

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE ODONTOLOGIA
COORDINACIÓN GENERAL DE PROCESOS DE
GRADUACIÓN



TRABAJO DE GRADUACIÓN
PARA OBTENER EL TÍTULO DE
DOCTOR (A) EN CIRUGÍA DENTAL

“EVALUACIÓN DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL DE
UNA RESINA COMPOSITA FOTOPOLIMERIZADA
POR LÁMPARAS DE LUZ HALÓGENA Y LED´S”

ELABORADO POR:
CLAUDIA PATRICIA MIRANDA TORRES
KAREN ARELY GUEVARA LÓPEZ
JOSÉ RICARDO URRUTIA GARCIA
FRANCIS DAVID BORJAS TOVAR

DOCENTE DIRECTOR:
DR. RENATO GUIDO SOTO.

CIUDAD UNIVERSITARIA, MAYO 2007

AUTORIDADES

DRA. MARIA ISABEL RODRIGUEZ
RECTORA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

ING. AGR. JOAQUIN ORLANDO MACHUCA
VICERECTOR ACADÉMICO

DRA. CARMEN ELIZABETH RODRIGUEZ DE RIVAS
VICERECTORA ADMINISTRATIVA

DR. OSCAR RUBEN COTO DIMAS
DECANO DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

DR. GUILLERMO ALFONSO AGUIRRE ESCOBAR
VICEDECANO DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

DRA. VILMA VICTORIA DE VELASQUEZ
SECRETARIA

DR. JOSÉ BENJAMIN LÓPEZ GUILLEN
DIRECTOR DE EDUCACIÓN ODONTOLÓGICA

JURADO EVALUADOR

DR. JOSÉ FIDEL MARQUEZ AVILES

DRA. LAURA ELENA HIDALGO DE ANDRADE

DR. RENATO GUIDO SOTO

AGRADECIMIENTOS

- Al Dr. Renato Guido Soto por brindarnos todo su tiempo, apoyo, y compartir sus conocimientos con nosotros.
- A la Universidad de Costa Rica, por abrirnos sus puertas y facilitar el uso de las instalaciones y equipos además de brindarnos una esmerada atención.
- Al Dr. David La Fuente, quien concedió su valiosa colaboración, su tiempo y una excelente atención, por guiarnos como sus alumnos, y darnos una gran confianza para el desarrollo de las pruebas.
- A 3M-ESPE El Salvador, que a través del Sr. Jaime Valladares, estuvo apoyando el desarrollo de la investigación con equipo y materiales dentales, así como en el uso de las instalaciones de 3M.

DEDICATORIA

Claudia Patricia Miranda Torres

- Agradezco a Dios, por haberme guiado a lo largo de este trabajo.
- A mis padres por su inigualable apoyo, sus sabios consejos, y fuerzas para seguir siempre adelante. A toda mi familia, que estuvo siempre atenta, a ayudar y apoyarme en todo.
- A Ricardo y Diego, que son mi presente y futuro para seguir adelante.

Karen Arely Guevara López

- A mis padres por apoyarme durante todo este tiempo.

José Ricardo Urrutia García

- A mis padres, por sus palabras de aliento, y apoyo en cada momento y por esa confianza ciega en mí.
- A Paty por darme fuerzas, y estar a mi lado, por compartir juntos este trabajo, y hacer la carga más fácil. A Diego por ser mi inspiración, y el eje principal para esforzarme y dar todo de mí.
- A Diosito, que me ilumino en todo momento y me dio fuerzas para salir adelante.

Francis David Borjas Tovar

- Gracias a Dios sobre todas las cosas porque me guío hasta la consecución de mi carrera.
- A mis padres amados porque siempre me apoyaron, me ayudaron a seguir adelante y fueron un ejemplo en mi vida.
- A mis hermanos que me inspiraron confianza y aliento para triunfar.

ÍNDICE GENERAL.

	PÁG.
INTRODUCCIÓN.....	8
OBJETIVOS.....	10
OBJETIVOS GENERALES.....	10
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
HIPÓTESIS.....	11
REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	12
MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	21
VARIABLES E INDICADORES.....	21
TIEMPO Y LUGAR.....	22
POBLACIÓN Y MUESTRA.....	22
RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS.....	31
MATERIALES, RECURSOS HUMANOS Y FINANCIEROS.....	32
RESULTADOS.....	34
DISCUSIÓN.....	46
CONCLUSIONES.....	49
RECOMENDACIONES.....	50
BIBLIOGRAFÍA.....	51

ANEXOS.

RESUMEN

La presente investigación evaluó el grado de polimerización de una resina composita mediante el test de microdureza Vickers, el material restaurador empleado fue la resina Filtek™ Z350 (3M-ESPE) color A2 fotopolimerizada con tres lámparas: Elipar™ 2500 (3M-ESPE) halógena; Elipar™ Freelight™ 2 (3M-ESPE) de tecnología LED y Litex™ 695 (DENTAMERICA®) de tecnología LED. Se conformaron 6 grupos con 10 cuerpos de prueba cada uno, fotopolimerizados durante 20 segundos. Los grupos A, C y E se elaboraron con incrementos de 2mm y los grupos B, D y F con incrementos de 4mm. Los grupos A y B se polimerizaron con la lámpara Elipar™ 2500, los grupos C y D se polimerizaron con la Elipar™ FreeLigh™ 2 y los grupos E y F con la Litex™ 695. Las mediciones fueron efectuadas empleando el micro durómetro Micromet® 2001 (Buehler) se aplicó una carga de 200 gramos/fuerza durante 15 segundos tanto en la superficie tope como en la base de los cuerpos de prueba. En el análisis estadístico se realizaron dos pruebas: Análisis de Varianza (ANOVA) el cual mostró que existen diferencias estadísticas significativas en los cuerpos de prueba en la superficie Tope de 2mm; Tope de 4mm; Base de 4mm; Tope de 2 y 4mm; Además en el porcentaje de polimerización se encontró diferencia estadística significativa en los grupos de 4mm. Se realizó el test de Tukey, donde se registraron diferencias estadísticas significativas, siendo la tecnología LED's superior a la halógena. Con los resultados obtenidos se concluyó que la tecnología LED's mostró mejor desempeño en la polimerización de la resina composita. Siendo la lámpara Litex™ 695 la que mostró mejores resultados.

INTRODUCCIÓN.

Las primeras resinas compositas de fotocurado introducidas en los años 60, eran fotocuradas con luz ultravioleta, la cuál fue sustituida posteriormente por energía lumínica proveniente de bombillas halógenas.

Las lámparas halógenas son las fuentes de luz más empleadas en la práctica dental, éstas lámparas producen luz por incandescencia, cuando un filamento de tungsteno es calentado desencadenando la producción de energía, filtros selectivos bloquean longitudes de onda que no son necesarias para la fotopolimerización dejando solamente la luz azul. Esta tecnología presenta inconvenientes tales como: sobrecalentamiento, tiempo limitado de vida útil del bulbo por degradación de sus componentes con el paso del tiempo.^{1,2}

En lo que concierne a la calidad de fotocurado, existen aparatos que han sido desarrollados para proporcionar mayor densidad de poder en la región visible del espectro de luz, 400-500 nm de longitud de onda, que pueden ser usados para acelerar la fotopolimerización de la resina composita y para mejorar las propiedades físicas de las mismas, tales como: Lámparas halógenas de alta intensidad.³

Para superar los problemas inherentes con las lámparas halógenas se ha introducido la tecnología LED's para la fotopolimerización de resinas dentales. Estas tienen un rango de espectro de luz con un pico máximo de 470 nm, que concuerda con la longitud de onda ideal para la activación de las canforquinonas. Las LED's generan un calor mínimo por lo que no requieren unidades refrigerantes, además poseen un tiempo efectivo de vida útil cercana a 10,000 horas y no presentan degradación significativa en la emisión de luz con el tiempo.^{1,2}

Las LED's tienen una conversión de energía eléctrica en energía de curado mayor que las halógenas. En las halógenas más del 70% de la energía es convertida en calor y solo el 10% en luz visible. De ésta, más del 90% es perdida en los filtros y finalmente emite únicamente solo el 1% del total de energía producida. Mientras que las lámparas LED's convierten un 14% en luz visible útil para la fotopolimerización.³

Una adecuada polimerización de la resina composita puede influenciar las propiedades físicas y mecánicas y optimizar clínicamente estos materiales. La microdureza superficial es un parámetro típico para indicar el grado de polimerización de las resinas compositas la cual debe ser realizada tanto en la superficie superior como inferior de las muestras.

