolección de datos para la variable Profundidad de fotopolimerización

N°	Aspectos generales	SI	NO	OBS.
1	¿Esta variable alcanza el objetivo planteado en el estudio?	X		
2	¿La variable está formulada de forma clara?	X		
3	¿La redacción de esta variable corresponde con el propósito del estudio?	X		
4	¿El contenido del instrumento corresponde con el propósito del estudio?	X		

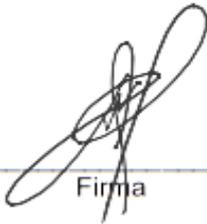
Observaciones y sugerencias:



.....
FIRMA DEL EVALUADOR

CONSTANCIA
Juicio de experto

Yo, ROLANDO MENDOZA DEL RIO con Documento Nacional de Identidad N°1985098 certifico que realice el juicio de experto al instrumento diseñado por el bachiller Deivi Eddy Condori Ccallata en la investigación: COMPARACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE FOTOPOLIMERIZACIÓN EN 4 MARCAS DIFERENTES DE RESINAS NANOHÍBRIDAS, JULIACA 2021



Firma



Identificación del Experto:

Nombre y Apellido: *Paul Marcelo Lopez Torres*

Institución donde labora: *Escuela de Perfeccionamiento en Odontología*

Título de la investigación:

COMPARACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE FOTOPOLIMERIZACIÓN EN 4
MARCAS DIFERENTES DE RESINAS NANOHÍBRIDAS, JULIACA 2021

Instrucciones:

- Lea detenidamente las preguntas antes de responder
- Este instrumento de validación consta de una sección en la que se pide el juicio de experto con respecto a la ficha de recolección de datos, la cual está formada por cuatro preguntas.
- Marcar en el espacio en blanco con un check o una X.

Criterios a evaluar en la ficha de recolección de datos para la variable profundidad de fotopolimerización

N°	Aspectos generales	SI	NO	OBS.
1	¿Esta variable alcanza el objetivo planteado en el estudio?	✓		
2	¿La variable está formulada de forma clara?	✓		
3	¿La redacción de esta variable corresponde con el propósito del estudio?	✓		
4	¿El contenido del instrumento corresponde con el propósito del estudio?	✓		

Observaciones y sugerencias:

FIRMA DEL EVALUADOR

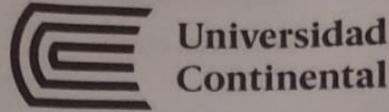
Paul M. Lopez Torres
CIRUJANO DENTISTA
C.O.P. 29881

CONSTANCIA
Juicio de experto

Yo, *Paul Marcelo Lopez Torres*, con Documento Nacional de Identidad N° *44746155* certifico que realice el juicio de experto al instrumento diseñado por el bachiller Deivi Eddy Condori Ccallata en la investigación: **COMPARACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE FOTOPOLIMERIZACIÓN EN 4 MARCAS DIFERENTES DE RESINAS NANOHÍBRIDAS, JULIACA 2021**


Paul M. Lopez Torres
CIRUJANO DENTISTA
C.O.P. 29681

Firma



Identificación del Experto:

Nombre y Apellido: *FABY OCTAVIO GÓMEZ BUDIEL*
 Institución donde labora: *CUIDENTIKA - CONSULTA PARTICULAR*
 Título de la investigación:

COMPARACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE FOTOPOLIMERIZACIÓN EN 4 MARCAS DIFERENTES DE RESINAS NANOHÍBRIDAS, JULIACA 2021

Instrucciones:

- Lea detenidamente las preguntas antes de responder
- Este instrumento de validación consta de una sección en la que se pide el juicio de experto con respecto a la ficha de recolección de datos, la cual está formada por cuatro preguntas.
- Marcar en el espacio en blanco con un check o una X.

Criterios a evaluar en la ficha de recolección de datos para la variable profundidad de fotopolimerización

N°	Aspectos generales	SI	NO	OBS.
1	¿Esta variable alcanza el objetivo planteado en el estudio?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	¿La variable está formulada de forma clara?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	¿La redacción de esta variable corresponde con el propósito del estudio?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	¿El contenido del instrumento corresponde con el propósito del estudio?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Observaciones y sugerencias:

*Se sugiere mayor Integridad de la capsula de fotocurado mas tiempo por asi poder fotocurar los capsula
 Posible o tambien utilizar la capsula I-LED*

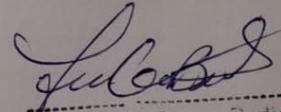
FIRMA DEL EVALUADOR

Dr. Fabry O. Gómez Budiel
 CIRUJANO DENTISTA
 C.O.P. 11324

CONSTANCIA

Juicio de experto

Yo, *FADLY OCTAVIO GÓMEZ BUDIAT*, con Documento Nacional de Identidad N° *29416321* certifico que realice el juicio de experto al instrumento diseñado por el bachiller Deivi Eddy Condori Ccallata en la investigación: **COMPARACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE FOTOPOLIMERIZACIÓN EN 4 MARCAS DIFERENTES DE RESINAS NANOHÍBRIDAS, JULIACA 2021**



Dr. Fady O. Gómez Budiat
CIRUJANO DENTISTA
C.O.P. 11324

Firma

Figura 8 Corte del tubo de la jeringa



Figura 9 Llenado de la resina en el tubo.

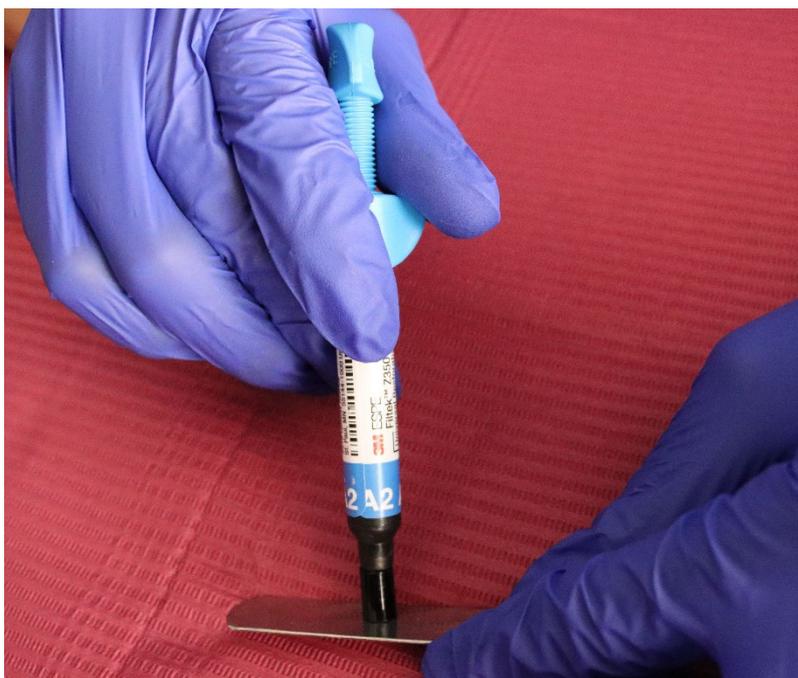


Figura 10 Fotopolimerización de la resina.

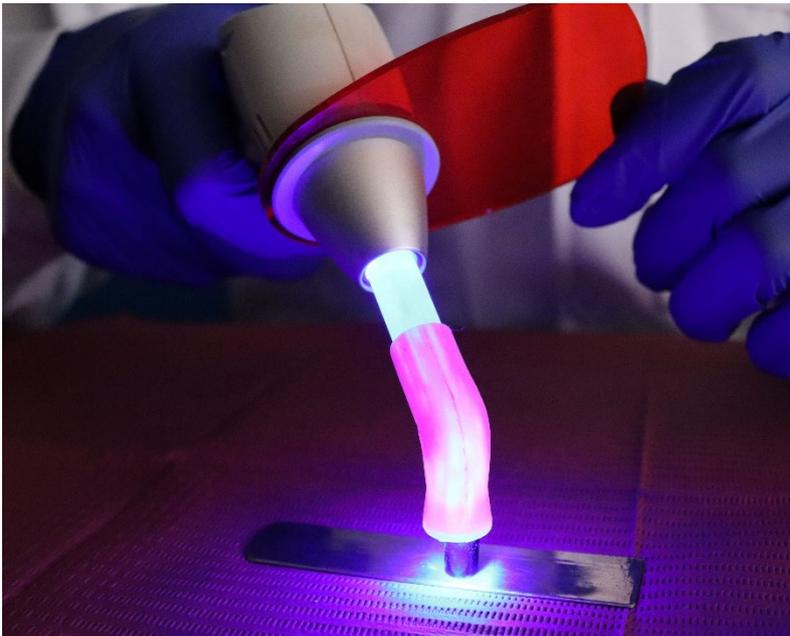


Figura 11 Corte del tubo, para extraer la muestra de resina

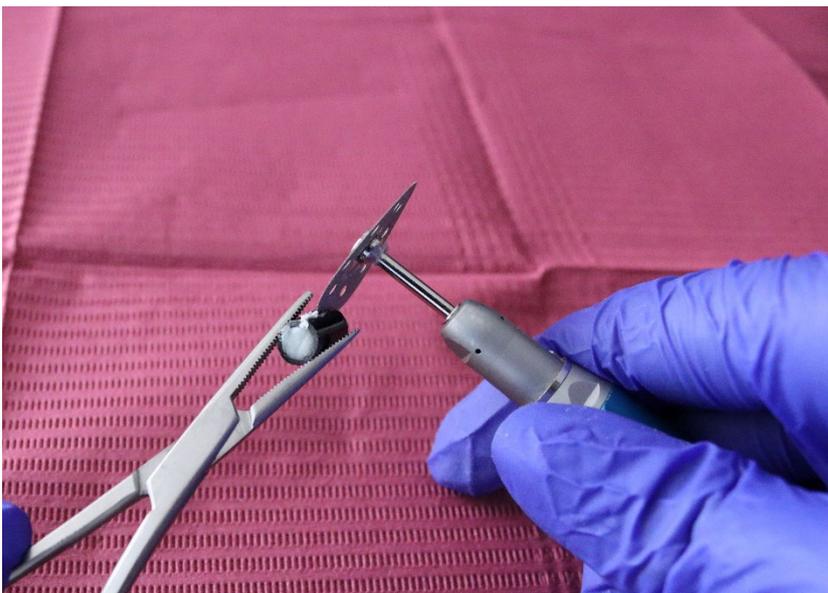


Figura 12 Corte del material no polimerizado



Figura 13 Medida de la muestra de resina



Figura 14 Muestras de la resina Filtek™ Z350 XT A2 – 3M



Figura 15 Muestras de la resina Tetric N-Ceram A2 – Ivoclar Vivadent



Figura 16 Muestras de la resina Herculite précis A2 – kerr



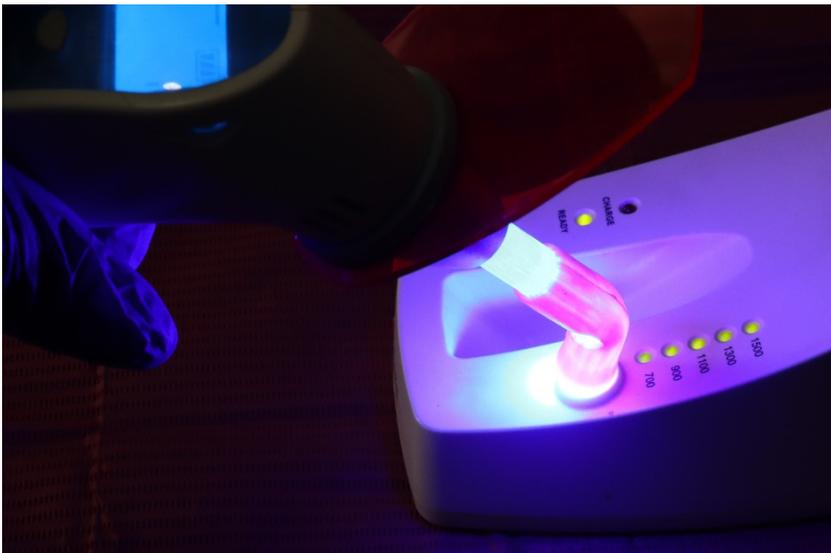
Figura 17 Muestras de la resina Lis A2 – FGM



Figura 18 Lámpara de fotopolimerización (Ti-lite GT-1500 Monitex)



Figura 19 Radiometro monitex.



COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CONTINENTAL

Prof. Walter Calderón Gerstein

Presidente del Comité Institucional de Ética en Investigación.

Solicito **evaluación y parecer** del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Continental (CIEI-UC), para el proyecto titulado: **COMPARACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE FOTOPOLIMERIZACIÓN EN 4 MARCAS DIFERENTES DE RESINAS NANOHÍBRIDAS, JULIACA 2021** del autor principal Deivi Eddy Condori Ccallata alumno pregrado (X) alumno maestría() alumno doctorado (), docente () de la Universidad Continental, con correo electrónico 70100845@continental.edu.pe y teléfono celular 973524702.

Atentamente,

Huancayo, 06 de octubre de 2021



Firma del investigador

COMITÉ INSTITUCIONAL DE ETICA EN INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CONTINENTAL

COMPROMISOS DEL INVESTIGADOR:

El investigador se compromete a:

1. No iniciar la investigación en seres humanos mientras no haya recibido la constancia de aprobación emitida por el Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Continental (CIEI-UC)
2. Realizar la investigación en seres humanos únicamente luego de haber obtenido el "consentimiento informado" efectivo y legal del sujeto o su representante legal, a menos que el CIEI-DD-UC lo exonere expresamente de este requisito.
3. Conducir la investigación de acuerdo con lo estipulado en el consentimiento informado, en el protocolo aceptado, aprobado por el CIEI-UC, y a cualquier otra disposición impuesta CIEI-UC.
4. Iniciar la investigación únicamente luego de haber conseguido los fondos necesarios para llevarlo a cabo de acuerdo con una buena práctica de investigación.
5. Proveer al CIEI-UC de la información adicional que este solicite durante el proceso de aprobación y/o monitoreo de la investigación.
6. Proveer al CIEI-UC de informes periódicos de avances (con la frecuencia que el CIEI-UC considere conveniente) según formato establecido, un informe final y de una copia de cualquier material publicado al final de la investigación.
7. Mantener total confidencialidad respecto a la información recolectada de los participantes.
8. Notificar inmediatamente al CIEI-UC de cualquier cambio en el proceso de recolección de datos en la investigación, en el consentimiento informado o eventos adversos serios.
9. Aceptar cualquier auditoría requerida por el CIEI-UC.

Firma del investigador:



COMITÉ INSTITUCIONAL DE ETICA EN INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CONTINENTAL

DECLARACION DE LOS INVESTIGADORES

Título completo del proyecto de investigación

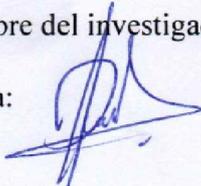
COMPARACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE FOTOPOLIMERIZACIÓN EN 4
MARCAS DIFERENTES DE RESINAS NANOHÍBRIDAS, JULIACA 2021

Yo/Nosotros, el(los) investigadores a cargo de este estudio me/nos comprometo (emos) a:

1. Iniciar el estudio únicamente luego de haber obtenido la aprobación del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Continental (CIEI-UC)
2. Conducir la investigación de acuerdo con lo estipulado en el consentimiento informado, aceptado por el CIEI-UC, y a cualquier otra regulación aplicable o condiciones impuestas por el CIEI-UC o alguna otra entidad pertinente.
3. Iniciar este estudio únicamente luego de haber conseguido los fondos necesarios para llevarlo a cabo de acuerdo con una buena práctica de investigación.
4. Proveer al CIEI-UC de la información adicional que este solicite durante el proceso de aprobación y/o monitoreo del estudio.
5. Proveer al CIEI-UC de un informe y de una copia de cualquier material publicado al final del estudio.
6. Almacenar adecuadamente la información recolectada y mantener una total confidencialidad respecto a la información de los participantes.
7. Notificar inmediatamente al CIEI-UC de cualquier cambio en el proceso de recolección de datos y en el Consentimiento Informado o eventos adversos serios; y
8. Aceptar cualquier auditoría requerida por el CIEI-UC, así como aceptar la sanción pertinente en caso que falte a mi declaración.

Nombre del investigador principal: Deivi Eddy Condori Ccallata

Firma:



Fecha: 06 de octubre de 2021

Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIO N	INDICADOR	TIPO DE VARIABLE	VALOR
DEPENDIENTE Profundidad de fotopolimerización	Proceso donde se utiliza una lámpara de luz visible para generar una reacción química y polimerizado del material.	Medición con un micrómetro	Cambio del estado físico de la materia semisólido a sólido.	Cuantitativa Continua	milímetro
INDEPENDIENTE Resinas Nanohíbridas	Material restaurador a base de polímeros compuesta por material orgánico e inorgánico enlazados por un agente de unión.	tipos	Herculite préeis A2 – kerr Filtek™ Z350 XT A2 – 3M Llis A2 – FGM Tetric N-Ceram A2 – Ivoclar Vivadent	Cualitativa Nominal	1 2 3 4