



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

---



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

INFLUENCIA DE LA POTENCIA DE LA LÁMPARA EN  
UNA PROFUNDIDAD DE CURADO DE DOS TESINAS  
CON DIFERENTE FOTOINICIADOR.

**TESINA**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**CIRUJANA DENTISTA**

P R E S E N T A:

ABIGAIL DEL ROCIO JURADO MENDOZA

TUTOR: Esp. JAIME ALBERTO GONZÁLEZ OREA.

MÉXICO, D.F.

2013



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## AGRADECIMIENTOS

A DIOS:

Que me ha permitido vivir y me acompaña en todo momento.

A MIS PADRES:

Por tanto amor, paciencia y apoyo durante toda mi existencia, Por enseñarme el valor de la familia, a ti papá que siempre me has llenado de amor, que me has enseñado a tener fe ante cualquier situación. A ti mamá que siempre has estado de pie sin importar hora, por enseñarme a luchar ante cualquier situación.

A MIS HERMANOS:

Por darle la diversión a mi vida. Bere por esos consejos, pláticas y regaños con amor, por enseñarme a ver la vida en la realidad. Alex por tu manera tan noble de enseñarme a vivir, por tenerme la paciencia para explicarme las cosas. A ti Ilse por tanta paciencia ante los malos ratos. A César porque me has enseñado que sin importar distancia siempre estamos cerca, gracias por tu apoyo incondicional. Todos ustedes me han enseñado que nunca es tan difícil ni tan tarde para ser mejor, Gracias por tanto!

A LOS DOCTORES:

Jaime, Jorge, Barrón y Palma, por compartir sus conocimientos, por sus enseñanzas y por la paciencia que me tuvieron a lo largo de este proyecto.

A JULY:

Por enseñarme lo que no nos dicen en la escuela, por las horas de trabajo llenas de risas y enseñanzas. Por tanto apoyo en todo momento y ante cualquier situación. Gracias por haberme dado la oportunidad.

A JAZZU :

Por acompañarme a lo largo de este viaje, con obstáculos, diversiones con enojos y regaños, Pero con una amistad bien bonita. Gracias por siempre estar conmigo con tanta paciencia. ¡De aquí para adelante!

A MIS AMIGAS:

¡Más social que servicio! Iris, Cin, Luz gracias por todo su apoyo y sus enseñanzas, por tantas risas y lágrimas gracias por ser lo que jamás imagine. A Danny por tanta amistad y apoyo en cualquier momento, por creer en mí, ¡Gracias!

## INDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	6
II. MARCO TEÓRICO.....	7
CAPITULO 1. ANTECEDENTES.....	7
CAPITULO 2. POLIMERIZACIÓN.....	10
2.1. Fase de la polimerización.....	10
CAPITULO 3. RESINAS COMPUESTAS.....	12
3.1. Composición de las resinas.....	12
3.2. Iniciadores y Activadores.....	13
CAPITULO 4. ACTIVACION POR LUZ.....	14
CAPITULO 5. PROFUNDIDAD DE CURADO NORMA ISO.....	16
CAPITULO 6. FUENTES DE LUZ PARA POLIMERIZACIÓN.....	17
6.1 Polimerización con luz halógena.....	18
6.2 Polimerización con luz L.E.D.....	19
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	22
IV. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	23
V. OBJETIVO.....	24

VI. HIPÓTESIS.....	25
VII. TIPO DE ESTUDIO .....	26
VIII. VARIABLES.....	27
IX.MATERIAL Y METODOLOGÍA.....	28
X. UNIVERSO DE TRABAJO.....	31
XI. MÉTODO.....	32
XII. GRUPOS EXPERIMENTALES.....	33
XIII. RESULTADOS.....	37
XIV. DISCUSIONES.....	40
XV. CONCLUSIONES.....	41
XVI. BIBLIOGRAFÍA.....	42



## I. INTRODUCCIÓN

Desde el desarrollo de resinas compuestas polimerizables mediante sistemas de activación lumínicos, la industria no ha dejado de desarrollar nuevos materiales y nuevas lámparas de polimerización, con el fin de mejorar el grado de conversión de las resinas compuestas y a la vez mejorar la contracción volumétrica que sufre la resina en este proceso; para la fotopolimerización de las resinas compuestas contamos en la actualidad con diferentes fuentes de luz siendo las más populares las de luz halógena y luz L.E.D; estos sistemas lumínicos son capaces de realizar la polimerización de las resinas compuestas en menor tiempo clínico, con menor generación de calor y mayor grado de conversión.

Sin embargo las clásicas lámparas de polimerización de luz Halógenas han ido evolucionando, pero aun así la alta energía genera calor y es necesaria la utilización de potentes ventiladores, con lo cual el tamaño de las lámparas es mayor, por lo que poco a poco se han desarrollado otros sistemas lumínicos basados en otro tipo de energía que no genera este calor como es el sistema de Diodos Emisores de Luz (L.E.D), esta nueva tecnología ha permitido el desarrollo de lámparas de polimerización más pequeñas

Sin embargo las intensidades lumínicas de estas dos tipos de lámparas difieren una de la otra, por lo que es importante que el odontólogo conozca las características de la resina compuesta que va a utilizar, puesto que puede encontrarse con una falta de polimerización de la misma.

Al ser los fotoiniciadores, el tipo de luz, la intensidad de luz, y la longitud de onda factores que inciden en la profundidad de curado de la resina compuesta; este estudio busca determinar diferencias en la profundidad de curado de resinas compuestas con diferente fotoiniciador entre ambas fuentes lumínica





## I. MARCO TEÓRICO

### 2. ANTECEDENTES

Desde mediados de los ochentas y hasta mitad de los noventas, la principal fuente de iluminación fue la lámpara de luz Halógena, teniendo como principal objetivo la activación de los fotoiniciadores de la resina.

Buscando mejorar las propiedades de las resinas compuestas, se introducen en 1937 nuevas lámparas de fotopolimerización con luz emitida por diodos (L.E.D)

En el 2003 el Doctor Ramírez realizó un estudio para medir la profundidad de curado de una resina experimental con un fotoiniciador a base de canforoquinona, polimerizando la resina con una lámpara de luz Halógena durante 40 segundos.

Se obtuvieron los valores de la profundidad de curado midiendo la parte polimerizada con un micrómetro, dando como resultado una profundidad de curado mayor de 2.96mm cumpliendo así con los valores que indica la norma.

David Lafuente realizó un estudio en el 2005 para evaluar el grado de polimerización de una resina compuesta, utilizando dos tipos de lámparas, luz Halógena y L.E.D. Los resultados mostraron que la lámpara de luz Halógena obtuvo un grado de polimerización mayor cuando el fotoiniciador de la resina es canforoquinona.

En este mismo año, Ana Portela realizó un estudio comparativo de profundidad de curado con dos lámparas distintas, una de luz halógena y otra de luz L.E.D, utilizando resinas compuestas con fotoiniciadores de canforoquinona, dando como resultado valores mayores a los 3 mm de la profundidad de curado con ambas lámparas.

En este mismo año la Dra. Veranes realizó un estudio donde se valoró la profundidad de curado utilizando dos resinas, una resina experimental y una



resina comercial, ambas con fotoiniciador de canforoquinona. Las dos resinas se fotopolimerizaron con una lámpara de luz Halógena y los resultados mostraron una profundidad de curado de 2.98 mm en la resina comercial y 2.06 mm en la resina experimental.

En 2006 Arroyo Bote hizo un estudio para valorar la profundidad de polimerización de una resina, utilizando diferentes tipos de lámparas ( L.E.D y Halógena), durante 10 y 20 segundos cada una. Los resultados del estudio mostraron que con las 2 lámparas se ha obtenido una polimerización superior a 4mm de profundidad de curado, siendo más significativa con la lámpara L.E.D al aumentar el tiempo de fotocurado.

Durante el 2007 Thaís Thome realizó un estudio valorando la relación entre la distancia de la lámpara, la sombra y el tamaño de la partícula; probando dos tipos de resinas compuestas, las cuales fueron fotopolimerizadas con una lámpara de luz Halógena a 3 diferentes distancias: de 0 mm, 6 mm y 12 mm de la superficie de la resina. Los resultados no mostraron diferencias significativas, sin embargo, se observó una mayor profundidad de curado en los colores claros.

En el 2008 el Dr. José Fadul realizó un estudio comparativo para determinar la profundidad de curado de dos resinas con diferente fotoiniciador (canforoquinona y fenilpropanodiona) fotopolimerizadas con lámparas de L.E.D. dando como resultado una mayor profundidad de curado en la resina con canforoquinona respecto a la de fenilpropanodiona.

El Dr. Flaviane Reno realizó en el 2010 un estudio comparativo de la profundidad de curado de dos resinas utilizando una lámpara de luz L.E.D y una lámpara de luz halógena fotopolimerizando durante 40 segundos cada resina; dando como resultado que la luz halógena produjo mayor valor de profundidad de curado que la luz L.E.D; sin embargo ambas cumplieron la norma.



Dos años después (2012) Mair Losef realizó un estudio para determinar la profundidad de polimerización de resina compuesta polimerizando con una lámpara L.E.D y una lámpara Luz Halógena. El estudio mostro que la lámpara de luz L.E.D dio un valor de profundidad de curado de 2.01mm en comparación con la lámpara de luz de halógeno el cual arrojó un valor de 2.15mm.

En el este año el doctor Veranes realizó un análisis comparativo estudiando las propiedades de dos resinas compuestas, una experimental y otra comercial, utilizando luz halógena y otra de luz L.E.D. ; dando como resultado que con la luz L.E.D alcanzo una profundidad de curado de 2.37mm y con la luz Halógena 2.59mm, mientras que en la resina comercial se observaron mejores valores con la lámpara de luz Halógena con la que se obtuvo un valor de 2.61mm

En el 2012 Rouhollahi evaluó la profundidad de curado de dos resinas que fueron polimerizadas con lámpara de L.E.D., los resultados mostraron una profundidad de curado aceptable teniendo mayores valores las resinas Quixfil y Photocore con una profundidad de curado de 5mm y la resina z250 con 3mm de profundidad.



## CAPITULO 2.

### POLIMERIZACIÓN

Se denomina polimerización al proceso químico por el que los monómeros de la matriz de resina del composite (compuestos de bajo peso molecular) se agrupan químicamente entre sí dando lugar a la molécula de gran peso, llamada polímero que es una cadena lineal una macromolécula tridimensional.

#### FASE DE LA REACCION DE POLIMERIZACION

En la reacción de polimerización de los Composites. fotoactivados podemos hablar de dos fases: una fase lumínica que es la que se produce durante el periodo en que la lámpara de polimerización está encendida y de una fase oscura es la que se produce tras el apagado de la lámpara y que transcurre en las primeras 24 horas tras el comienzo de la reacción en la fase lumínica la reacción de polimerización se distinguen varias fases.

#### FASE DE ACTIVACIÓN:

La energía necesaria para poner en marcha la reacción de polimerización no es otra que la energía fotónica procedente de fuentes de luz, esta energía es la encargada de activar al foto iniciador incorporado en el material, sustancia sensible a una determinada longitud de onda, en el caso de la canforoquinona, el foto iniciador más común los grupos de cetona de su molécula se activan por luz en el rango de los azules con un pico de máxima absorción a 468 nm de longitud de onda. Se han utilizado diferentes tipos de fuentes lumínicas para la fotoactivación de los Composites.

#### FASE DE INICIACIÓN O DE INDUCCIÓN:

En ella el iniciador activado previamente por luz, genera radicales libres.



---

## FASE DE PROPAGACIÓN:

En esta fase dos radicales libres se combinan con los monómeros convirtiéndolos a su vez en especies reactivas capaces de unirse a otros monómeros se conectan entre sí a través de enlaces covalente es formando moléculas de cadena más largas denominada polímeros Aunque teóricamente la reacción en cadena prosigue hasta que todo el monómero se transforman polímero en realidad la polimerización nunca es completa ya que hay otros procesos que compiten con la reacción de propagación y que con llevan a la fase de terminación.

## FASE DE TERMINACIÓN:

Se puede producir por el acoplamiento de dos cadenas en crecimiento para formar una cadena terminal por saturación de radicales libres con átomos de hidrógeno liberados de alguna de las cadenas información puede ocurrir que la cadena en crecimiento reaccioné con impurezas o bien incluso con alguna molécula del iniciador convirtiéndose en no reactiva Grado de conversión periodo de conversión es el porcentaje de monómero que se integran las cadenas de polímero las cualidades físicas las propiedades mecánicas las biológicas y las ópticas y en definitiva el comportamiento clínico del material dependen muy directamente del grado de conversión.

Lo ideal sería que durante la polimerización todos los monómero se integrarán en el polímero sin embargo el grado de conversión de las resinas de uso habitual en la ontología es relativamente bajo todos los polímeros de metacrilato tienen una considerable saturación residual en el producto final con un rango de grado de conversión que varía entre un 55-75% para condiciones de irradiación convencional.



## CAPITULO 3.

### RESINAS COMPUESTAS

Las resinas compuestas propiamente tales, son un grupo de biomateriales Odontológicos que permite devolver, además de la estructura dentaria perdida, la estética, dada su capacidad de aceptar pigmentos en su composición. Surgen en 1962 cuando el Dr. Bowen sustituye el componente orgánico, anteriormente PMMA por un bisfenol A glicidil metacrilato (bis-GMA), una resina bifuncional, y un agente de enlace de silano orgánico que mediaba la unión entre las partículas de relleno y las moléculas de bis-GMA

#### 3.1. COMPOSICIÓN DE LAS RESINAS COMPUESTAS:

Las Resinas Compuestas se encuentran formadas entonces por tres componentes principales; la matriz orgánica, una fase dispersa inorgánica y un agente de enlace, además de una serie de otros elementos como pigmentos, opacificadores, inhibidores de polimerización, un iniciador y un activador del proceso de polimerización

#### MODIFICADORES ÓPTICOS:

Los pigmentos y modificadores ópticos corresponden normalmente a óxidos metálicos que son agregados en pequeñas cantidades y ajustados para asemejar los tejidos de esmalte o dentina.

Todos los modificadores ópticos afectan la transmisión de la luz, por lo que se debe considerar que los tonos más oscuros y opacos de resinas de fotocurado requerirán de mayor tiempo de exposición o de capas más delgadas para lograr una completa polimerización.



## INHIBIDORES:

Los inhibidores se encuentran presentes en todas las resinas compuestas y como su nombre lo dice, inhiben la polimerización accidental de la resina compuesta. Esto es debido a que un inhibidor corresponde a una molécula de alta afinidad por los radicales libres y es capaz de reaccionar con ellos antes que estos inicien la reacción de polimerización. Uno de los inhibidores más utilizados es el Hidroxitolueno butilado (BTH) presente en una cantidad de alrededor del 0,01% en peso. La capacidad de inhibición esta en directa relación a la cantidad de inhibidor, puesto que al agotarse, comienza la reacción de polimerización.

## 3.2. INICIADORES Y ACTIVADORES:

Las resinas compuestas polimerizan por un mecanismo de adición iniciado por radicales libres y los iniciadores y activadores determinan la forma en que se inicia la reacción de polimerización. La reacción en cadena comienza al ser estimulado el iniciador ya sea por una reacción química o por efecto de un estímulo físico.



## CAPITULO 4.

### ACTIVACIÓN POR LUZ:

La activación por luz corresponde al mecanismo de activación más extendido en la actualidad. Este tipo de resinas se comercializa en un solo tubo y no requiere mezcla por lo que se encuentra exento de las complicaciones asociadas a las resinas activadas químicamente. Inicialmente se desarrollaron resinas que eran activadas mediante luz UV, los que iniciaban la liberación de radicales libres. Sin embargo este sistema fue remplazado por la activación por luz visible dado que las longitudes de onda en el rango ultra violeta revestían un peligro para los operadores, y comprendía además, la posibilidad de modificar la flora bacteriana por la exposición a este tipo de radiación. Además la polimerización por luz visible permitió obtener una mayor profundidad de polimerización.

Actualmente para su activación con luz visible, el sistema de iniciación corresponde a un foto-sensibilizador, normalmente canforoquinona (CQ), que en su estado excitado, interactúa con una amina alifática como iniciador en presencia de luz. La canforoquinona absorbe luz con longitudes de onda entre los 400 y 500 nm.

La canforoquinona es de un color amarillo brillante y las resinas que presentan canforoquinona como foto-iniciador tienden a tener un tinte amarillento residual una vez polimerizadas. Para contrarrestar este efecto los fabricantes comenzaron a utilizar otros iniciadores. Estos eran capaces de romperse directamente para la liberación de radicales libres. Algunos de estos químicos fueron conocidos como Igracure 819 y Lucerin® los que tenían una pequeña parte de su espectro de activación dentro del rango de la luz visible de onda corta.





---

La polimerización comienza al alcanzar una cantidad crítica de radicales libres. Esto requiere que una cantidad determinada de fotones sean absorbidos por el sistema de iniciación, lo que está en directa relación a la longitud de onda, intensidad y duración de la exposición. Hay diferencias sustanciales en los rangos de longitud de onda e intensidad entre los distintos tipos y marcas de unidades de polimerización. Como mencionamos, múltiples fuentes de luz se emplean actualmente para la activación de este tipo de resinas, siendo las más utilizadas la luz halógena de cuarzo-tungsteno (QTH) y luz emitida por diodos L.E.D.



---

## CAPITULO 5.

### PROFUNDIDAD DE CURADO; NORMA ISO 4049.

La norma internacional emitida por la Organización internacional de estandarización (ISO) que indica los requerimientos mínimos y las formas de prueba estándar de para los materiales compuestos dentales es la norma ISO4049. En esta son evaluadas varias de las características de estos materiales incluyendo la profundidad de curado para los materiales de foto polimerización. La profundidad de curado determina que tan grueso puede ser un cuerpo de resina foto polimerizable manteniendo al mismo tiempo un nivel de conversión de monómero aceptable (>50%) 1,57. Para determinarlo, según la norma ISO la resina a probar se coloca en un molde de acero y se foto polimeriza. Se retira entonces el material sin polimerizar con una espátula plástica y se mide el grosor obtenido con un micrómetro con una sensibilidad de 0,01mm. La profundidad de polimerización corresponde a la mitad de este valor. El estándar ISO corresponde a 1,5 mm aunque las resinas compuestas obtienen generalmente valores mayores a 2 mm. Los valores obtenidos por este método se correlacionan con otras metodologías como la medición de la dureza Vickers en la parte superior e inferior de la muestras de distintos grosores. Se considera que el material ha curado completamente cuando la diferencia entre ambas mediciones es inferior al 80%.



## CAPITULO 6.

### FUENTES DE LUZ PARA FOTOPOLIMERIZACIÓN.

El proceso de fotopolimerización resulta primordial para la utilización de gran parte del material utilizado en odontología. En este sistema, la fuente lumínica juega un papel primordial para lograr la polimerización completa del material.

Tanto las resinas como los cementos dentales de fotocurado y activación dual presentan en su mayoría a la CQ como elemento fotoiniciador. Esta absorbe energía a un espectro de luz visible entre 400 y 500nm. En este sentido la fuente de luz debe emitir en una longitud de onda compatible con la de la canforoquinona y en una intensidad adecuada a fin de polimerizar eficientemente el material.

Las distintas fuentes lumínicas varían tanto en el espectro de longitud de onda como en la intensidad de la luz emitida. Y esto incide directamente sobre las propiedades mecánicas de las resinas y la profundidad de la polimerización lograda.

Existen además para evaluar la intensidad de la luz emitida por los distintos sistemas distintos métodos, siendo el más popular el uso de radiómetros de mano; es posible utilizarlos para evaluar el desempeño de una misma unidad a través del tiempo o para comparar dos unidades.

### CLASIFICACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS PARA FOTOCURADO.

A lo largo de la historia se han desarrollado diversas tecnologías de emisión de luz para la polimerización de resinas compuestas. Estas tecnologías han ido evolucionando en el tiempo y con el paso de los años muchas de ellas han quedado obsoletas.



---

## 6.1.POLIMERIZACIÓN CON LUZ HALÓGENA CONVENCIONAL.

El 24 de Febrero de 1976 el Dr. Mohammed Bassoiuny de la Escuela Dental Turner, Manchester colocó la primera resina dental polimerizada por luz visible en la boca de un colega. Nuevamente esta tecnología fue adaptada de la industria. Específicamente utilizada para la polimerización de capas delgadas de resinas para la imprenta, recubrimiento de metales y plásticos y pinturas. La optimización del sistema de iniciación utilizando canforquinona y una amina alifática como co-iniciador fue clave para el éxito de este sistema que continua siendo el más utilizado hasta el día de hoy. La unidad consistía en una fuente halógena de cuarzo-tungsteno un cristal para la absorción de calor y un filtro lumínico que permitía el paso de luz entre 400 y 550 nm. Este sistema permitió la polimerización de incrementos de hasta 2mm en tiempos de 40 a 60 segundos y la minimización del riesgo de cataratas y alteraciones de la micro flora oral. Sin embargo las frecuencias de luz emitida todavía se encontraban dentro del rango capaz de causar daño ocular directo como quemaduras de retina por lo que le recomendaba a los usuarios emplear filtros entre sus ojos y la luz. Los llamados bloqueadores de azul permiten visualizar el campo en la medida en que permiten el paso de longitudes de onda mayores mientras impiden el paso de las ondas más cortas del espectro previniendo el daño ocular. La tecnología halógena de cuarzo-tungsteno ha sufrido varios cambios a lo largo del tiempo. La potencia fue aumentada de 35 W hasta 100 W para unidades de mano y hasta 340 W para las unidades de mesa. La intensidad de luz obtenida varió de 400 a 500 mW/cm<sup>2</sup> a un extremo de 3000 mW/cm.



---

## 6.2. FOTOPOLIMERIZACIÓN CON LUZ L.E.D.

La tecnología LED se basa en la diferencia entre dos sustratos semiconductores diferentes para determinar la longitud de onda de la luz emitida.

Son mucho más eficientes que las fuentes para fotocurado previamente desarrolladas, más ligeras y pueden ser fácilmente alimentados por baterías permitiendo su portabilidad.

### L.E.D. DE PRIMERA GENERACIÓN

Las lámparas de primera generación fueron introducidas en el año 2000. En general, el diseño constaba de una lámpara compuesta por múltiples unidades individuales que funcionaban al unísono, cada chip entregaba 30-60mW ubicados de tal forma que en conjunto lograban la potencia suficiente para activar la canforoquinona.

Existían diseños desde 7 a 64 unidades pero aun así, la radiación producida no era equiparable a la de las lámparas halógenas a pesar de que la gran mayoría de la radiación producida por LED se encontraba dentro del rango de longitud de onda para la activación de la canforoquinona.

### L.E.D. DE SEGUNDA GENERACIÓN.

Gracias a avances realizados el año 2000 fue posible introducir múltiples diodos en un solo chip. Los fabricantes comenzaron a desarrollar nuevos chips de 1W (140)mW de salida en las luces de foto-curado. Estos eran elaborados para emitir un la longitud de onda específica para la canforoquinona siendo denominados como LEDs dentales azules. Posteriormente, apareció un nuevo chip de 5W con 600mW de salida lo que



entregaba una luminiscencia 10-20 veces mayor a los chips de primera generación. Sin embargo las longitudes de onda emitidas tanto por estas lámparas como por las de primera generación se encontraban fuera del espectro para la activación de foto iniciadores alternativos

La tecnología de las baterías también mejoró, se comenzaron a utilizar las de níquel- hidruro metálico (Ni-MH). El problema principal para esta generación derivaba del aumento de la potencia concentrada en un área relativamente pequeña lo que ocasionaba un aumento de temperatura en los chips. Esto fue controlado por medio de un termostato incorporado a la lámpara además de la incorporación de disipadores metálicos. Incluso se ha visto el retorno de la refrigeración con ventiladores.

Recientemente han sido desarrollados nuevos LEDs aun más potentes de 10W y 15W capaces de entregar 4.2W y 5.6W de potencia radiante respectivamente. Con el dramático aumento en la potencia de salida de las lámparas LED estas han sido capaces de sobrepasar a las demás fuentes luminosas acortando los tiempos de exposición

## LED DE TERCERA GENERACIÓN.

Las lámparas de tercera generación buscaron terminar con la limitación de sus predecesoras en la activación de foto iniciadores alternativos. Para esto las primeras unidades constaban de un chip de 5W rodeado de 4 L.E.Ds violetas de baja potencia (alrededor de los 400 nm). Estas unidades se encuentran normalmente alimentadas por baterías de NiMH o Li-ion y son capaces de activar cualquier tipo de resina gracias a su amplio rango de longitud de onda.

Las lámparas de nueva generación vienen en forma de pistola similar a las de cuarzo-tungsteno con una punta o bien un haz de fibra óptica, o bien en una forma similar a un lápiz con el chip en su porción distal.



---

En la actualidad, las unidades de foto polimerización más populares corresponden a la luz halógena y a las unidades LED. Estas últimas, a partir del desarrollo de LEDs de segunda generación pasaron a competir directamente con las lámparas halógenas convencionales que en la actualidad se encuentran en retirada ya que la tendencia apunta a elegir tecnologías más eficientes.



---

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Uno de los factores que pueden afectar la polimerización de las resinas compuestas son el tipo de fotoiniciadores como la canforoquinona y Trimetil Benzoil difenil del oxido de Fosfina (TPO).

Actualmente existen una gran variedad de lámparas para fotopolimerizar, cada una de ellas cuenta con distintas intensidades y fuentes lumínicas lo cual podría mostrar cambios significativos dependiendo el tipo de fotoiniciador de cada resina.

Hoy en día, la evolución de las resinas compuestas ha modificado los fotoiniciadores con la finalidad de obtener un grado de conversión mayor, por lo que es importante que el odontólogo este consciente de las diferentes intensidades y fuentes lumínicas así como del tipo de fotoiniciador de las resinas compuestas para su utilización en conjunto para obtener un resultado óptimo.

Por lo anterior nos planteamos la siguiente pregunta de investigación.

### PREGUNTA DE INVESTIGACION

¿Con la baja potencia ( $400\text{mW}/\text{cm}^2$ ) de una lámpara de luz halógena obtendremos una resina con mayor grado de conversión?





---

## JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Se realizara este estudio para dar a conocer si una lámpara de halógeno en alta ( $750\text{mW}/\text{cm}^2$ ) y baja ( $400\text{mW}/\text{cm}^2$ ) potencia se obtendrá un grado de conversión alto.

La profundidad de curado a menudo se considera un factor primordial para el éxito clínico de restauraciones de resina compuesta, ya que afecta directamente a las propiedades físicas de los materiales. Asimismo el tipo de luz, la intensidad de la luz, la longitud de onda y el tiempo de exposición son variables críticas para el logro del la polimerización de resinas compuestas, ya que la longitud de onda entre cada tipo de fotoiniciador no va a ser el mismo; el fotoiniciador a base de canforoquinona el se va a activar entre los 400 y 500 nm); mientras que el fotoiniciador a base de trimetil Benzoil difenil de oxido de fosfina (TPO) se activar entre un rango de 350 y 430 nm.



---

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

Determinar la profundidad de curado de dos resinas con diferente fotoicador (canforoquinona y Trimetril Benzoil difenil del oxido de Fosfina) polimerizados con dos distintas fuentes lumínicas.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Valorar la profundidad de curado de la resina de 3M con una lámpara de halógeno de alta potencia ( $750\text{mW}/\text{cm}^2$ ) y baja potencia ( $400\text{mW}/\text{cm}^2$ ).

Valorar la profundidad de curado de la resina de 3M con una lámpara de luz L.E.D. de alta potencia ( $1200\text{mW}/\text{cm}^2$ ) y de baja potencia ( $650\text{mW}/\text{cm}^2$ ).

Valorar la profundidad de curado de la resina de IVOCLAR con una lámpara de halógeno de alta potencia ( $750\text{mW}/\text{cm}^2$ ) y baja potencia ( $400\text{mW}/\text{cm}^2$ ).

Valorar la profundidad de curado de la resina de IVOCLAR con una lámpara de luz L.E.D. de alta potencia ( $1200\text{mW}/\text{cm}^2$ ) y de baja potencia ( $650\text{mW}/\text{cm}^2$ ).

Comparar los valores de una lámpara de luz halógena con una lámpara de luz L.E.D.



---

## HIPÓTESIS

### HIPÓTESIS VERDADERA:

Las resinas de 3M e Ivoclar al polimerizarse tendrán mayor profundidad de curado cuando se polimerizan con lámparas de luz halógena de alta intensidad ( $750\text{mW}/\text{cm}^2$ ) y baja intensidad ( $400\text{mW}/\text{cm}^2$ ).

### HIPÓTESIS NULA:

Las resinas de 3M e IVOCLAR al polimerizar NO tendrán mayor profundidad de curado con la lámpara de luz halógena de alta intensidad ( $750\text{mW}/\text{cm}^2$ ) y baja intensidad ( $400\text{mW}/\text{cm}^2$ ).



---

## TIPO DE ESTUDIO Y CRITERIOS

### TIPO DE ESTUDIO:

Estudio transversal

### CRITERIOS DE INCLUSIÓN:

Muestras de resina Evoceram de 4x6mm (Trimetril Benzoil difenil del oxido de Fosfina).

Muestras de resinas de 3M de 4x6mm (canforoquinona).

### CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Todas aquellas resinas que no cumplan con los criterios de inclusión.



---

## VARIABLES

### VARIABLE INDEPENDIENTE

Intensidad de las lámparas de Luz Led y luz Halógena y fotoiniciadores de las resinas (Trimetil Benzoil difenil del oxido de Fosfina) y (Canforoquinona).

### VARIABLE DEPENDIENTE

Profundidad de curado de resinas compuestas.

## MATERIAL Y METODOLOGÍA

### COMPOSITE

\*Z-350 XT , Color A2 (3M) Imagen No. 1



Imagen No.1 Resina compuesta Z-350 color A2 (3M)

Contiene resinas BIS\_GMA, UDMA, TEGDMA, PEGDMA Y BIS\_EMA.

Los rellenos son una combinación de relleno de sílice de 20 nm no aglomerado/ no agregado, relleno de circona de 4 a 11 nm no aglomerado/no agregado y relleno de sílice circona agregado compuesto de partículas de sílice de 20nm y de zirconia de 4 a 11 nm.

Polimerización:

Este producto está diseñado para polimerizarse con la exposición a una luz L.E.D. o una luz halógena con una intensidad mínima de 400 mW/cm<sup>2</sup> en el rango de 400-500nm.

Mantener la punta de la guía de la luz tan cerca de la restauración como sea posible durante el proceso de fotocurado.

Tiempo de polimerización

Colores: cuerpo, esmalte y translucido 20 seg. ,dentina A6B y B6B 40 seg.

## COMPOSITE

### \*Tetric EvoCeram color A2 (Ivoclar Vivadent) Imagen No. 2



Imagen No.2 Resina compuesta Tetric EvoCeram color A2 (Ivoclar Vivadent)

Es un composite de última tecnología , fotopolimerizable , nano-hibrido y radiopaco para tratamiento de restauraciones.

Polimeriza en una gama de longitud de onda de 400-500 nm (luz azul).

La matriz de monómero está compuesta de dimetacrilatos (17-18% en peso). El relleno contiene vidrio de bario, trifluoruro de iterbio, óxidos mezclados y prepolimeros (82-83% en peso). Además contiene aditivos , catalizadores, estabilizadores y pigmentos (<1.0% en peso).

El contenido total de relleno inorgánicos para los colores Bleach es de 79-80% en peso, para todos los demás colores es de 75-76% en peso . El tamaño de las partículas de relleno inorgánico está entre 40nm y 3.000nm , con un tamaño principal de partícula de 550nm.



---

## EQUIPO

Vernier digital (Mitutoyo)

Lámpara halógena Astralis 7 (Ivoclar Vivadent)

Lámpara luz Led Bluephase (Ivoclar Vivadent)

## MATERIAL

Moldes de acero inoxidable con perforación de 4x6mm de altura

Cinta mylar

Aceite de silicón

Lentes de protección

Portaobjetos

## INSTRUMENTOS

Espátula para resinas (Hu friedy #W3)

Condensador de resina (Hu friedy #A6)





## UNIVERSO DE TRABAJO

Como lo indica el cuadro se elaboraron 8 grupos con 10 muestras cada uno.

<b>ASTRALIS</b>		<b>BLUEPHASE</b>	
<b>BAJA</b> <b>400mW/cm2</b>	<b>ALTA</b> <b>750mW/cm2</b>	<b>BAJA</b> <b>650mW/cm2</b>	<b>ALTA</b> <b>1200mW/cm2</b>
<b>10 3M</b>	10 3M	10 3M	10 3M
<b>10 IVOCLAR</b>	10 IVOCLAR	10 IVOCLAR	10 IVOCLAR
			<b>TOTAL 80</b>

## MÉTODO

Procedimiento para la elaboración de las muestras.

La fase experimental se realizó en el laboratorio de materiales dentales, para este estudio se dividieron las muestras en 8 grupos con 2 distintos tipos de resina Z-350 (3M) y Evoceram (Ivoclar Vivadent) y dos tipos de lámparas una de luz halógena, Astralis (Ivoclar Vivadent). Imagen No.3 y otra de luz L.E.D, Bluephase (Ivoclar Vivadent). Imagen No. 4



Imagen No.3 Lámpara de luz halógena Astralis (Ivoclar Vivadent)



Imagen No.4 Lámpara de luz L.E.D Bluephase (Ivoclar Vivadent)



---

## GRUPOS EXPERIMENTALES

El grupo 1 resina 3M con lámpara Astralis (Ivoclar) con intensidad alta (750mW/cm<sup>2</sup>)

El grupo 2 resina 3M con lámpara Astralis (Ivoclar) con intensidad baja (400mW/cm<sup>2</sup>).

El grupo 3 resina ivoclar con lámpara Astralis (Ivoclar) con intensidad alta (750mW/cm<sup>2</sup>).

El grupo 4 resina ivoclar con lámpara Astralis (Ivoclar) con intensidad baja (400mW/cm<sup>2</sup>).

El grupo 5 resina 3M con lámpara Bluephase (Ivoclar) con intensidad alta (1200mW/cm<sup>2</sup>).

El grupo 6 resina 3M con lámpara Bluephase (Ivoclar) con intensidad baja (650mW/cm<sup>2</sup>).

El grupo 7 resina Ivoclar con lámpara Bluephase (Ivoclar) con intensidad alta (1200mW/cm<sup>2</sup>).

El grupo 8 resina ivoclar con lámpara Bluephase (Ivoclar) con intensidad baja (650mW/cm<sup>2</sup>).

Se inició el experimento colocando aceite de silicón en el orificio del molde de 4x6 mm Imagen No. 5 en un portaobjetos que se colocó por debajo del molde para evitar que se adhiriera la resina.

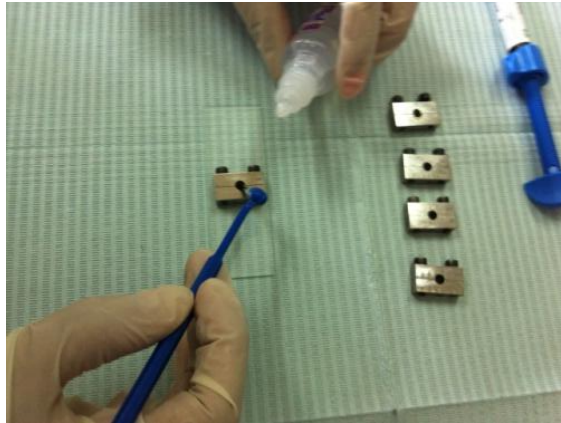


Imagen No. 5 Colocación del aceite de silicon

Se llenó el orificio con la resina compactándola bien con ayuda de la espátula Imagen No. 6

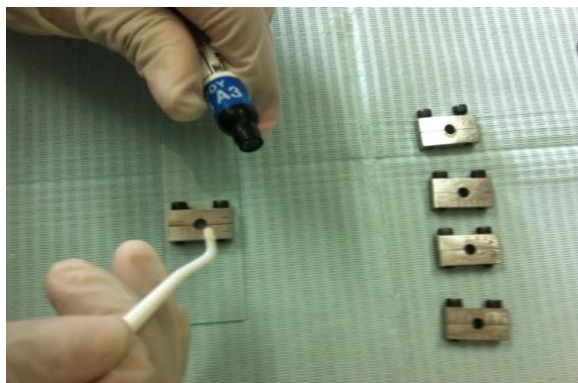


Imagen No. 6 Condensación de la resina con la espátula

Posteriormente se fotopolimerizó la resina por un solo lado como indica el fabricante durante (20 segundos) Imagen No. 7

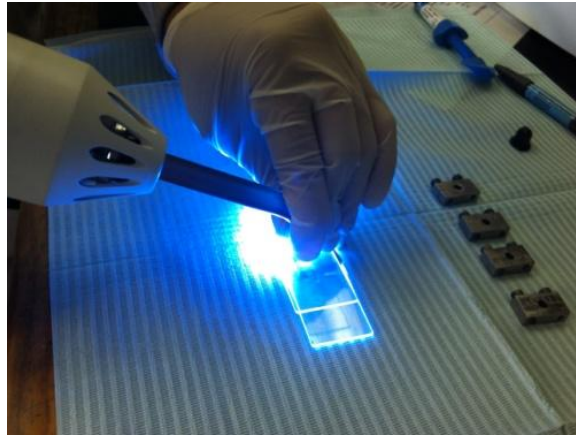


Imagen No. 7 Polimerización de la resina durante 20 segundos.

Ya fotopolimerizado se sacó la resina del molde Imagen No.8 y se eliminó la resina que no había polimerizado dentro del molde. Imagen No.9



Imagen No.8 Sacando resina del molde

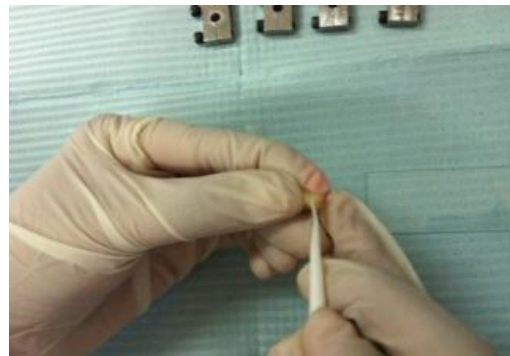


Imagen No.9 Eliminación de la resina que no polimerizó

Una vez obtenida se prosiguió a medir longitudinalmente la parte que si polimerizó este método se realizó en todas las muestras. Imagen no.10

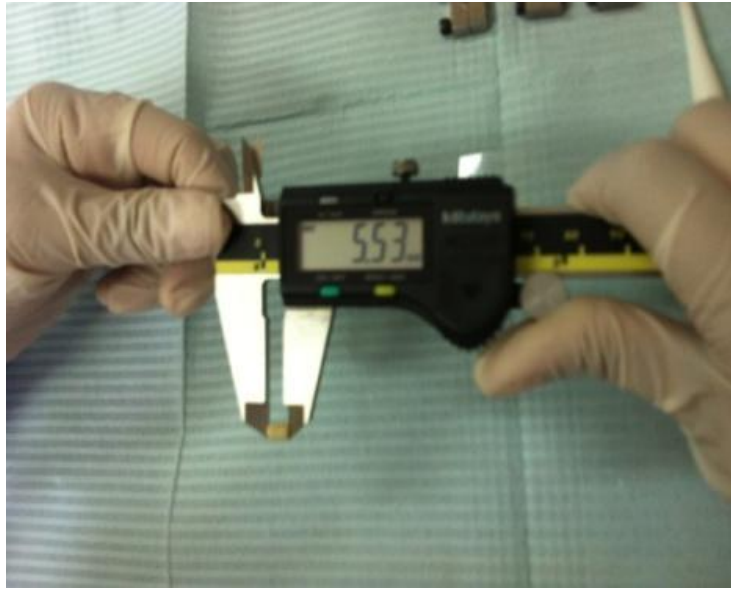


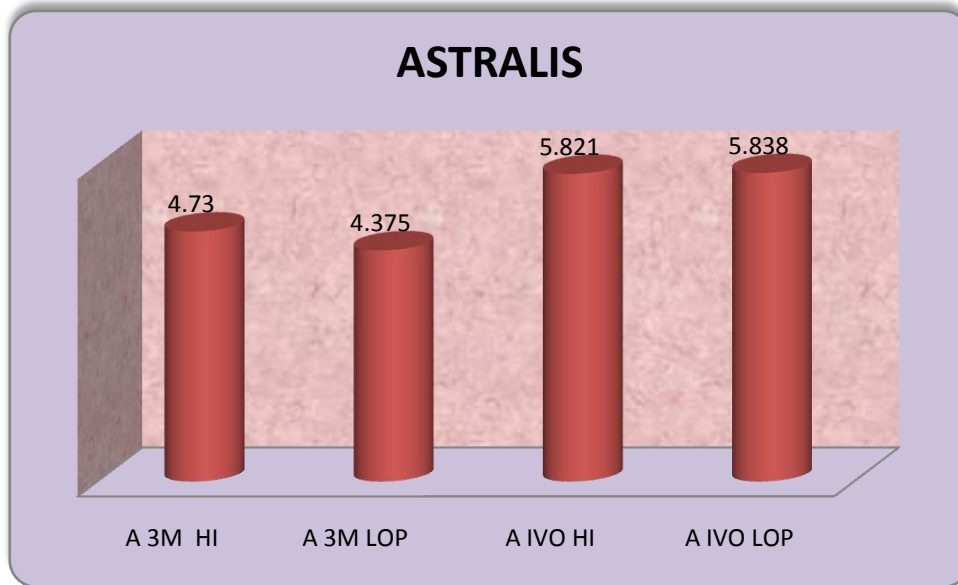
Imagen no. 10 Medición longitudinal de la resina

## RESULTADOS

Los resultados fueron analizados con un análisis de varianza con la prueba de ANOVA con una significancia de ( $P=0.006$ ) y un Post Ho de Tukey.



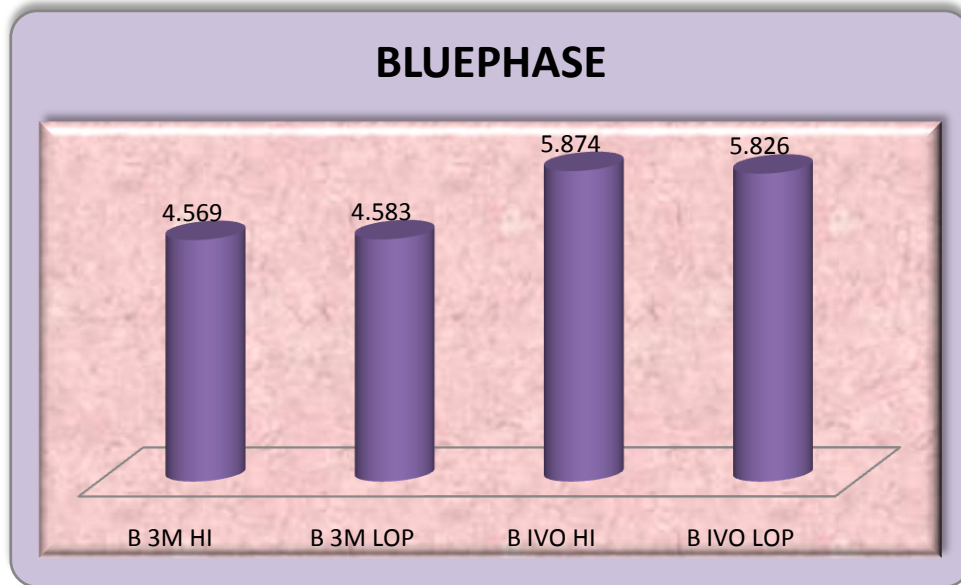
Como se muestra en la gráfica el grupo que presenta mayor profundidad de curado fue la resina Evoceram polimerizada con la lámpara bluephase en alta potencia con un promedio de 5.874mm y una desviación estandar de 0.0672 a una  $p=0.057$



Gráfica con los resultados de la lámpara de luz Hálogena

Los resultados obtenidos con la lámpara de luz Halógena (Astralis) la profundidad de curado fue mayor con la resina EvoCeram (Ivoclar) fotopolimerizada con baja intensidad con un promedio de 5.838mm. con una desviacion estandar de 0.0946, teniendo direrencia significativa con la resina Z350 xt (3M) con un promedio de 4.375 mm.





Gráfica con los resultados de la lámpara de luz L.E.D

Los resultados que se obtuvieron con la lámpara L.E.D. Bluephase la profundidad de curado mas alta fue con la resina EvoCeram (IVOCLAR) con un promedio de 5.874mm polimerizada con alta intensidad; Teniendo diferencia significativa con la resina Z350xt (3M) polimerizada con alta intensidad con un promedio de 4.569mm.



---

## DISCUSIONES:

Nuestro trabajo encontró diferencias entre la lámpara L.E.D y la lámpara de Halógeno, la literatura nos dice que el estándar de las lámparas de polimerización L.E.D reportan alcanzar intensidades de 460 a 470 nm mientras que las lámparas de luz halógena va de los 400 a 500 nm.

De acuerdo con el trabajo de Arroyo Bote en su artículo “Polimerización Obtenida en cilindros de resina compuesta con distintas lámparas de polimerización” que obtuvo resultados de profundidad de polimerización mayores a los 4 mm tanto con la lámpara de luz Halógena y luz L.E.D, podemos decir que nuestro trabajo de investigación: La profundidad de polimerización con ambas lámparas fue mayor a los 4 mm obteniendo los valores más altos con la lámpara de luz L.E.D.



---

## CONCLUSIONES:

Con respecto a los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede concluir que los valores de ambas resinas compuestas son mayores a los que pide la norma, mostrando valores significativos entre un tipo de lámpara y otra, obteniendo un valor mayor de profundidad de curado con la lámpara de luz L.E.D. Sin embargo también podemos concluir, que en cuanto al tipo de fotoiniciador, el TPO de Lucerin fue el que mostró mayores valores con ambas lámparas.

Se recomienda el uso de ambas lámparas para las resinas que contengan como fotoiniciador (Canforoquinona y Trimetril Benzoil difenil del oxido de Fosfina) ya que ambas cumplieron con la norma.



---

## BIBLIOGRAFÍA.

1. Barcelo Santana H, Palma Calderon J.M. Materiales Dentales Conocimientos Basicos . 2ª . Ed. México . Editorial Trillas.
2. Phillips R. W. La ciencia de los materiales dentales de Skinner. 9ª. Ed. McGraw-Hill Interamericana.
3. Normas Internacionales ISO No. 4049, Resinas con materiales de relleno. 1998.
4. Y. Veranes, G. Ramírez. Estudio del aerosil Sipernat D10 como relleno para la preparación de resinas compuestas. Vol. XV, N° 2, 2003.
5. David Lafuente, Rosa Blanco. Efecto del tipo de lámpara de fotocurado en la polimerización de varias resinas . Publicación Científica Facultad de Odontología. N°7. 2005
6. Ana Portela, Mario Vasconcelos. Estudio de profundidad de polimerización de resinas compuestas utilizando dos tipos de lámparas de fotopolimerización. Facultad de Medicina Dentaría. Universidad de Porto. 2005.
7. Hervás-García A, Martínez-Lozano MA. Composite resins. A review of the materials and clinical indications. Med Oral Patol Oral Cir Bucal 2006.
8. Arroyo Bote, Sebastina Martinez. Polimerización obtenida en cilindros de resina compuesta con diferentes lámparas de polimerización . Revista Europea de Odontología. 2006.
9. José Rafael Fadul, Cesar Augusto. Profundidad de curado de resinas con diferentes fotoiniciadores polimerizadas con dos lámparas LED. Universidad Odontológica. Vol. 27. Num. 59. 2008.



---

10. Carlos Carrillo Sánchez, A. Montserrat Monroy Pedraza. Métodos de activación de la fotopolimerización. Vol. LXV, No. 5 Septiembre-Octubre 2009.

11. Flaviane R. Gonzaga Silva , Keico G. Sano Trauth. Estudio comparativo de la microdureza de composites en relación a la profundidad de curado. Vol.48 No. 4. Febrero del (2010)

12. J. M. Cervantes. Analisis comparativo de propiedades físico-químicas de composites Dentales Fotopolimerizados con dos tipos de lámparas. (2012)