Es por ello que en este estudio se evaluó el grado de polimerización de la resina composita Filtek™ Z350 (3M-ESPE) fotopolimerizada con 3 diferentes tipos y marcas de lámparas existentes en el mercado. Una de tecnología halógena: Elipar™ 2500 (3M-ESPE) y dos de tecnología LED's: Elipar™ FreeLight™ 2 (3M-ESPE) y Litex™ 695 (DENTAMERICA®). Dicho estudio se realizó mediante la prueba de microdureza de Vickers, con la finalidad de establecer el tipo de fuente de luz que proporcione mejores niveles de polimerización.

OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL:

- Evaluar la microdureza superficial de la resina composita Filtek™ Z350 (3M-ESPE) fotopolimerizada por luz halógena y LED's.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Comparar la microdureza superficial de la superficie tope y base de los cuerpos de prueba de la resina composita Filtek™ Z350 (3M-ESPE) fotopolimerizada con fuentes de luz halógena y LED's.
- Comparar el porcentaje de polimerización alcanzado por la resina composita Filtek™ Z350 (3M-ESPE) en espesores de 2 y 4mm empleando dos tipos diferentes de energía lumínica.

HIPÓTESIS

H_o Los aparatos fotopolimerizadores a base de luz halógena y LEDs logran el mismo índice de microdureza superficial en la resina composita.

H_i Los aparatos fotopolimerizadores a base de luz halógena y LEDs logran diferente índice de microdureza superficial en la resina composita.

H_o La resina composita Filtek™ Z350 (3M-ESPE) posee igual porcentaje de polimerización utilizando incrementos 2 y 4mm.

H_i La resina composita Filtek™ Z350 (3M-ESPE) no posee igual porcentaje de polimerización utilizando incrementos 2 y 4mm.

REVISION DE LA LITERATURA.

El éxito de una restauración de resina no solo depende del buen funcionamiento de la fuente de luz, sino que también las propiedades de la resina influyen significativamente en la buena polimerización de la misma. Básicamente lo que se busca al momento de polimerizar el material es que la reacción química se desencadene y se extienda en toda la dimensión del incremento de resina y a esto se le conoce como profundidad de polimerización, la cual depende de el grado de conversión de monómeros a polímeros. Esta profundidad de polimerización se ve afectada por factores intrínsecos del material, tales como la cantidad y tamaño del material de relleno, el color, la translucidez del material y naturaleza de los fotoiniciadores.⁴

En respuesta a la necesidad de superar las desventajas de los materiales de autopolimerizado, fue introducida la tecnología de fotopolimerización. La tecnología de fotocurado se basa, entonces, en la fotoquímica, que es la producción de trabajo a través de energía radiante.⁵ Dicha reacción química inicia cuando el fotoiniciador de la resina es activado por una fuente de luz² produciendo la ruptura del doble enlace del monómero, desencadenando así el proceso de polimerización.⁴

El fotoiniciador es una molécula que puede absorber luz y como resultado puede, ya sea directa o indirectamente, generar especies reactivas que pueden iniciar la polimerización. Para que ésta reacción sea adecuada debe haber una buena relación entre el espectro de absorción del fotoiniciador y el espectro de emisión de la fuente de luz.⁶ Actualmente la canforquinona es el fotoiniciador más utilizado en las resinas; para que sea activado efectivamente, es necesaria una longitud de onda entre 410 nm y 500 nm con un pico óptimo de longitud de onda de 470 nm.^{7,8} La Irradiación es un factor importante ya que

representa el número de fotones liberados a la muestra por unidad de tiempo, sin importar el área iluminada.⁹ Los investigadores han reportado que la intensidad mínima necesaria para polimerizar un espécimen de 2mm de espesor son intensidades de 400 mW/cm^2 durante 40 segundos (Pereira en 2000).¹⁰ Es necesario mencionar que la concentración de la canforquinona varía entre las diferentes marcas y puede ser alterado por el tono y la translucidez del material.¹¹

Para la activación del fotoiniciador se utilizó como primera fuente la luz ultravioleta. Las primeras unidades fueron utilizadas para la fotopolimerización de sellantes de fosas y fisuras. Estas lámparas utilizaban rayos ultra violeta cuyas longitudes de ondas estaban comprendidas entre 200 nm y 400 nm. Se ha demostrado que longitudes de onda mas cortas a los 320 nm pueden producir daños a los tejidos por desnaturalización de las proteínas. La extensión del daño depende de la intensidad y la duración de la exposición por largos periodos de tiempo.⁹ Posteriormente fueron reemplazadas por las fuentes de luz visible.

En la actualidad existen diferentes tecnologías para el fotopolimerizado de las resinas compositas, de las cuales se pueden mencionar:¹²

- ❖ Lámparas Halógenas.
- ❖ Luz Emitida por Diodos – LED.
- ❖ Luz de Plasma.
- ❖ Tecnología Láser.

La fuente de luz de uso más frecuente es la Halógena. Esta tecnología funciona a través de un foco que genera luz cuando la energía eléctrica calienta un pequeño filamento de tungsteno a alta temperatura. La mayoría de la

energía puesta en el sistema se transforma en calor, pero una pequeña porción se transforma en luz. Se utilizan filtros que separan las longitudes de onda que no son necesarias para la fotopolimerización, dejando solamente la luz azul. La desventaja de esta tecnología es que por las altas temperaturas es necesario el uso de ventiladores y los componentes se degradan rápidamente, lo que hace que el tiempo de funcionabilidad del bulbo de la lámpara se reduzca a 100 horas.^{2, 13}

También producen una significativa cantidad de calor durante la polimerización. Además fuentes de luz de altas intensidades de calor pueden dar como resultado daño irreversible del tejido pulpar a través del aumento de temperatura debido a los efectos fototérmicos (Bouillaguet et al 2005).¹⁴

Para superar las desventajas de la fuente de luz halógena en 1995, se implementó el uso de fuente de luz a base de LEDs. Esta tecnología no produce luz visible por el calentamiento de filamentos metálicos, si no que corresponde a una combinación de diferentes diodos semiconductores. Estas lámparas tienen una vida media de 10,000 horas, no requieren filtros y producen un espectro de luz entre los 400 nm y 500 nm que se encuentra dentro del rango necesario para activar a la canforquinona.^{5, 13}

La tecnología LEDs permite entre otras ventajas la no generación de calor que presentan las lámparas halógenas, de ahí que no necesitan de unidades refrigerantes como ventiladores.¹³

Según Ozturk en 2004, se espera que el calor generado por las lámparas LED's sea mínimo.¹⁵ Esto coincide con los resultados obtenidos por Schneider en 2005, en el cual se comparó la temperatura generada por lámparas

halógenas, plasma arc y LED's, donde la halógena fue la que generó más aumento de temperatura comparado con las LED's. ¹⁶

Para lograr una buena polimerización del material independientemente del tipo de fuente de luz que se utilice, es indispensable que cumpla con los requerimientos que el fabricante exige. Para obtener una polimerización óptima es necesario que la fuente de luz tenga una longitud de onda entre 410 nm y 500 nm con un pico de longitud de onda de 470 nm ^{7, 8}. La conversión incompleta de monómeros en polímeros resulta en una permanencia de monómeros sin agruparse. Según Clifford et al, en 1999, en la practica la mayoría de los preparados solo puede polimerizar hasta un 55-60% de conversión de los monómeros reactivos. ¹⁷

Si la lámpara de fotocurado utilizada por el profesional odontólogo no cumple con estos parámetros, el resultado es una fotopolimerización inadecuada de las resinas lo que conlleva a propiedades fisicoquímicas inferiores, tales como baja resistencia al desgaste, poca estabilidad del color, reacción adversa del tejido, aumento de los índices de absorción de agua y por consiguiente el fracaso prematuro de la restauración. ^{4, 10} Según Leonard et al.1999; Fowler, Swartz y Moore en 1994, el método mas fácil para determinar una intensidad adecuada de las lámparas de fotocurado es el uso del radiómetro. Dichos autores han publicado en sus estudios que los radiómetros son un instrumento adecuado para correlacionar la intensidad de luz de la lámpara con la profundidad de curado. ^{18, 19}

La prueba de microdureza puede ser definida, como una prueba que se hace a través de indentaciones con la punta de un diamante con una forma geométrica especifica la cual ejerce fuerza que va desde 1 a 1000 gr./f sobre la superficie del material. El propósito de la prueba de microdureza es la de

estudiar en una escala fina los cambios en la dureza del material. En 1925 Smith y Sandland, desarrollaron la prueba de Vickers, que prontamente fue adecuada para las pruebas en materiales odontológicos.²⁰

Dicha prueba tiene grandes ventajas, ya que es un método fácil en el cual rápidamente se obtiene los resultados necesarios, ya que la fuerza ejercida sobre el material solamente es durante 10 a 15 segundos y se ejerce por presión constante, lo que no produce ningún impacto sobre el material estudiado.¹

Durante la polimerización Unterbrink, en su estudio en 1995, reporta la presencia de una capa inhibidora de oxígeno de hasta 270 μm en almacenamiento de las muestras a 21^o C. El comportamiento debido a exposición a oxígeno en la etapa de pos curado es claramente visible en la prueba de microdureza. La máxima microdureza fue siempre encontrada aproximadamente 0.5 mm debajo de la superficie. Menciona que este fenómeno pudo suceder debido a la exposición a una intensidad de luz alta, y que una pequeña o no difusión de oxígeno dentro de la resina puede ocurrir.²¹

Pereira et al. en 1997 realizaron un estudio para determinar la intensidad necesaria para fotopolimerizar una resina compuesta. Se evaluó a través de la prueba de microdureza superficial y los resultados mostraron que se logran mayores niveles de microdureza con intensidades superiores a los 500 mW/cm^2 .²²

Se han realizado estudios para comparar la funcionabilidad de las fuentes de luz halógenas contra las fuentes a base de LEDs. Aunque varios autores (Peris et al, Soh et al, Siow et al.)^{1, 23, 24} han reportado que no existe diferencia entre la calidad de polimerización que se obtiene con las fuentes de

luz halógena y con la fuente de luz a base de LEDs, lo único que difiere es el tiempo de exposición al usar una LED. Soh et al en 2004, menciona que la fuente de luz a base de LEDs con la misma intensidad producida por la fuente de luz halógena produce una profundidad de polimerización mayor. Además, Jandt reportó que las LEDs pueden producir mayor profundidad de polimerización.²³

Fujibayashi et al en 1998 evaluaron comparativamente los aparatos a base de LEDs con las lámparas Halógenas a través de prueba de raspado sobre la superficie de las resinas, encontrando que la LED logra mayores niveles de microdureza superficial que las lámparas Halógenas.²⁵

Stahl et al en 2000 reportaron en su estudio que no existen diferencias en las propiedades físicas de las resinas polimerizadas con lámparas Halógenas o LEDs.⁹

Por el contrario, un estudio publicado por Dunn y Bush en el 2002 reportó que la tecnología a base de LEDs necesitan mejoras ya que no logran superar las propiedades logradas por la luz halógena y que las unidades fotopolimerizadoras a base de LEDs no logran curar adecuadamente a las resinas compositas.²

Tsai et al en 2004 publicaron en su estudio que las LEDs logran mejores resultados debido a que su longitud de onda coincide con el máximo de absorción de la canforquinona.³

Además Tsai et al. en 2004, también menciona que la microdureza es considerada como una propiedad física muy importante en lo que a resinas compositas respecta y que es relevante en la práctica clínica de curado

mediante colocación incremental. En cuanto a las lámparas puede ser anticipado que los niveles de microdureza superficial de la resina compuesta se verá reducida al aumentar la profundidad o el grosor del incremento, ya que a medida que la longitud de onda penetra en la resina, en sus porciones más profundas menos canforquinonas son activadas.³

Kurachi et al en 2000 evaluaron la microdureza superficial de las resinas a través de la prueba de Vickers, los resultados mostraron que para que la lámpara LED lograra los mismos valores de microdureza en las resinas comparada con la Halógena se debía duplicar el tiempo de exposición.²⁶

Dunn et al en 2002 demostraron que las lámparas halógenas logran una mayor microdureza tanto en la superficie tope como en la base del incremento de resina comparado con los logrados con 2 lámparas LEDs diferentes.²

Tsai et al en 2004 también evaluaron las lámparas halógenas y LED a través de la prueba de microdureza y concluyeron que las lámparas LEDs logran un nivel de microdureza igual al de las halógenas en incrementos de 2 mm o menos, y que si el grosor se aumenta, estas lámparas no logran superar los niveles de la halógena.³

Aunque algunos estudios indican que la profundidad de la polimerización depende más de la traslucidez, que del tono de la resina compuesta.⁸ También se menciona que los tonos oscuros son más difíciles de polimerizar que los tonos claros.

Pereira et al. en 2000, menciona que en relación al factor de color de la resina compuesta, el color mas oscuro tiene menor profundidad de polimerización cuando se compara con un color extraclaro.¹⁰

Frentzen, Foll y Braun en 2001 compararon la profundidad de polimerización de una LED con una Halógena en función del color y el tiempo de exposición. Los resultados mostraron que las resinas fotocuradas con LED tuvieron mayor profundidad de polimerización que las polimerizadas con halógena independientemente del color y del tiempo de exposición.²⁷

Sin embargo Ferracane et al, demostraron que la profundidad de curado de las resina compuesta de tonalidad oscura es equivalente a las de tonalidad extraclaro. Y sugiere que la profundidad de polimerización depende más de la traslucidez del material que del color.²⁸

Sakaguchi et al, en 1992, reporta en su estudio que la intensidad de luz y la atenuación en la distribución de la misma por los componentes de la resina disminuyen la profundidad de polimerización.²⁹

Kawaguchi, Fukushima y Miyazaki en un estudio realizado en 1994 demostraron que aún en resinas de microrelleno la profundidad de polimerización se ve afectada debido a que las partículas de relleno al momento de ser polimerizada la resina se aglomeran formando partículas de mayor tamaño lo que impide en cierto grado que la luz se distribuya a través de todo el material, y por ende disminuye la profundidad de polimerización.³⁰

Para evaluar la fotopolimerización de las resinas se han propuesto numerosas metodologías. Se presentan los 3 métodos principales para evaluar la profundidad de polimerización: prueba de raspado, prueba de dureza (Barcols, Vickers y Knoop) y el grado de conversión (espectrometría láser). Se concluyó que la prueba de microdureza es un método conveniente y eficiente para evaluar la profundidad de polimerización.¹⁹

La prueba de microdureza ha sido utilizada en muchos estudios, debido a que se ha demostrado que la microdureza superficial es un indicador del grado de polimerización.⁷

La microdureza superficial está correlacionada, según Asmussen en 1982; Wendt en 1987; De Gee et al en 1990, con el grado de conversión de polimerización y la cantidad de monómero residual remanente en el polímero.³¹

Ferracane en 1986, publicó que la microdureza superficial es un parámetro que indica el grado de polimerización de las resinas compositas. Sin embargo, la adecuada dureza superficial no asegura una correcta polimerización a través de toda la restauración. Asmussen en 1982, Hansen en 1993 y Quance et al en 2001 publicaron en sus estudios que la prueba de microdureza también debe ser realizada en la superficie base, ya que la inadecuada polimerización en esta área puede aumentar el riesgo de fractura.²⁸

Yap y Severiratne en su estudio publicado en 2001 sugieren que al realizarse la prueba de microdureza de Vickers los valores óptimos deben ser mayores o iguales a 73 en la superficie tope y mayores o iguales a 57 en la superficie base.³²

MATERIALES Y METODOS

1. Tipo de investigación o estudio.

Se realizó un estudio de tipo cuasi-experimental, el cual se define como un estudio experimental que no cumple con el requisito de control de variables a través de un grupo de control o de la asignación aleatoria, o ambos.³³

También en este estudio los sujetos no son asignados al azar a los grupos ni emparejados; sino que dichos grupos ya estaban formados antes del experimento, son grupos intactos.³⁴

2. Variables e Indicadores:

Tabla I. Variables e Indicadores.

VARIABLE INDEPENDIENTE	VARIABLE DEPENDIENTE
Aparato Fotopolimerizador ↓	Índice de Microdureza Superficial ↓
INDICADORES	INDICADORES
<ul style="list-style-type: none"> ◆ Tipo de Fuente de Luz ◆ Intensidad de Luz 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Prueba de Microdureza de Vickers ◆ Superficie Tope y Base ◆ Porcentaje de Polimerización

3. Tiempo y Lugar

Las pruebas experimentales de la presente investigación fueron llevadas a cabo durante los días 11, 12 y 13 del mes de Septiembre del 2006, en el Centro de Investigaciones en Ciencias e Ingeniería de Materiales de la Facultad de Física y en la Facultad de Odontología de la Universidad de Costa Rica ya que ahí se cuenta con el equipo adecuado, además de contar con la colaboración del Dr. David La Fuente, Director del centro de Investigación de Biomateriales de la Universidad de Costa Rica.

4. Población y Muestra

Material Restaurador

Filtek™ Z350 (3M-ESPE)

Para el desenvolvimiento de esta metodología fue utilizada el restaurador universal Filtek™ Z350 (3M-ESPE) (Ver figura 1), es una resina composita radiopaca que se activa mediante luz visible.

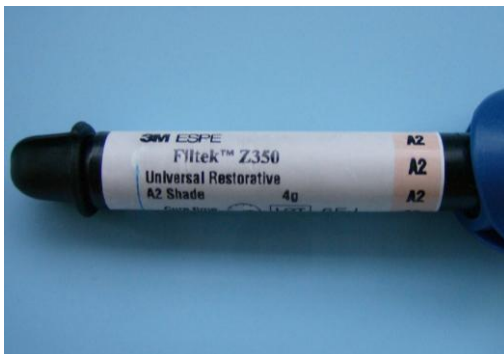


Figura 1. Resina Composita ™ Z350 (3M-ESPE)

Su relleno es la combinación de un relleno agregado nanoclúster de zirconio/sílice con un tamaño promedio de partícula que oscila entre 0.6 hasta

1.4 micras y cuyas partículas primarias miden 5-20nm; y un relleno de sílice no aglomerado de 20nm. La carga de relleno inorgánico es de aproximadamente 78.5% por peso (59.5% por volumen).

El restaurador Filtek™ Z350 (3M-ESPE) contiene resinas bis-GMA, UDMA, TEGDMA y bis-EMA.

Indicaciones del material:

- Restauraciones directas anteriores y posteriores (incluyendo superficies oclusales).
- Reconstrucción de muñones.
- Ferulización.
- Restauraciones indirectas, incluyendo inlays, onlays y carillas.³⁵

Aparatos Fotopolimerizadores

Elipar™ 2500 (3M-ESPE)

La lámpara de fotocurado Elipar™ 2500 (3M-ESPE) (Ver figura 2), es un aparato fabricado para la polimerización de materiales dentales fotocurados mediante luz visible, este aparato posee una base (fuente de luz), una pieza de mano que contiene un protector ocular y la guía de luz (fibra óptica de vidrio), las características de este aparato son las siguientes:

- Bulbo de 75 watt halógeno/tungsteno.
- Vida media de 4000 ciclos de 20 segundos cada uno.
- Guía de luz de fibra óptica.
- Guía de luz con apertura opcional de 8 y 13 mm de diámetro.
- Filtros ópticos de salida de luz en el rango de 400-500 nm.
- Tono audible cada 10 segundos durante el uso.³⁶



Figura 2. Lámpara halógena Elipar™ 2500 (3M-ESPE)

Elipar™ FreeLight™ 2 (3M-ESPE)

El aparato fotopolimerizador Elipar™ FreeLight™ 2 (3M-ESPE) (Ver figura 3), es una unidad de luz de alto rendimiento para polimerización intraoral de materiales dentales. La unidad consiste de un cargador y de una pieza manual inalámbrica alimentada por una batería recargable.



Figura 3. Lámpara LED Elipar™ FreeLight™ 2 (3M-ESPE).

La unidad utiliza un Diodo emisor de luz (LED) de alto rendimiento, como fuente de luz. En contraste con las luces de halógeno, la unidad emite luz principalmente en el rango de longitud de onda de 430 a 480 nm, por ejemplo, el rango relevante para los productos que contienen canforquinona, la

coincidencia óptima del rango. Las características de este aparato son las siguientes:

- Rango de longitud de onda: 430-480 nm
- Intensidad de luz: 1000 mW/cm² aprox.
- Duración de uso continuo: 7 min.
- Opciones de duración de exposición: 5, 10, 15 ó 20 segundos
- Guía de luz con apertura opcional de 8 y 13 mm de diámetro.
- Alimentación de energía: Batería de hidruro de níquel 4,8 V
- Tiempo para cargar la batería vacía: 2 horas aprox.
- Peso: 220 gr.³⁷

Litex™ 695 (DENTAMERICA®)

La lámpara de fotocurado Litex™ 695 (DENTAMERICA®) (Ver figura 4), de tecnología a base de LEDs, posee una pieza de mano, Guía de luz rotatable 360°, esterilizable, un protector para los ojos y un cargador de energía. Las características de este aparato son las siguientes:

- Rango de longitud de onda: 440-490 nm.
- Intensidad de luz: 1200 mW/cm².
- Opciones de duración de exposición: 10-60 segundos con tonos audibles (con intervalos de 10 seg.)
- La polimerización se inicia a una intensidad más baja para pasar después a la más alta lo que da lugar a menos tensión de contracción.
- La LED tiene una duración estimada de 50.000 horas.
- Batería de Litio, carga completa permite 750 segundos en ciclos de curado.
- Peso: 100 gr.^{38, 39}



Figura 4. Lámpara LED Litex™ 695 (DENTAMERICA®)

Grupos Experimentales.

Para la realización de la investigación fue utilizada la resina compoita Filtek™ Z350 (3M-ESPE) color A2, en el Grupo A se utilizaron 10 cuerpos de prueba con incrementos de 2mm de espesor, éstos fueron fotopolimerizados con lámpara de luz halógena Elipar™ 2500 (3M-ESPE); el Grupo B se utilizaron 10 cuerpos de prueba con incrementos de 4mm los cuales fueron fotopolimerizados con lámpara de luz halógena Elipar™ 2500 (3M-ESPE); el Grupo C se utilizaron 10 cuerpos de prueba de 2mm los cuales fueron fotopolimerizados con lámpara de luz a base de LEDs Elipar™ FreeLight™ 2 (3M-ESPE); el Grupo D se confeccionaron 10 cuerpos de prueba de 4mm que se fotopolimerizaron con tecnología LEDs Elipar™ FreeLight™ 2 (3M-ESPE) , el Grupo E se utilizaron 10 cuerpos de prueba con incrementos de 2mm los cuales fueron fotopolimerizados con tecnología LED´s Litex™ 695 (DENTAMERICA®); el Grupo F se utilizaron 10 cuerpos de prueba de 4mm los cuales fueron fotopolimerizados con la lámpara Litex™ 695 (DENTAMERICA®). El total de cuerpos de prueba analizados fue de 60.

Tabla II. Grupos Experimentales.

GRUPO EXPERIMENTAL	ESPESOR DEL INCREMENTO	APARATO FOTO-POLIMERIZADOR	FABRICANTE
GRUPO A	2 mm.	Elipar™ 2500	3M-ESPE
GRUPO B	4 mm.	Elipar™ 2500	3M-ESPE
GRUPO C	2 mm.	Elipar™ FreeLight™ 2	3M-ESPE
GRUPO D	4 mm.	Elipar™ FreeLight™ 2	3M-ESPE
GRUPO E	2 mm.	Litex™ 695	DENTAMERICA®
GRUPO F	4 mm.	Litex™ 695	DENTAMERICA®

Confección de los cuerpos de prueba.

Los cuerpos de prueba fueron confeccionados en matrices metálicas de acero inoxidable para evitar la dispersión de la luz, dicha matriz posee una forma circular con una cavidad interna de 5 mm de diámetro con 4 y 6 mm de espesor del incremento respectivamente (Ver Figura 5), Dicha matriz se une a través de un anillo que abraza ambas partes de la matriz. (Ver Figura 6). Además posee una base la cual presenta una pestaña de 2mm de espesor y 5 mm de diámetro. (Ver Figura 7)

Para la confección de los cuerpos de prueba se verificó el funcionamiento de los aparatos fotopolimerizadores, midiendo la intensidad de luz del aparato mediante el uso del Radiómetro L.E.D. Radiometer (Demetron) (Ver Figura 8). La intensidad de luz de las lámparas se verificó cada 10 cuerpos de prueba.

Se prepararon antes de iniciar la prueba definitiva seis cuerpos de prueba de ensayo, elaborados por el operador que realizó posteriormente los cuerpos definitivos a fin de obtener cuerpos de prueba uniformes.



Figura 5 Matrices Metálicas, espesores de 4 y 6 mm respectivamente



Figura 6 Matrices Metálicas, véase el anillo que abraza ambas partes de la matriz.

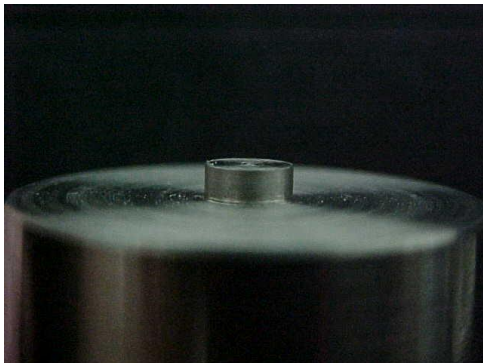


Figura 7. Base de la Matriz Metálica.



Figura 8. Radiómetro L.E.D. Radiometer (Demetron).

La técnica empleada fue la de empacar la resina composita en la cavidad de la matriz metálica con un instrumento de resina Cosmedent[®], luego se colocó una banda de celuloide Henry Schein[®] y sobre ésta, una delgada lámina de vidrio portaobjetos Menzel-Glaser[®] para asegurar que el rayo de luz estuviera a 1mm de cada cuerpo de resina. Cada cuerpo de prueba fue fotopolimerizado según indicaciones del fabricante (20 segundos), el tiempo de fotopolimerizado fue monitoreado con un cronómetro digital. Una vez polimerizados los cuerpos de prueba se marcó la superficie tope (superficie en contacto directo con la fuente de luz) con la ayuda de un marcador permanente y fueron envueltos en papel aluminio y luego almacenados en su respectivo grupo en un recipiente seco y oscuro a prueba de luz durante 24 horas. (Ver anexo I, para secuencia completa de la fabricación de los cuerpos de prueba)

Durante el monitoreo de la intensidad de luz de las lámparas durante la fabricación de los cuerpos de prueba, no se encontraron variaciones, siendo los resultados los siguientes: La lámpara de luz halógena Elipar[™] 2500 (3M-ESPE) registro mediciones de 500 mW/cm², la lámpara de luz a base de LEDs Elipar[™] FreeLight[™] 2 (3M-ESPE) registro mediciones de 1000 mW/cm², y la lámpara Litex[™] 695 (DENTAMERICA[®]) registro mediciones de 1600 mW/cm². (Ver Figura 9)



Figura 9. Monitoreo de la Intensidad de luz de los aparatos fotopolimerizadores.

Análisis de Microdureza Superficial.

Las pruebas para la obtención de los valores de microdureza se realizaron luego de 24 horas de almacenamiento de los cuerpos de prueba, utilizando la prueba de microdureza de Vickers, la cual se realizó a través del microdurometro Micromet[®] 2001 Microhardness Tester (Buehler) (Ver Figura 10), con una carga de 200 gramos/fuerza durante 15 segundos para cada superficie (Ver Anexo II). Las pruebas fueron realizadas a los 6 grupos establecidos, con 10 cuerpos de prueba por grupo, a cada cuerpo de prueba se le realizó dos impresiones para la medición de la microdureza haciendo un total de 4 impresiones por cuerpo de prueba (2 de la superficie tope y 2 de la superficie base) resultando un total de 60 cuerpos de prueba y 240 impresiones.



Figura 10. Microdurometro Micromet[®] 2001 (Buehler)

Como indicador de la profundidad de polimerización fue calculado el porcentaje de polimerización. Para determinar este valor se dividió la medida de microdureza de la superficie base de la superficie tope multiplicado por 100.

$$\text{Porcentaje de polimerización} = \frac{\text{Superficie base}}{\text{Superficie tope}} \times 100$$

5. Recolección y análisis de los datos:

Se elaboraron tablas específicas para cada grupo experimental donde se anotaron los resultados obtenidos, fueron registrados dos resultados por cuerpo de prueba, uno de la superficie tope y el otro de la superficie base, estos valores fueron registrados en micras. (Ver Anexo III a VIII)

Luego se prosiguió a obtener el resultado en la medida Hardness Vickers (HV) Kgf/mm²; primero se inició convirtiendo el resultado de micras a milímetros, luego mediante la fórmula de obtención de la medida HV se obtuvieron los valores de microdureza.

$$HV = \frac{1.854 (P)}{L^2}$$

P= Carga en kg. (0.2 kg.)

L= Promedio de diagonales (mm)

Los valores fueron trasladados al programa Microsoft® Office Excel 2003 donde se realizó la fórmula descrita, luego de obtener los valores de microdureza de Vickers se elaboraron promedios por cada grupo. (Ver Anexo IX y X).

Además se realizaron los porcentajes de profundidad de polimerización por grupos utilizando el programa Microsoft® Office Excel 2003, aplicando también la fórmula anteriormente descrita.

Posteriormente se realizó el análisis estadístico utilizando el programa SPSS® 13.0 for Windows® (SPSS Inc.) donde se utilizó el Análisis de Varianza (ANOVA). Además se utilizó el Test Tukey en SPSS con la finalidad de comprobar si existían diferencias estadísticas significativas a partir de los resultados obtenidos. Para este proceso se contó con la colaboración del Lic. Moisés Nahún Díaz Amaya, Licenciado en Estadística, Colaborador del Centro de Investigaciones Docente Estudiantil (CIDE) de la Facultad de Medicina, Universidad de El Salvador.

6. Materiales, Recursos Humanos, y Financieros.

- ✓ Se utilizó la resina Filtek™ Z350 (3M-ESPE) color A2.
- ✓ Fuentes de luz utilizadas: Elipar™ 2500 (3M-ESPE).
Elipar™ FreeLight™ 2
(3M-ESPE).
Litex™ 695 (DENTAMERICA®).
- ✓ Matriz Metálica.
- ✓ Micromet® 2001 Microhardness Tester (Buehler).
- ✓ L.E.D. Radiometer (Demetron).

- ✓ Instrumento de resina Cosmedent®
- ✓ Banda Celuloide Henry Schein®
- ✓ Láminas portaobjetos Menzel-Glaser®

Se contó con el grupo investigador (4 integrantes), asesoría del docente Director Dr. Renato Guido Soto y colaboración del Dr. David La Fuente Director del Centro de Investigación de Materiales Dentales de la Universidad de Costa Rica.

Se contó con el apoyo de 3M de El Salvador en materiales y equipo, además del apoyo financiero de cada integrante del grupo.

RESULTADOS.

Los resultados obtenidos en la prueba de microdureza superficial se presentan en la Tabla III.

Tabla III. Resultados obtenidos Análisis de Microdureza de Vickers.

Elipar 2500 (3M-ESPE)		Elijar FreeLight 2 (3M-ESPE)				Litex 695 (DENTAMERICA)					
Grupo A 2mm.	Grupo B 4mm	Grupo C 2mm	Grupo D 4mm	Grupo E 2mm	Grupo F 4mm						
TOPE	BASE	TOPE	BASE	TOPE	BASE	TOPE	BASE				
MHV	MHV	MHV	MHV	MHV	MHV	MHV	MHV				
79	77	79	37	79	74	76	53	82	73	80	54

En los gráficos 1 y 2 se muestran los valores de microdureza superficial en los grupos de 2 y 4mm respectivamente.

Gráfico 1. Microdureza de Vickers en Grupos de 2mm.

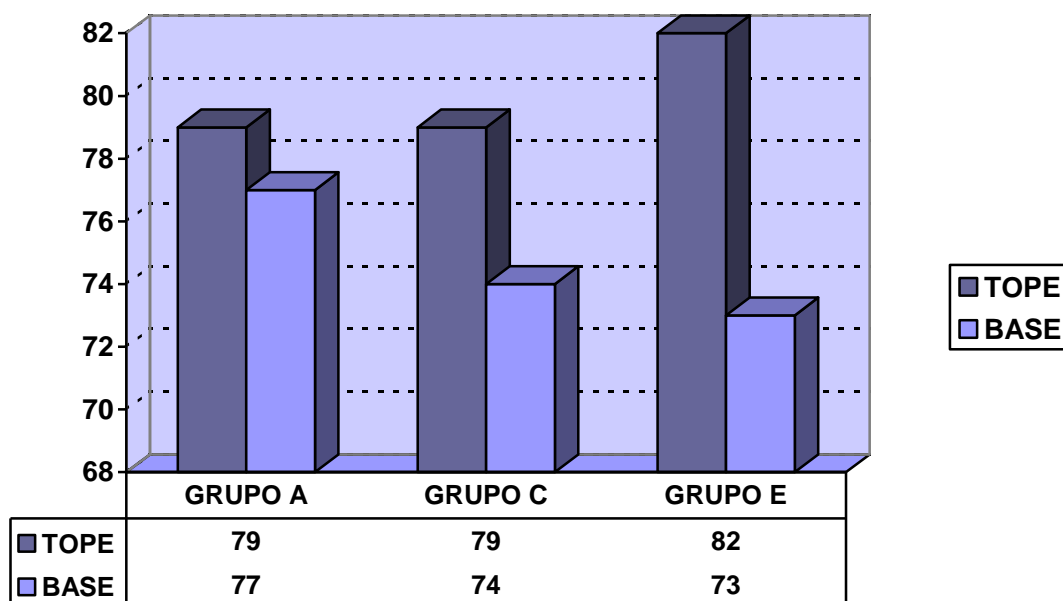
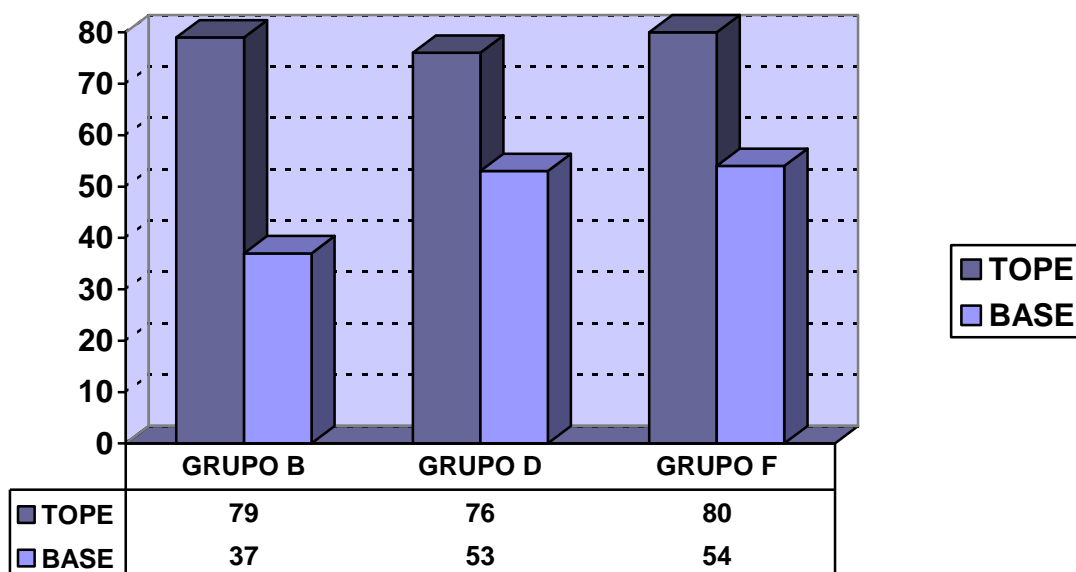


Gráfico 2. Microdureza de Vickers en Grupos de 4mm.



Los porcentajes de profundidad de polimerización se presentan en la Tabla IV, Además los porcentajes por grosores se presentan en los Gráficos 4 y 5.

Tabla IV Porcentajes de Profundidad de Polimerización.

GRUPO	GROSOR	APARATO FOTOPOLIMERIZADOR	PORCENTAJE
GRUPO A	2mm.	Elipar™ 2500 3M-ESPE	96.95%
GRUPO B	4mm.	Elipar™ 2500 3M-ESPE	47.77%
GRUPO C	2mm.	Elipar™ FreeLight™ 2 3M-ESPE	94.08%
GRUPO D	4mm.	Elipar™ FreeLight™ 2 3M-ESPE	69.12%
GRUPO E	2mm.	Litex™ 695 DENTAMERICA®	89.35%
GRUPO F	4mm.	Litex™ 695 DENTAMERICA®	67.09%

Grafico 3. Porcentajes de Profundidad de Polimerización en Grupos de 2 mm.

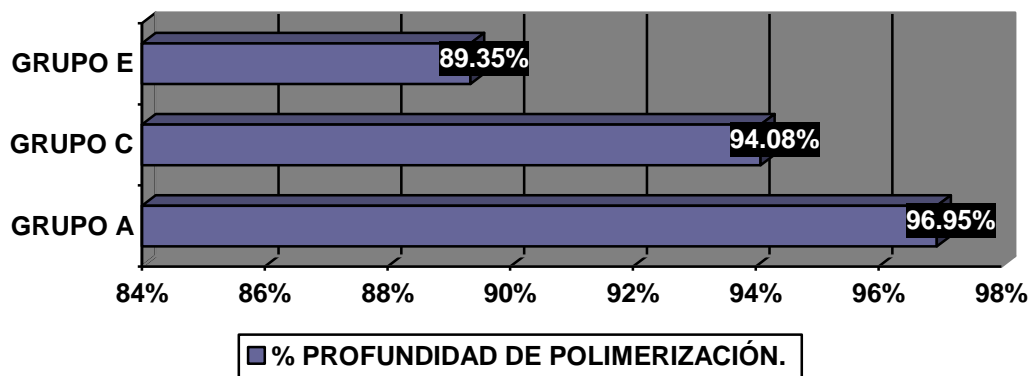
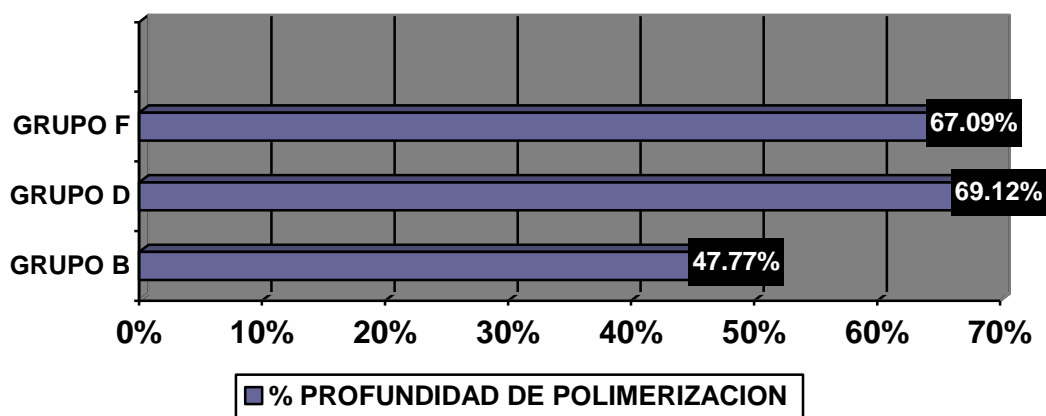


Grafico 4. Porcentajes de Profundidad de Polimerización en Grupos de 4mm.



Con la finalidad de establecer si existen diferencias estadísticas entre las variables se utilizó el Análisis de Varianza (ANOVA) y el Test de Tukey para la comparación de promedios.

Tabla V. ANOVA, prueba Microdureza producida por las 3 lámparas en la superficie Tope de los cuerpos de prueba de 2mm.

	Suma de cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	Sig.
Inter-Grupos	60.800	2	30.400	3.633	.040
Intra-Grupos	225.900	27	8.367		
Total	286.700	29			

Si existe diferencia estadística significativa, ya que la significancia es <0.05

Tabla VI. Test de Tukey para la comparación de Microdureza producida por las 3 lámparas en la superficie Tope de los cuerpos de prueba de 2mm.

(I) Lámpara	(J) Lámparas	Diferencia de Medias (I-J)	Error Típico	Sig	Limite Inferior	Limite Superior
Elipar 2500	Elipar Freelight	.40000	1.29357	.760	-2.2542	3.0542
	Litex 695	-2.80000*	1.29357	.039	-5.4542	-.1458
Elipar Freelight	Elipar 2500	-.40000	1.29357	.760	-3.0542	2.2542
	Litex 695	-3.20000*	1.29357	.020	-5.8542	-.5458
Litex 695	Elipar 2500	2.80000*	1.29357	.039	.1458	5.4542
	Elipar Freelight	3.20000*	1.29357	.020	.5458	5.8542

*La diferencia entre las medias es significativa al nivel <0.05 .

La tabla VI, refleja que existe diferencia significativa de microdureza superficial en la superficie Tope de los cuerpos de prueba de 2mm entre la lámpara Litex™ 695 (DENTAMERICA®) contra Elipar™ 2500 y Elipar™ Freelight™ 2 (3M-ESPE); siendo la Litex™ 695 la que registró mayor resultado; no existe diferencia entre Elipar 2500 y Elipar Freelight 2

Tabla VII. ANOVA, prueba Microdureza producida por las 3 lámparas en la superficie Base de los cuerpos de prueba de 2mm.

	Suma de cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	Sig.
Inter-Grupos	65.000	2	32.500	.479	.625
Intra-Grupos	1831.700	27	67.841		
Total	1896.700	29			

No existe diferencia estadística significativa entre los 3 grupos, ya que la significancia es >0.05

Tabla VIII. ANOVA, prueba Microdureza producida por las 3 lámparas en la superficie Tope de los cuerpos de prueba de 4mm.

	Suma de cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	Sig.
Inter-Grupos	97.400	2	48.700	5.598	.009
Intra-Grupos	234.900	27	8.700		
Total	332.300	29			

Si existe diferencia estadística significativa, ya que la significancia es <0.05

Tabla IX. Test de Tukey para la comparación de Microdureza producida por las 3 lámparas en la superficie Tope de los cuerpos de prueba de 4mm.

(I) Lámpara	(J) Lámparas	Diferencia de Medias (I-J)	Error Típico	Sig	Limite Inferior	Limite Superior
Elipar 2500	Elipar Freelight	2.50000	1.31909	.069	-.2066	5.2066
	Litex 695	-1.90000	1.31909	.161	-4.6066	.8066
Elipar Freelight	Elipar 2500	-2.50000	1.31909	0.69	-5.2066	.2066
	Litex 695	-4.40000*	1.31909	.002	-7.1066	-1.6934
Litex 695	Elipar 2500	1.90000	1.31909	.161	-.8066	4.6066
	Elipar Freelight	4.40000*	1.31909	.002	1.6934	7.1066

*La diferencia entre las medias es significativa al nivel <0.05 .

La Tabla IX, refleja que existe diferencia estadística significativa entre la lámpara Litex™ 695 (DENTAMERICA®) y Elipar™ Freelight™ 2 (3M-ESPE). Siendo la Litex™ 695 la que tuvo mejor desempeño. No existe diferencia entre lámparas Litex™ 695 (DENTAMERICA®) y Elipar™ 2500 (3M-ESPE); ni entre Elipar™ 2500 y Elipar™ Freelight™ 2 (3M-ESPE).

Tabla X. ANOVA, prueba Microdureza producida por las 3 lámparas en la superficie Base de los cuerpos de prueba de 4mm.

	Suma de cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	Sig.
Inter-Grupos	1686.067	2	843.033	20.564	.000
Intra-Grupos	1106.900	27	40.996		
Total	2792.967	29			

Si existe diferencia estadística significativa, ya que la significancia es <0.05

Tabla XI. Test de Tukey para la comparación de Microdureza producida por las 3 lámparas en la superficie Base de los cuerpos de prueba de 4mm.

(I) Lámpara	(J) Lámparas	Diferencia de Medias (I-J)	Error Típico	Sig	Limite Inferior	Limite Superior
Elipar 2500	Elipar Freelight	-15.10000*	2.86343	.000	-20.9753	-9.2247
	Litex 695	-16.60000*	2.86343	.000	-22.4753	-10.7247
Elipar Freelight	Elipar 2500	15.10000*	2.86343	.000	9.2247	20.9753
	Litex 695	-1.50000	2.86343	.605	-7.3753	4.3753
Litex 695	Elipar 2500	16.60000*	2.86343	.000	10.7247	22.4753
	Elipar Freelight	1.50000	2.86343	.605	-4.3753	7.3753

*La diferencia entre las medias es significativa al nivel <0.05 .

La Tabla XI, muestra que existe diferencia estadística significativa entre la lámpara Elipar™ Freelight™ 2 contra Elipar™ 2500 (3M-ESPE), siendo la de mejor desempeño la Elipar™ Freelight™ 2; y Litex™ 695 (DENTAMERICA®) contra Elipar™ 2500 (3M-ESPE) donde la Litex™ 695 mostró mejor resultado; No existe diferencia entre Litex™ 695 (DENTAMERICA®) y Elipar™ Freelight™ 2 (3M-ESPE).

Tabla XII. ANOVA, prueba Microdureza producida por las 3 lámparas en la superficie Tope y Base de los cuerpos de prueba de 2mm.

	Suma de cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	Sig.
Inter-Grupos	22.900	2	11.450	.254	.776
Intra-Grupos	2566.100	57	45.019		
Total	2589.000	59			

No existe diferencia estadística significativa, ya que la significancia es >0.05

Tabla XIII. ANOVA, prueba Microdureza producida por las 3 lámparas en la superficie Tope y Base de los cuerpos de prueba de 4mm.

	Suma de cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	Sig.
Inter-Grupos	893.033	2	446.517	1.587	.213
Intra-Grupos	16033.900	57	281.296		
Total	16926.933	59			

No existe diferencia estadística significativa, ya que la significancia es >0.05

Tabla XIV. ANOVA, prueba Microdureza producida por las 3 lámparas en la superficie Tope de los cuerpos de prueba de 2 y 4mm.

	Suma de cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	Sig.
Inter-Grupos	147.100	2	73.550	8.054	.001
Intra-Grupos	520.500	57	9.132		
Total	667.600	59			

Si existe diferencia estadística significativa, ya que la significancia es <0.05

Tabla XV. Test de Tukey para la comparación de Microdureza producida por las 3 lámparas en la superficie Tope de los cuerpos de prueba de 2 y 4mm.

(I) Lámpara	(J) Lámparas	Diferencia de Medias (I-J)	Error Típico	Sig	Limite Inferior	Limite Superior
Elipar 2500	Elipar Freelight	1.450	.956	.135	-.46	3.36
	Litex 695	-2.350*	.956	.017	-4.26	-.44
Elipar Freelight	Elipar 2500	-1.450	.956	.135	-3.36	.46
	Litex 695	-3.800*	.956	.000	-5.71	-1.89
Litex 695	Elipar 2500	2.350*	.956	.017	.44	4.26
	Elipar Freelight	3.800*	.956	.000	1.89	5.71

*La diferencia entre las medias es significativa al nivel <0.05 .

La Tabla XV, demuestra que existe diferencia estadística significativa entre las lámparas Litex™ 695 (DENTAMERICA®) contra Elipar™ 2500 y Elipar™ Freelight™ 2 (3M-ESPE). No existe diferencia entre Elipar™ 2500 y Elipar™ Freelight™ 2 (3M-ESPE).

Tabla XVI. ANOVA, prueba Microdureza producida por las 3 lámparas en la superficie Base de los cuerpos de prueba de 2 y 4mm.

	Suma de cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	Sig.
Inter-Grupos	551.033	2	275.517	1.046	.358
Intra-Grupos	15019.700	57	263.504		
Total	15570.733	59			

No existe diferencia estadística significativa, ya que la significancia es >0.05

Tabla XVII. ANOVA, prueba Porcentaje de Polimerización por las 3 lámparas en los cuerpos de prueba de 2mm.

	Suma de cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	Sig.
Inter-Grupos	295.192	2	147.596	1.292	.291
Intra-Grupos	3084.777	27	114.251		
Total	3379.969	29			

No existe diferencia estadística significativa, ya que la significancia es >0.05

Tabla XVIII. ANOVA, prueba Porcentaje de Polimerización por las 3 lámparas en los cuerpos de prueba de 4mm.

	Suma de cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	Sig.
Inter-Grupos	2777.007	2	1388.503	18.459	.000
Intra-Grupos	2031.004	27	75.222		
Total	4808.011	29			

Si existe diferencia estadística significativa, ya que la significancia es <0.05

Tabla IXX Test de Tukey para el Porcentaje de Polimerización producido por las 3 lámparas en los cuerpos de prueba de 4mm.

(I) Lámpara	(J) Lámparas	Diferencia de Medias (I-J)	Error Típico	Sig	Limite Inferior	Limite Superior
Elipar 2500	Elipar Freelight	-21.35000*	3.879	.000	-29.3085	-13.3915
	Litex 695	-19.31700*	3.879	.000	-27.2755	-11.3585
Elipar Freelight	Elipar 2500	21.35000*	3.879	.000	13.3915	29.3085
	Litex 695	2.03300	3.879	.604	-5.9255	9.9915
Litex 695	Elipar 2500	19.31700*	3.879	.000	11.3585	27.2755
	Elipar Freelight	-2.03300	3.879	.604	-9.9915	5.9255

*La diferencia entre las medias es significativa al nivel <0.05 .

La Tabla IXX, demuestra que existe diferencia estadística significativa para el Porcentaje de Polimerización en las lámparas Litex™ 695 (DENTAMERICA®) vs. Elipar™ 2500 (3M-ESPE); y Elipar™ Freelight™ 2 vs. Elipar 2500 (3M-ESPE). No existe diferencia entre Elipar™ Freelight™ 2 (3M-ESPE) y Litex™ 695 (DENTAMERICA®).

Tabla XX. ANOVA, prueba Porcentaje de Polimerización por las 3 lámparas en los cuerpos de prueba de 2 y 4mm.

	Suma de cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	Sig.
Inter-Grupos	874.449	2	437.225	1.093	.342
Intra-Grupos	22795.050	57	399.913		
Total	23669.499	59			

No existe diferencia estadística significativa, ya que la significancia es >0.05

CUADRO RESUMEN DE LAS COMPARACIONES MÚLTIPLES ANOVA QUE RESULTARON CON DIFERENCIAS ESTADÍSTICAS SIGNIFICATIVAS.	
Test de Tukey en SPSS	Lámparas en las que existen Diferencias.
Test de Tukey para la comparación de la microdureza producida por las 3 lámparas en la superficie Tope de los cuerpos de prueba de 2mm.	LITEX VS. ELIPAR 2500 LITEX VS. ELIPAR FREELIGHT 2
Test de Tukey para la comparación de la microdureza producida por las 3 lámparas en la superficie Tope de los cuerpos de prueba de 4mm.	LITEX vs. ELIPAR FREELIGHT 2
Test de Tukey para la comparación de la microdureza producida por las 3 lámparas en la superficie Base de los cuerpos de prueba de 4mm.	ELIPAR FREELIGHT 2 vs. ELIPAR 2500 LITEX vs. ELIPAR 2500
Test de Tukey para la comparación de la microdureza producida por las 3 lámparas en la superficie Tope de los cuerpos de prueba de 2 y 4mm.	LITEX vs. ELIPAR 2500 LITEX vs. ELIPAR FREELIGHT 2
Test de Tukey para la comparación estadística del porcentaje de polimerización por las 3 lámparas en los cuerpos de prueba de 4mm.	LITEX vs. ELIPAR 2500 ELIPAR FREELIGHT 2 vs. ELIPAR 2500

DISCUSION

La microdureza es considerada como una propiedad física muy importante de las resinas compositas, la cual es relevante para medir la profundidad de curado de las mismas y también de interés en el comportamiento clínico.

La Finalidad de este estudio fue evaluar el nivel de microdureza como medida del grado de polimerización alcanzado en la resina composita al ser fotopolimerizada con Lámpara de luz halógena y Lámparas a base de LED's.

En cuanto al fotocurado puede anticiparse que la microdureza superficial de la resina composita se verá reducida al aumentar el espesor del incremento, ya que a medida que la longitud de onda de luz penetra la resina, en sus porciones más profundas menos canforquinonas son activadas, por el debilitamiento de la intensidad de luz.

Los valores óptimos de microdureza de Vickers según Yap y Severiratne en su estudio publicado en 2001 son en su superficie tope mayor o igual a 73 y en la superficie base mayor o igual a 57. Los valores encontrados en nuestro estudio coinciden en la superficie tope en ambos incrementos (2 y 4mm); mientras los valores obtenidos en la superficie base del incremento de 4mm no superan a los sugeridos por los autores en su estudio.

En el perfil técnico de la lámpara Litex™ 695 (DENTAMERICA®) publicado en su página Web, se afirma que es posible fotocurar incrementos de 4mm en 10 segundos con una intensidad de 1200 mW/cm², nuestros resultados mostraron que esta lámpara no logra fotopolimerizar adecuadamente incrementos de mas de 2mm. Durante la confección de los cuerpos de prueba

se registraron valores de intensidad que superaron a los indicados por el fabricante (1600 mW/cm^2), además de generar una alta temperatura, lo que difiere con los estudios publicados por Ozturk en 2004 y Schnieder en 2005, quienes demostraron que la tecnología LED genera menos temperatura comparada con las halógenas.

Los resultados obtenidos en la superficie base del incremento de 4mm independientemente de la lámpara utilizada no superan los 57 MHV. Confirma que en la práctica clínica los incrementos no deben superar los 2mm para asegurar una adecuada polimerización. Esto concuerda con los estudios publicados por Rueggeberg et al. en 1994 y Leonard en 1999 quienes afirman que los incrementos de resina no deben superar los 2mm de espesor.

Lo anterior se reafirma con nuestros resultados, ya que estadísticamente los porcentajes de profundidad de polimerización no se encontraron diferencias estadísticas en los grupos de 2mm, mientras en los grupos de 4mm si se encontraron diferencias estadísticas significativas siendo las lámparas de tecnología LED's las que obtuvieron mejores resultados estadísticos que la lámpara halógena.

Asimismo nuestro estudio demostró un mejor desempeño de la tecnología a base de LED's, esto concuerda con Fujibayashi en 1998, quien evaluó comparativamente aparatos a base de LED's con las lámparas halógenas a través de pruebas de raspado, encontrando que la LED logró mayores niveles de microdureza.

Además Frentzen, Foll y Braun en 2001 compararon la profundidad de polimerización de una LED con una Halógena, los resultados mostraron que las

resinas fotocuradas con LED tuvieron mayor profundidad de polimerización, lo que concuerda con nuestros hallazgos.

Al analizar los resultados estadísticos se demostró que la lámpara Litex™ 695 tuvo mejor desempeño en comparación a las lámparas Elipar™ 2500 y Elipar™ Freelight™ 2. Los resultados pueden ser atribuidos a que la lámpara Litex™ 695 mostró intensidades mucho mayores que los otros dos aparatos en estudio 1600 mW/cm^2 contra 1000 mW/cm^2 de Elipar™ Freelight™ 2 y 500 mW/cm^2 de Elipar™ 2500.

Estos resultados no indican que la mejor opción para polimerización de resinas compositas sea la lámpara Litex™ 695, ya que es necesario realizar estudios de biocompatibilidad en dicha lámpara, debido al calor generado por la misma, con el objetivo de verificar si ésta produce o no daños pulpares. Además verificar los niveles de contracción de polimerización para garantizar que la alta intensidad emitida por dicha lámpara no afecte la adhesión de la resina composita en la estructura dental.

CONCLUSIONES.

De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo, podemos concluir que:

- En general, la lámpara Litex™ 695 fue superior en microdureza en la superficie Tope de los cuerpos de prueba de 2 y 4mm, en comparación a las lámparas Elipar™ Freelight™ 2 y Elipar™ 2500.
- A pesar de que en la superficies Base de los cuerpos de prueba de 2mm todas las lámparas tuvieron efectos semejantes, en los cuerpos de prueba de 4mm ambos sistemas LED's demostraron mejor desempeño que la lámpara halógena en relación a microdureza superficial, pero se mostraron iguales entre si.
- Entre las superficies Tope y Base de ambos grupos 2 y 4mm no hubo diferencia estadística significativa.
- En lo que respecta al porcentaje de polimerización, todas las lámparas evaluadas mostraron comportamiento similar en espesores de 2mm, sin embargo, en espesores de 4mm los sistemas LED's fueron superiores a la halógena, pero ambos iguales entre si.

RECOMENDACIONES.

- Mantener el grosor del incremento de resina en 2mm según recomendaciones del fabricante para un obtener un índice de microdureza adecuado.
- Es necesario realizar más estudios en la lámpara de luz a base de LED's Litex™ 695 (DENTAMERICA®), para verificar si el calor producido por la misma durante la polimerización podría causar daño a nivel pulpar, así como si la alta intensidad generada, afecta negativamente en la adecuada adhesión a la superficie dental.

BIBLIOGRAFIA.

1. Peris, A. R; et al. The effect of composite type in Microhardness when using Quartz-tungsten-halogen (QTH) or LED lights. *Op. Dent.* 2005, 30 (5): 649 – 654.
2. Dunn, W; et al. A comparison of polymerization by Light-emitting diode and halogen-based Light-curing units. *JADA*, 2002; 133: 335 – 341.
3. Tsai, Paul; et al. Depth of cure and surface Microhardness of composite resin cured with blue LED curing lights. *Dental Material*, 2004, 20: 364 – 369.
4. Cova, Jose Luis. *Biomateriales dentales*. Venezuela, Editorial Actualidades Medico Odontológicas Latinoamérica. 2004.
5. Henostroza, Gilberto. *Adhesión en Odontología Restauradora*. Brasil, Editorial Maio. 2003.
6. Stansbury, Jeffrey W. Curing dental resins and composites by photopolymerization. *Esthet. Dent.*, 2000; 12 (6): 300 – 308.
7. Delgado, Leyla. *Avaliacao da microdureza superficial de resinas compostas extraclaras fotopolimerizadas por luz halógena e LEDs. Descricao das características dos aparelhos fotopolimerizadores*. Tesis de post-grado en Odontología, Universidad Estatal Ponta Grossa, Brasil. 2004

8. Leonard, DL; et al. Determination of the minimum irradiance required for adequate polymerization of hybrid and microfill composites. *Op. Dent.* 2001; 26: 176 – 180.
9. Stahl F, et al. Light emitting diode (LED) polymerization of dental composites: flexural properties and polymerization potential. *Biomaterials* 2000; 21: 1379-1385. Apud Micali, Bianca; et al. Effectiveness of composite resin polymerization using light-emitting diode and halogen-based light-curing units. *Braz. Oral Res.* 2004; 18 (3): 20 – 28.
10. Pereira, SK. Avaliação da dureza superficial de uma resina composta híbrida em função de cor, tempo de exposição, intensidade de luz e profundidade do material. *JBC.* 2000; 4 (23): 63 – 67.
11. Briso, Andre; et al. Influence of Light curing source on Microhardness of composite resins of different shades. *J. Appl. Oral Science.* 2006; 14 (1): 10 – 15.
12. Tarle, Z. Comparison of composite curing parameters: Effects of light source and curing mode on conversion, temperature rise and polymerization shrinkage. *Op. Dent.* 2006, 31 (2): 219 – 226.
13. Saravia, Miguel. LED: Luz emitida por diodos para fotopolimerización de resinas compuestas usadas en odontología restauradora. 2000 (Fecha de acceso Octubre 2005) <http://www.odontologia-online.com/casos/part/MAS/MAS02/mas02.html>
14. Bouillaguet S, et al. Thermal risks from LED and high intensity QTH curing units during polymerization of dental resins. *Journal of Biomedical*

Materials Research 2005; 72: 260-267 Apud Jung, H; et al. Polymerization efficiency of different photocuring units through ceramic discs. Op. Dent. 2006, 31 (1): 68 – 77.

15. Ozturk, B. et al. Temperature rise during adhesive and resin composite polymerization with various light curing sources, Op. Dentistry. 2004; 29 (3): 325 – 332.
16. Schneider L. F. C, et al. Temperature change and hardness with different resin composites and photo-activation methods. Op. Dentistry. 2005; 30 (4): 516 – 521.
17. Clifford; et al. