



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

TEMA:

**Tipo de lámpara de fotocurado y la profundidad de polimerización
de resinas: Estudio in vitro.**

AUTORA:

Encarnación Orozco, Pamela Julissa

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
ODONTOLOGA**

TUTOR:

Peña Arosemena, Leticia María del Carmen

**Guayaquil, Ecuador
31 de agosto del 2026**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Encarnación Orozco, Pamela Julissa**, como requerimiento para la obtención del título de **Odontóloga**.

TUTOR (A)

f.

Peña Arosemena, Leticia María del Carmen

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____

Dra. Bermúdez Velásquez, Andrea Cecilia

Guayaquil, a los 31 del mes de agosto del año 2026



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Encarnación Orozco, Pamela Julissa

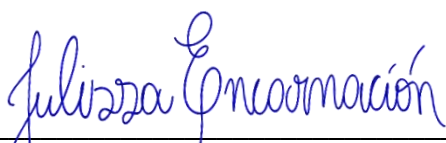
DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Tipo de lámpara de fotocurado y la profundidad de polimerización de resinas: Estudio *in vitro*** previo a la obtención del título de **Odontologa**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 31 del mes de agosto del año 2026

LA AUTORA

f. 
Encarnación Orozco, Pamela Julissa



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE ODONTOLOGÍA

AUTORIZACIÓN

Yo, **Encarnación Orozco, Pamela Julissa**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Tipo de lámpara de fotocurado y la profundidad de polimerización de resinas: Estudio *in vitro***, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 31 del mes de agosto del año 2026

LA AUTORA:

f. _____
Encarnación Orozco, Pamela Julissa



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE ODONTOLOGÍA

REPORTE COMPILATIO



Certificado de análisis

Compilatio Magister+ | UCSG-EC- Universidad Católica de Santiago de Guayaquil

ARTICULO PAMELA JULISSA ENCARNACION

ID : 04be96dbe49690c5a148451cf91caf7dee896fac



0%

Textos sospechosos

Nombre del fichero : ARTICULO PAMELA JULISSA ENCARNACION.txt

Tamaño del archivo original : 1,5 MB

Número de palabras : 4423

Depositante : Leticia María del Carmen Peña Arosemena

Fecha de depósito : 30 de agosto de 2026

Tipo de carga : interface

fecha de fin de análisis : 30 de agosto de 2026

TUTOR (A)

f.

Peña Arosemena, Leticia María del Carmen

AGRADECIMIENTO

Primero, quiero agradecer a Dios por haberme dado la fortaleza, sabiduría y perseverancia necesaria para alcanzar esta tan anhelada meta.

A mi motivación, mi papá, por cada sacrificio y esfuerzo, por cada palabra que con cariño me demostraba su confianza en mí e hizo que durante toda mi carrera me llenara de la fuerza necesaria para jamás rendirme. A mi mamá, por todo su apoyo, por ser una mujer muy valiente y brindarme la misma valentía a mí, por jamás soltar mi mano y por ser esa llamada de aliento cuando sentía que no podía más. A mis hermanos, Tatiana que ha sido mi refugio y mi mejor amiga, y Juan Carlos, quien con su amor jamás me ha permitido sentirme sola, a ustedes quiero agradecerles por también ser parte de este camino con sus consejos y enseñanzas, gracias por creer en mí.

A las personas que fueron parte de este trabajo, mi tutora Dra. Leticia Peña, gracias por su paciencia y acompañarme en este proceso, por compartir conmigo sus conocimientos y brindarme su orientación y apoyo. A Solventum por su colaboración con las resinas, a mis compañeros José Pinos y Melanny Vite por sus lámparas.

A mis amigos, Laura, Orley, Roxi, por su ayuda y apoyo en todo momento, que hicieron que la carrera se sienta menos pesada, en especial a Angela, con quien compartí risas, lágrimas, estrés y quien me demostró ser una amiga incondicional. También a Sarahí, por aparte de ser mi amiga también ser mi paciente poniendo toda su confianza en mí.

A Andresito, gracias por tu ayuda, paciencia, apoyo y tu compañía, que hizo que estar lejos de casa no se sintiera tan pesado y por usar las palabras correctas para motivarme.

A mis mejores amigos de casi toda mi vida, Braulio, Peter, Luigi y Britney por su apoyo y por cada consejo, por estar siempre para mí y apoyarme incondicionalmente a pesar de la distancia.

DEDICATORIA

Le dedico a mi familia, principalmente a mi mamá y papá para quienes son siempre todos mis logros, por ellos soy la persona que soy y son mi mayor inspiración, quiero que se sientan orgullosos de mí y que sepan que valoro mucho todo su esfuerzo y siempre valdrá la pena.

También, a mi copito, mi compañero de muchas noches de desvelo y momentos de cansancio. Sin poder decir una palabra, su compañía jamás me dejó sentirme sola.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

Dra. Bermúdez Velásquez, Andrea Cecilia
DECANO O DIRECTOR DE CARRERA

f. _____

Dra. Ocampo Poma, Estefanía del Rocío
COORDINADOR DEL ÁREA O DOCENTE DE LA CARRERA

f. _____

Dra. Terreros Caicedo, María Angélica
OPONENTE



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

CALIFICACIÓN

TUTOR (A)

f.

Peña Arosemena, Leticia María del Carmen

RESUMEN

Introducción: La profundidad de polimerización tiene un papel importante para lograr éxito en las restauraciones. La profundidad de polimerización puede variar por la diferencia que existen entre las fuentes de luz, la técnica correcta del fotocurado y las características propias de las resinas compuestas. **Objetivo:** Determinar el efecto del tipo de lámpara de fotopolimerización, clasificada según su costo bajo, mediano y alto, y del tipo de resina compuesta sobre la profundidad de polimerización. **Materiales y Métodos:** Estudio de enfoque cuantitativo, tipo de investigación de laboratorio, diseño analítico experimental *in vitro*. La muestra estuvo conformada por 90 especímenes, distribuidos en nueve grupos experimentales, utilizando tres tipos de lámparas y tres tipo de resinas compuestas. La profundidad de polimerización se determinó mediante el método de raspado establecido en la norma ISO 4049 y los datos fueron procesados mediante IBM SPSS Statistics versión 29. **Resultados:** No se encontró diferencia significativa entre las lámparas 3M Elipar y la Woodpecker O Star con la resina BULK obteniendo las mayores profundidades de polimerización, por el contrario la menor profundidad de polimerización se dió entre la lámpara de menor costo y la resina OPACA. **Conclusión:** La resina opaca presentó la mayor variación en la profundidad de polimerización en función de la unidad de fotocurado utilizada. La resina A1 Body también mostró diferencias en la profundidad alcanzada. Por el contrario, la resina Bulk no presentó diferencias relevantes en la profundidad de polimerización asociadas al tipo de lámpara empleada.

Palabras Claves: Profundidad de Polimerización, Lámparas de fotopolimerización, resina compuesta, BULK, A1, OPACA

ABSTRACT

Introduction: Depth of cure plays a significant role in the success of restorations. This depth can vary depending on differences between light sources, the light-curing technique employed, and the specific characteristics of the composite resins. **Objective:** To determine the effect of the light-curing unit type—classified by cost (low, medium, and high)—and the composite resin type on the depth of cure. **Materials and Methods:** This was a quantitative laboratory study using an in vitro experimental analytical design. The sample consisted of 90 specimens distributed across nine experimental groups, utilizing three types of light-curing units and three types of composite resins. Depth of cure was determined using the scraping method established in ISO standard 4049, and data were processed using IBM SPSS Statistics version 29. **Results:** No significant difference was found between the 3M Elipar and Woodpecker O-Star units when used with the bulk-fill resin; these combinations yielded the greatest depths of cure. Conversely, the lowest depth of cure was observed with the combination of the lowest-cost unit and the opaque resin. **Conclusion:** The opaque resin exhibited the greatest variation in depth of cure depending on the light-curing unit used. The A1 Body resin also showed differences in the depth achieved. In contrast, the bulk-fill resin showed no significant differences in depth of cure associated with the type of light-curing unit employed.

PKeywords: Depth of cure, light-curing units, composite resin, bulk-fill, A1, opaque

INTRODUCCIÓN

La profundidad de polimerización es el espesor de resina compuesta que puede transformarse de monómero a polímero mediante la acción de una fuente de luz bajo determinadas condiciones de fotocurado¹. Además, tiene un papel muy importante para lograr el éxito en las restauraciones. Cuando la polimerización no se realiza de manera correcta, las propiedades y la calidad del material restaurador pueden verse afectadas².

La efectividad de la fotopolimerización depende de las características de la fuente de luz que se utiliza³. Entre los factores que influyen se encuentran en la irradiancia, la densidad de energía que emiten las lámparas, la uniformidad del haz de luz y también en el tiempo de exposición⁴.

En el mercado se encuentra disponible una amplia variedad de unidades de fotocurado, con características técnicas y precios muy dispares: Soares *et al*⁵. evaluaron 12 lámparas disponibles en el mercado brasileño y encontraron que no existía una relación directa entre el costo y la irradiancia de la punta. Aun así, las lámparas de mayor costo tuvieron una potencia radiante y un diámetro de punta mayor que las de

menor costo. En la misma línea, un estudio realizado por Ochoa Salinas, observó que algunas lámparas de bajo costo presentaron niveles altos de irradiancia, aun así, sus resultados no fueron los mayores valores de profundidad de fotopolimerización⁶. Dado que en la práctica privada el precio suele ser un criterio determinante al momento de adquirir el equipo, resulta pertinente establecer si esa inversión se traduce efectivamente en un mejor desempeño del fotocurado.

La profundidad alcanzada no depende únicamente de la lámpara utilizada, sino también de las condiciones del procedimiento como de las características de la resina. Entre estos factores, la distancia entre la lámpara y la resina puede modificar la cantidad de luz que recibe el material. Evaluar esta profundidad permite conocer hasta qué punto el material puede alcanzar una polimerización adecuada⁷. En esta línea, las resinas bulk-fill fueron diseñadas con una translucidez más alta, justamente para poder aplicarse en incrementos más gruesos, mientras que en los tonos opacos ocurre lo contrario: la luz penetra con más dificultad. Ahora bien, cuando se revisa la literatura sobre el rendimiento de las lámparas de fotocurado, los resultados no son

consistentes. Esto se debe a varios factores: la variedad de materiales que se han puesto a prueba, las distintas condiciones de fotoactivación utilizadas y la técnica empleada. De hecho, cuando se usa el método de raspado propuesto por la norma ISO 4049, los valores que se obtienen suelen ser más altos que los que arrojan otras técnicas⁸⁻⁹. A ello se suma que no se han identificado estudios que comparan simultáneamente unidades de fotocurado estratificadas según su rango de costo frente a resinas compuestas de distinta translucidez, bajo condiciones experimentales estandarizadas y con un diseño que permita evaluar la interacción entre ambos factores.

El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto del tipo de lámpara de fotocurado, clasificada según su costo en bajo, mediano y alto, y del tipo de resina compuesta sobre la profundidad de polimerización, mediante un estudio *in vitro* realizado conforme al procedimiento establecido en la norma ISO 4049¹⁰. Se planteó como hipótesis nula que ni el tipo de lámpara, ni el tipo de resina compuesta, ni la interacción entre ambos factores producen diferencias en la profundidad de polimerización alcanzada.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación es un estudio de enfoque cuantitativo, tipo de investigación de laboratorio, diseño analítico experimental *in vitro* y método deductivo-inductivo. Se elaboraron 90 especímenes de resina compuesta fotopolimerizable bajo condiciones experimentales estandarizadas en la Universidad Católica Santiago de Guayaquil. Se utilizaron tres lámpara de fotopolimerización: Una de bajo costo (Genérica China), una de mediano costo (O Star, Woodpecker) y una de alto costo (Elipar Deepcure-S, 3M ESPE) con valores de \$75, \$390 y \$792 respectivamente, junto con tres tipos de resinas compuestas: bulk-fill (3M-Solventum, Filtek One Bulk-Fill), convencional opaca (3M- Solventum, Filtek universal) y convencional A1 body (3M- Solventum, Filtek Supreme XTE / Z350 XT).

PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESPECÍMENES

Primero se formaron 9 grupos experimentales, considerando la combinación entre el tipo de lámpara de fotocurado y el tipo de resina compuesta. Cada grupo estuvo

constituido por 10 especímenes, obteniéndose un total de 90 especímenes, los cuáles se distribuyeron:

Grupo 1: lámpara de bajo costo + resina bulk-fill.

Grupo 2: lámpara de bajo costo + resina convencional opaca.

Grupo 3: lámpara de bajo costo + resina convencional A1 body.

Grupo 4: lámpara de mediano costo + resina bulk-fill.

Grupo 5: lámpara de mediano costo + resina convencional opaca.

Grupo 6: lámpara de mediano costo + resina convencional A1 body.

Grupo 7: lámpara de alto costo + resina bulk-fill.

Grupo 8: lámpara de alto costo + resina convencional opaca.

Grupo 9: lámpara de alto costo + resina convencional A1 body.

Luego, se colocó una hoja de papel bond para normalizar la reflexión/absorción de la luz que emite la lámpara de fotopolimerización. Después, se colocó la loseta de vidrio y encima una matriz metálica de acero inoxidable con un molde cilíndrico que disponía de una dimensión de 6mm de altura x 4mm de diámetro.

La resina se insertó dentro del molde en un único incremento con espátula, evitando la incorporación de burbujas de aire. La punta de la lámpara se posicionó sobre la superficie del molde de acero, manteniendo una distancia de 0 mm con la resina. Posteriormente, se realizó la fotopolimerización con un tiempo de exposición de 20 segundos. Las lámparas tuvieron una radiación de 560 mW/cm² la de bajo costo, 1083 la de mediano costo y 1336 la de alto costo.

Este procedimiento se realizó con cada uno de los grupos experimentales establecidos. Una vez finalizada la fotopolimerización, los especímenes fueron retirados cuidadosamente de los moldes y de inmediato, se eliminó con una espátula plástica mediante raspado el material de resina que no presentó polimerización adecuada. Posteriormente, se midió con un calibrador digital la longitud del material polimerizado remanente. La evaluación de la profundidad de polimerización se realizó siguiendo el procedimiento establecido en la norma ISO 4049.

Los valores obtenidos mediante la medición del material polimerizado fue

dividido entre dos, ya que la norma establece ese factor como

margen de seguridad para aproximar el espesor con conversión adecuada obteniéndose así el valor correspondiente a la profundidad de polimerización en milímetros, el cual

fue registrado para cada espécimen y posteriormente organizado de acuerdo con el grupo experimental correspondiente para ser promediados y comparados posteriormente entre los diferentes grupos experimentales para obtener los resultados finales, siendo evaluados mediante un diseño factorial (3×3)

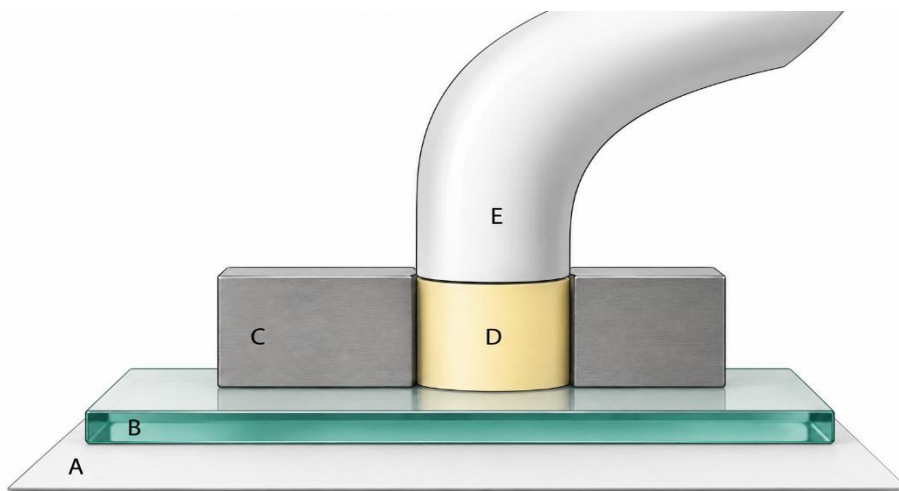


Figura 1. Esquema de ejemplificación de la elaboración de los especímenes de prueba. a. hoja de papel blanco; b. Loseta de vidrio; c. matriz metálica de acero inoxidable en formato cilíndrico de 6mm de altura y 4mm de diámetro; d. cuerpo de resina; e. lampara de fotocurado.

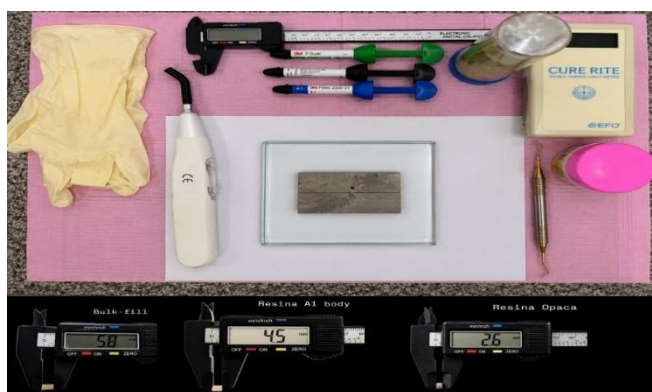


Figura 2. Materiales y especímenes utilizados para la evaluación de la profundidad de polimerización con lámpara Genérica China de bajo costo y resinas Bulk. Fill, A1 body y Resina Opaca



Figura 3. Materiales y especímenes utilizados para la evaluación de la profundidad de polimerización con lámpara Woodpecker O star de mediano costo y resinas Bulk. Fill, A1 body y Resina Opaca.



Figura 4. Materiales y especímenes utilizados para la evaluación de la profundidad de polimerización con lámpara 3M ESPE Elipar de alto costo y resinas Bulk. Fill, A1 body y Resina Opaca.

PROCESAMIENTO DE DATOS

Los datos fueron procesados mediante IBM SPSS Statistics versión 29. Para cada una de las nueve condiciones experimentales se calcularon estadísticos descriptivos mediante media, desviación estándar, coeficiente de variación e intervalo de confianza del 95%, complementados con representaciones gráficas de la distribución y de las estimaciones puntuales.

La influencia del tipo de lámpara y del tipo de resina sobre la profundidad de polimerización se evaluó mediante un modelo factorial de dos factores (3×3), incluyendo los efectos principales de lámpara y resina y su interacción. La normalidad se examinó mediante la prueba de Shapiro-Wilk y gráficos Q-Q de los residuos, mientras que la homogeneidad de las varianzas se evaluó mediante la prueba de Levene.

Ante la presencia de una interacción estadísticamente significativa, se analizaron los efectos simples en ambos sentidos tipo de lámpara dentro de cada resina y tipo de resina dentro de cada lámpara mediante comparaciones por pares con ajuste de Bonferroni. Se estimaron tamaños del efecto mediante eta cuadrado parcial (η^2) y se adoptó un nivel de significación de $\alpha=0,05$.

RESULTADOS

La muestra estuvo conformada por 90 especímenes, distribuidos en nueve condiciones experimentales resultantes de la combinación de tres tipos de lámpara de fotocurado y tres tipos de resina, con 10 réplicas por combinación. Como se observa en la Tabla 1, los resultados descriptivos muestran que las combinaciones experimentales difirieron no solo en la profundidad de polimerización alcanzada, sino también en la dispersión relativa observada entre sus réplicas.

Resina BULK: presentó las mayores profundidades y, simultáneamente, la menor variabilidad relativa en los tres tipos de lámpara, con coeficientes de variación inferiores al 1,5%, lo que evidencia una elevada homogeneidad de las mediciones dentro de estas condiciones experimentales (Tabla 1).

Resina A1: mostró un incremento progresivo de la profundidad al pasar de la lámpara de bajo a la de alto costo, acompañado de una reducción de la variabilidad relativa con esta última (Tabla 1).

Resina OPACA: evidenció las menores profundidades y los mayores coeficientes de variación en las tres condiciones de fotocurado, aunque estos se mantuvieron por debajo del 8% (Tabla 1).

Tabla 1 Profundidad de polimerización según tipo de lámpara de fotocurado y tipo de resina

Tipo de lámpara	Tipo de resina	n	Media $\pm$ DE (mm)	Coefficiente de variación	IC95% para la media
Bajo	BULK	10	2,93 $\pm$ 0,041	1,40%	(2,91-2,96)
	A1	10	2,19 $\pm$ 0,109	4,97%	(2,12-2,27)
	OPACA	10	1,31 $\pm$ 0,084	6,44%	(1,25-1,37)
Medio	BULK	10	2,96 $\pm$ 0,034	1,14%	(2,94-2,98)
	A1	10	2,55 $\pm$ 0,130	5,09%	(2,46-2,65)
	OPACA	10	1,38 $\pm$ 0,097	7,03%	(1,32-1,45)
Alto	BULK	10	2,96 $\pm$ 0,041	1,39%	(2,94-2,99)
	A1	10	2,81 $\pm$ 0,058	2,06%	(2,77-2,86)
	OPACA	10	1,57 $\pm$ 0,082	5,24%	(1,51-1,63)

Nota: DE: desviación estándar; IC95%: intervalo de confianza del 95%. La profundidad de polimerización se expresa en milímetros y corresponde al valor obtenido mediante el procedimiento establecido en ISO 4049.

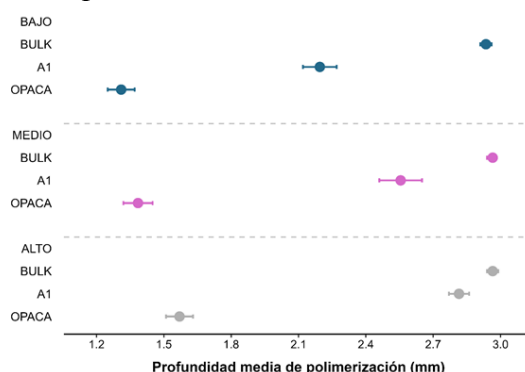
La Figura 5 muestra las diferencias en la profundidad media de polimerización entre las nueve condiciones experimentales, junto con sus intervalos de confianza del 95%. Se observa un comportamiento diferencial según el tipo de resina.

En BULK, las medias permanecieron prácticamente constantes entre las tres lámparas, con intervalos estrechos y ampliamente coincidentes. En A1 se evidenció un incremento progresivo de la

profundidad de polimerización desde la lámpara de bajo costo hasta la de alto costo, acompañado de una clara separación de los intervalos de confianza (Figura 5).

En OPACA también se observó una mayor profundidad con la lámpara de alto costo, mientras que las condiciones de bajo y mediano costo presentaron resultados más próximos entre sí. De manera general, BULK alcanzó las mayores profundidades en las tres condiciones de fotocurado, seguida de A1 y, finalmente, OPACA (Figura 5).

Figura 5 Profundidad media de polimerización e intervalos de confianza del 95% según el tipo de lámpara y resina



Nota: Los puntos representan la profundidad media de polimerización y las barras horizontales sus intervalos de confianza del 95%. Bajo, medio y alto corresponden a los tipos de lámpara de fotocurado según su categoría de costo.

Los resultados de la Tabla 2 mostraron que la profundidad de polimerización estuvo significativamente influenciada tanto por el tipo de lámpara como por el tipo de resina; además, se identificó una interacción

significativa entre ambos factores, lo que indica que el efecto del tipo de lámpara sobre la profundidad de polimerización varió según la resina utilizada.

Tabla 2 Efecto del tipo de lámpara sobre la profundidad de polimerización según el tipo de resina

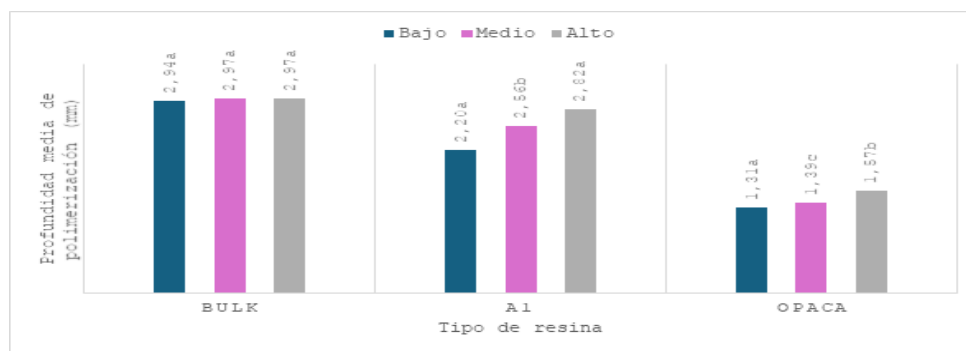
Origen del efecto	Estadístico de prueba F	gl	P-valor	η^2
Tipo de lámpara	103,386	2; 81	<0,001	0,719
Tipo de resina	2807,767	2; 81	<0,001	0,986
Lámpara $\times$ Resina	34,544	4; 81	<0,001	0,63

Nota.gl: grados de libertad. η^2 : eta parcial al cuadrado. Modelo lineal general univariado factorial 3×3 . $R^2=0,987$; R^2 ajustada=0,985. Nivel de significación: $\alpha=0,05$

Debido a la interacción significativa entre el tipo de lámpara y el tipo de resina (Lámpara $\times$ Resina; $p<0,001$), se analizaron los efectos simples del tipo de lámpara dentro de cada tipo de resina, con el propósito de determinar cómo varió la profundidad de polimerización entre las distintas condiciones de fotocurado para un mismo material. No se encontraron diferencias significativas entre las lámparas para la resina BULK ($F(2,81)=0,449$; $p=0,640$; $\eta^2=0,011$). En cambio, el efecto del tipo de lámpara fue significativo tanto para la resina A1 ($F(2,81)=145,198$; $p<0,001$; $\eta^2=0,782$) como para la resina OPACA ($F(2,81)=26,825$; $p<0,001$; $\eta^2=0,398$).

Las comparaciones por pares *a posteriori* con ajuste de Bonferroni, representadas en la Figura 6, permitieron identificar específicamente entre qué tipos de lámpara se encontraban estas diferencias. Para BULK, ninguna de las lámparas difirió significativamente entre sí ($p>0,05$); para A1, se observaron diferencias significativas entre los tres tipos de lámpara ($p<0,001$ en todas las comparaciones); mientras que para OPACA, las lámparas de bajo y mediano costo no presentaron diferencias significativas ($p=0,130$), pero ambas difirieron significativamente de la lámpara de alto costo ($p<0,001$).

Figura 6 Profundidad media de polimerización según el tipo de lámpara dentro de cada resina

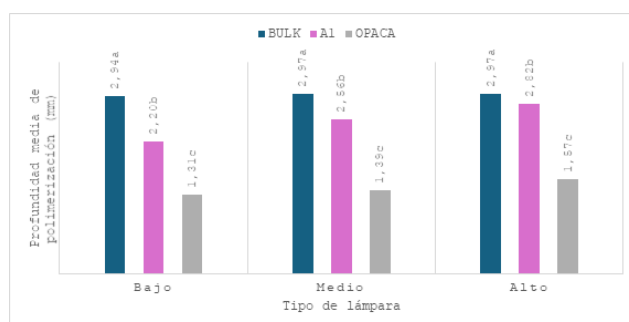


Nota: Las barras representan las medias marginales estimadas de la profundidad de polimerización. Las letras corresponden a las comparaciones por pares entre los tipos de lámpara realizadas dentro de cada tipo de resina, con ajuste de Bonferroni. Dentro de cada resina, letras iguales indican ausencia de diferencias estadísticamente significativas y letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

Debido a la interacción significativa entre el tipo de lámpara y el tipo de resina (Lámpara $\times$ Resina; $p < 0,001$), se analizaron los efectos simples del tipo de resina dentro de cada tipo de lámpara, con el propósito de determinar cómo varió la profundidad de polimerización entre los distintos materiales bajo una misma condición de fotocurado. Se encontraron diferencias significativas entre las resinas tanto con la lámpara de bajo costo ($F(2,81)=991,485$; $p < 0,001$; $\eta^2=0,961$), como con las de mediano costo ($F(2,81)=1006,951$; $p < 0,001$; $\eta^2=0,961$) y alto costo ($F(2,81)=878,417$; $p < 0,001$; $\eta^2=0,956$).

Las comparaciones por pares *a posteriori* con ajuste de Bonferroni, representadas en la Figura 7, permitieron identificar específicamente entre qué resinas se encontraban estas diferencias. En los tres tipos de lámpara, BULK, A1 y OPACA difirieron significativamente entre sí ($p < 0,001$ en todas las comparaciones), manteniéndose el mismo patrón de mayor a menor profundidad de polimerización según el tipo de resina: BULK > A1 > OPACA

Figura 7 Profundidad media de polimerización según el tipo de resina dentro de cada tipo de lámpara



Nota. Las barras representan las medias marginales estimadas de la profundidad de polimerización. Las letras corresponden a las comparaciones por pares entre los tipos de resina realizadas dentro de cada tipo de lámpara, con ajuste de Bonferroni. Dentro de cada lámpara, letras iguales indican ausencia de diferencias estadísticamente significativas y letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

Conclusiones del análisis: Los resultados demuestran que el desempeño de las lámparas depende del material restaurador evaluado y que un mayor costo de la lámpara no se traduce necesariamente en una mayor profundidad de polimerización para todas las resinas. BULK mostró mejor comportamiento que A1 y OPACA.

Mayor profundidad de polimerización: la

combinación resina BULK + lámpara de mediano o alto costo, ambas con una media de 2,965 mm, presentó la mayor profundidad de polimerización. Ambas combinaciones fueron equivalentes entre sí.

Menor profundidad de polimerización: la combinación resina OPACA + lámpara de bajo costo presentó la menor profundidad de polimerización, con una media de 1,310

Tabla de comparaciones múltiples con Bonferroni tipo de resina

Tipo de resina	Comparación de lámparas	Diferencia de medias (mm)	p-valor
BULK	Bajo vs. Medio	-0,030	1,000
	Bajo vs. Alto	-0,030	1,000
	Medio vs. Alto	0	1,000
A1	Bajo vs. Medio	-0,360	<0,001
	Bajo vs. Alto	-0,620	<0,001
	Medio vs. Alto	-0,260	<0,001
OPACA	Bajo vs. Medio	-0,075	0,13
	Bajo vs. Alto	-0,260	<0,001
	Medio vs. Alto	-0,185	<0,001

Tabla de comparaciones múltiples con Bonferroni tipo de lámpara

Tipo de lámpara	Comparación de resinas	Diferencia de medias (mm)	p
Bajo	BULK vs. A1	0,74	<0,001
	BULK vs. OPACA	1,625	<0,001
	A1 vs. OPACA	0,885	<0,001
Medio	BULK vs. A1	0,41	<0,001
	BULK vs. OPACA	1,58	<0,001
	A1 vs. OPACA	1,17	<0,001
Alto	BULK vs. A1	0,15	<0,001
	BULK vs. OPACA	1,395	<0,001

Supuestos del modelo:

La evaluación de los supuestos del modelo no evidenció desviaciones de la normalidad de los residuos y de la homogeneidad de las varianzas mediante

las pruebas formales correspondientes. Considerando además la estructura completamente balanceada del diseño experimental (n=10 por combinación), se mantuvo el análisis factorial, interpretando sus resultados conjuntamente con los diagnósticos del modelo.

Tabla de verificación del supuesto de los residuos estandarizados

Variable evaluada	Prueba	p-valor
Residuos de la profundidad de polimerización	Shapiro-Wilk	0,11
	Levene	0,103

Discusión

El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto del tipo de lámpara de fotocurado y del tipo de resina compuesta sobre la profundidad de polimerización. Los resultados demostraron que ambos factores influyeron significativamente sobre la profundidad alcanzada; sin embargo, el hallazgo más relevante fue la existencia de una interacción significativa entre el tipo de

lámpara y el tipo de resina ($p < 0,001$), lo que indica que el efecto de la unidad de fotocurado varió según el material evaluado. Este resultado coincide con Shimokawa *et al.*¹¹ y Lima *et al.*⁸ quienes observaron que el comportamiento de polimerización puede modificarse según la unidad de fotocurado empleada y las características del composite, la irradiancia y el tiempo de exposición. Tsai *et al.*¹², compararon cinco unidades de fotocurado mediante ISO 4049 encontraron diferencias significativas en la profundidad según la fuente utilizada, aunque la respuesta también varió de

acuerdo con el tono del composite. También, Módena *et al.*¹³ demostraron que el potencial de polimerización en profundidad de diferentes composites bulk-

fill puede variar según la unidad empleada. Las resinas de mayor translucidez requieren menos energía para polimerizar en profundidad; con la unidad de bajo costo ya se alcanza el umbral, y aumentar la irradiancia no aporta más (por eso BULK no difiere entre lámparas). En cambio, los materiales de menor transmisión lumínica no alcanzan ese umbral con la unidad más débil y responden proporcionalmente a la energía adicional (por eso A1 aumenta de 2,19 a 2,81 mm)

Asimismo, Bravo *et al.*¹⁴. Al comparar una unidad halógena con una LED mediante el procedimiento establecido por ISO 4049, también encontraron diferencias significativas en la profundidad de curado, con valores de 2,23 mm y 2,32 mm, respectivamente, a favor de la unidad LED. Este resultado coincide parcialmente con lo observado en el presente estudio, al demostrar que la unidad de fotocurado puede modificar la profundidad alcanzada; sin embargo, nuestros hallazgos muestran que este efecto no se presentó de manera uniforme, sino que estuvo condicionado por el tipo de resina evaluada

En la determinación de la influencia de la translucidez de las resinas compuestas sobre la profundidad de polimerización, se observó un comportamiento claramente diferenciado entre los materiales, siendo OPACA la resina que presentó

consistentemente las menores profundidades bajo las tres condiciones de fotocurado. De acuerdo con Malhotra *et al*¹⁵. Este resultado es compatible con una menor transmisión de la luz a través de materiales de mayor opacidad, lo que podría limitar la cantidad de energía que alcanza las regiones más profundas del composite. Por ende, los resultados permiten establecer únicamente que la resina OPACA presentó menor profundidad de polimerización.

Este comportamiento coincide con lo reportado por Okuse *et al*.¹⁶ Compararon directamente composites Body A3 y Opaque A3 bajo las mismas condiciones de fotocurado y encontraron una profundidad significativamente menor en el tono opaco; además, observaron un incremento de la profundidad al aumentar la intensidad de salida de las unidades evaluadas. Lo que aporta sustento a una posible explicación óptica de los resultados, dado que una mayor opacidad

puede limitar la propagación de la radiación hacia las regiones profundas del material. Hyun *et al*¹⁷. demostraron que la transmisión de luz durante la polimerización estuvo condicionada por el tono, la opacidad y el espesor del material, observando un comportamiento óptico más favorable en composites de mayor translucidez.

En cuanto a la comparación de la profundidad de polimerización entre la resina bulk-fill y la resina convencional A1 Body, los resultados mostraron un patrón consistente a favor de BULK, que alcanzó mayor profundidad independientemente de la lámpara utilizada. Además de presentar mayores valores, BULK mostró menor variabilidad entre las réplicas, mientras que A1 evidenció una respuesta más dependiente de la unidad de fotocurado. Este comportamiento resulta coherente con las diferencias existentes en la formulación y propiedades ópticas de los materiales diseñados para colocación en incrementos de mayor espesor; sin embargo, la ventaja observada debe interpretarse específicamente en términos de profundidad de polimerización y no como evidencia de superioridad clínica global de BULK frente a A1 y OPACA.

Los resultados obtenidos son consistentes con la literatura que describe una mayor capacidad de polimerización en profundidad de determinados composites bulk-fill. Yap *et al*.¹⁸ evaluaron diferentes materiales de esta categoría y obtuvieron mediante ISO 4049 profundidades entre 2,54 y 3,66 mm, aunque los valores disminuyeron a 1,5–3,0 mm cuando la profundidad se determinó mediante microdureza, demostrando además que el comportamiento varía entre productos y

según el método de evaluación. Por su parte, Zorzin *et al.*¹⁹ encontraron que los composites bulk-fill podían alcanzar propiedades de polimerización adecuadas a mayores profundidades, aunque identificaron diferencias entre materiales y una respuesta favorable al incremento del tiempo de exposición. Estos hallazgos concuerdan con el mejor comportamiento observado para BULK frente a A1 Body en el presente estudio, pero también indican que esta capacidad no debe generalizarse a todos los composites bulk-fill, ya que depende de la formulación específica del material y de las condiciones de fotocurado.

Relacionado con las combinaciones que proporcionaron la mayor y la menor profundidad de polimerización, la mayor profundidad correspondió a BULK asociada con las lámparas de mediano y alto costo, mientras que la combinación OPACA con la lámpara de bajo costo presentó la menor profundidad. Estos extremos reflejan nuevamente la

interacción entre el material y la unidad de fotocurado: el cambio entre las lámparas evaluadas no produjo una ventaja adicional para BULK, mientras que A1 y OPACA mostraron mayor sensibilidad a la unidad utilizada. En consecuencia, los resultados no permiten establecer que una lámpara de mayor costo produzca necesariamente una

mayor profundidad, ya que su efecto dependió del material.

Tsuzuki *et al.*⁹ encontraron diferencias en el grado de conversión de una misma resina al utilizar cinco unidades de fotocurado, observando además una respuesta favorable a una mayor dosis de energía y a una emisión espectral próxima al máximo de absorción de la canforquinona. Estos hallazgos respaldan que la eficacia del fotocurado en profundidad no depende exclusivamente del material o de la fuente de manera aislada, sino de las condiciones de interacción entre ambos.

El patrón BULK > A1 > OPACA, reproducido con las tres lámparas en nuestra investigación, confirma además la marcada influencia del material sobre la profundidad alcanzada. Sin embargo, estos resultados deben interpretarse considerando que la profundidad fue determinada mediante el procedimiento establecido por ISO 4049, por lo que los valores obtenidos no representan necesariamente la extensión en la que el material alcanza un grado de polimerización clínicamente adecuado. Esta consideración coincide con Flury *et al.*²⁰ quienes obtuvieron profundidades de 1,76 a 6,49 mm mediante ISO 4049, mientras que mediante perfiles de microdureza los mismos materiales alcanzaron valores de 0,2 a 4,0 mm,

concluyendo que el procedimiento ISO sobreestimaba la profundidad en comparación con el criterio basado en dureza Vickers

Limitantes del estudio

La profundidad de polimerización fue determinada exclusivamente mediante el procedimiento establecido por ISO 4049. Si bien este método permitió comparar de manera estandarizada las nueve condiciones experimentales e identificar las combinaciones que alcanzaron mayores y menores profundidades, no se incorporaron métodos complementarios, como perfiles de microdureza o determinación del grado de conversión. Por tanto, los valores obtenidos deben interpretarse como profundidad de polimerización determinada mediante ISO 4049 y no como evidencia suficiente, por sí sola, de una polimerización clínicamente adecuada en toda la extensión registrada

CONCLUSIÓN

Los resultados de este estudio *in vitro*, nos muestra que el tipo de lámpara para fotopolimerizar que ocupemos no se tiene que basar en el precio, ya que mostraron que el tipo de lámpara fotocurado, independientemente de su valor puede influir en la profundidad de polimerización de las resinas compuestas. Sin embargo,

este efecto no fue igual en todos los materiales, ya que también depende del tipo de resina que sea seleccionada.

La resina BULK presentó los valores con mayor profundidad de polimerización con las tres lámparas utilizadas y no mostró diferencias significativas entre ellas. En cambio, la resina A1 presentó un aumento progresivo de la profundidad al utilizar lámparas de mayor costo. En la resina OPACA, la lámpara de alto costo obtuvo mejores resultados que las de bajo y mediano costo.

La combinación que obtuvo el valor más alto fue la resina BULK con las lámparas de mediano y alto costo, con 2,965 mm, mientras que la que obtuvo un menor valor fue la OPACA con la lámpara de bajo costo, con 1,31 mm.

En la resina OPACA el valor más alto de profundidad de polimerización fue de 1,57 mm, lo que puede relacionarse con la menor transmisión de luz. Por lo cual, resulta recomendable que al ser utilizadas, el operador debe considerar la capacidad de profundidad de polimerización para obtener un éxito clínico.

Por lo tanto, los resultados indican que una lámpara de mayor costo no necesariamente proporciona una mayor profundidad de polimerización en todas las resinas. El desempeño depende de la relación entre la

lámpara utilizada y las características del material restaurador.

REFERENCIAS

1. Anand Yokesh CA, Hemalatha P, Muthalagu M, Robert Justin M. Comparative evaluation of depth of cure and degree of conversion of two bulk fill flowable composites. *J Clin Diagn Res.* 2017 Aug;11(8):ZC86–ZC89. doi: 10.7860/JCDR/2017/28004.10444.
2. Camargo EJ, Moreschi E, Baseggio W, Cury JA, Pascotto RC. Profundidad de curado de composite mediante cuatro técnicas de polimerización. *J Appl Oral Sci.* 2009;17(5):446-450. doi:10.1590/S1678-77572009000500018.
3. Hasanain FA, Nassar HM. Utilization of light cure units: A narrative review. *Polymers (Basel).* 2021;13(10):1596. doi:10.3390/polym13101596.
4. Moradas Estrada M, Álvarez López B. Dinámica de polimerización enfocada a reducir o prevenir el estrés de contracción de las resinas compuestas actuales. Revisión bibliográfica. *Av Odontoestomatol.* 2017;33(6).
5. Soares CJ, Braga SSL, Price RB. Relationship between the cost of 12 light-curing units and their radiant power, emission spectrum, radiant exitance, and beam profile. *Oper Dent.* 2021;46(3):283-292. doi:10.2341/19-274-L.
6. Ochoa Salinas MA. *Profundidad de polimerización de lámparas utilizadas en la clínica de odontología UCSG, estudio in vitro* [trabajo de titulación]. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil; 2023
7. Watts DC. Light-cured dental composite resins: how they work and how you can make them work. *Front Dent Med.* 2023;4:1108316. doi:10.3389/fdmed.2023.1108316.
8. Lima RBW, Troconis CCM, Moreno MBP, Murillo-Gómez F, De Goes MF. Depth of cure of bulk fill resin composites: A systematic review. *J Esthet Restor Dent.* 2018 Nov;30(6):492-501. doi: 10.1111/jerd.12394. Epub 2018 Oct 29. PMID: 30375146
9. Tsuzuki FM, de Castro-Hoshino LV, Lopes LC, Sato F, Baesso ML, Terada RS. Evaluation of the influence of light-curing units on the degree of conversion in depth of a bulk-fill resin. *J Clin Exp Dent.* 2020 Dec 1;12(12):e1117-e1123. doi: 10.4317/jced.57288. PMID: 33282131; PMCID: PMC7700784
10. Villavicencio Caparó E. Eficacia in vitro de la lámpara de luz LED de alta potencia con y sin espátula de Fotoplus de TDV en la profundidad de polimerizado de bloques de resina en la consulta privada Arequipa 2017 [tesis]. Arequipa: Universidad Católica de Santa María; 2018

11. Shimokawa CAK, Turbino ML, Giannini M, Braga RR, Price RB. Effect of light curing units on the polymerization of bulk fill resin-based composites. *Dent Mater*. 2018 Aug;34(8):1211-1221. doi: 10.1016/j.dental.2018.05.002. Epub 2018 May 22. PMID: 29801683
12. Tsai PC, Meyers IA, Walsh LJ. Depth of cure and surface microhardness of composite resin cured with blue LED curing lights. *Dent Mater*. 2004 May;20(4):364-9. doi: 10.1016/S0109-5641(03)00130-1. PMID: 15019451.
13. Modena RA, Sinhoreti MAC, Palin W, Cavalcante LM, Schneider LF. Light and viscosity effects on the curing potential of bulk-fill composites placed in deep cavities. *Odontology*. 2021 Oct;109(4):874-883. doi: 10.1007/s10266-021-00614-3. Epub 2021 May 23. PMID: 34023954.
14. Guerrero-Bravo, Ana & Chumi-Terán, Raúl. Comparación *in vitro* de la profundidad de curado de una resina nano-híbrida fotoactivada con luz halógena versus luz LED. *Revista Nacional de Odontología*. 2017. 14. 10.16925/od.v13i26.2042.
15. Malhotra S, Kaur R, Saroa PK, Kaur K, Sandhu KK, Thukral V. Effect of curing distance for cure depth in composite resin. *Bioinformation*. 2023;19(13):1353-1358. Published 2023 Dec 31. doi:10.6026/973206300191353
16. Okuse T, Nakamura K, Komatsu S, Miyashita-Kobayashi A, Haruyama A, Yamamoto A, Kameyama A. Depth of Cure of Resin-Based Composites Irradiated With Three Types of Light-Curing Units at Different Output Intensities. *Cureus*. 2024 Oct 19;16(10):e71825. doi: 10.7759/cureus.71825. PMID: 39559652; PMCID: PMC11570874
17. Hyun HK, Christoferson CK, Pfeifer CS, Felix C, Ferracane JL. Effect of shade, opacity and layer thickness on light transmission through a nano-hybrid dental composite during curing. *J Esthet Restor Dent*. 2017 Sep;29(5):362-367. doi: 10.1111/jerd.12311. Epub 2017 Jun 19. PMID: 28628735
18. Yap AU, Pandya M, Toh WS. Depth of cure of contemporary bulk-fill resin-based composites. *Dent Mater J*. 2016;35(3):503-10. doi: 10.4012/dmj.2015-402. PMID: 27252008.
19. Zorzin J, Maier E, Harre S, Fey T, Belli R, Lohbauer U, Petschelt A, Taschner M. Bulk-fill resin composites: polymerization properties and extended light curing. *Dent Mater*. 2015 Mar;31(3):293-301. doi: 10.1016/j.dental.2014.12.010. Epub 2015 Jan 9. PMID: 25582061

20. Flury S, Hayoz S, Peutzfeldt A, Hüsler J, Lussi A. Depth of cure of resin composites: is the ISO 4049 method suitable for bulk fill materials? *Dent Mater.* 2012 May;28(5):521-8. doi: 10.1016/j.dental.2012.02.002. Epub 2012 Mar 3. PMID: 22391146.



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Encarnación Orozco, Pamela Julissa**, con C.C: **#0750925166** autora del trabajo de titulación: **Tipo de lámpara de fotocurado y la profundidad de polimerización de resinas: Estudio in vitro**, previo a la obtención del título de **Odontóloga** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 31 de agosto de 2026

f. _____

Nombre: Encarnación Orozco, Pamela Julissa

C.C: 0750925166



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Tipo de lámpara de fotocurado y la profundidad de polimerización de resinas: Estudio in vitro.		
AUTOR(ES)	Encarnación Orozco, Pamela Julissa		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Peña Arosemena, Leticia María del Carmen		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Ciencias de la Salud		
CARRERA:	Odontología		
TÍTULO OBTENIDO:	Odontóloga		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	31 de agosto de 2026	No. DE PÁGINAS:	19
ÁREAS TEMÁTICAS:	Fotopolimerización, Restauradora, Resinas compuestas, Lámparas de fotocurado, Materiales Dentales.		
PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:	Profundidad de Polimerización, Lámparas de fotopolimerización, resina compuesta, Bulk, A1, Opaca		
RESUMEN/ABSTRACT			
Introducción: La profundidad de polimerización tiene un papel importante para lograr éxito en las restauraciones. La profundidad de polimerización puede variar por la diferencia que existen entre las fuentes de luz, la técnica correcta del fotocurado y las características propias de las resinas compuestas. Objetivo: Determinar el efecto del tipo de lámpara de fotopolimerización, clasificada según su costo bajo, mediano y alto, y del tipo de resina compuesta sobre la profundidad de polimerización. Materiales y Métodos: Estudio de enfoque cuantitativo, tipo de investigación de laboratorio, diseño analítico experimental <i>in vitro</i>. La muestra estuvo conformada por 90 especímenes, distribuidos en nueve grupos experimentales, utilizando tres tipos de lámparas y tres tipo de resinas compuestas. La profundidad de polimerización se determinó mediante el método de raspado establecido en la norma ISO 4049 y los datos fueron procesados mediante IBM SPSS Statistics versión 29. Resultados: No se encontró diferencia significativa entre las lámparas 3M Elipar y la Woodpecker O Star con la resina BULK obteniendo las mayores profundidades de polimerización, por el contrario la menor profundidad de polimerización se dio entre la lámpara de menor costo y la resina OPACA. Conclusión: La resina opaca presentó la mayor variación en la profundidad de polimerización en función de la unidad de fotocurado utilizada. La resina A1 Body también mostró diferencias en la profundidad alcanzada. Por el contrario, la resina Bulk no presentó diferencias relevantes en la profundidad de polimerización asociadas al tipo de lámpara empleada.			
ADJUNTO PDF:	☒ SI	☐ NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593 980660823	E-mail: julissaencarnacion25@outlook.es	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Ocampo Poma, Estefanía del Rocío		
	Teléfono: +593 99 675 7081		
	E-mail: estefania.ocampo@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			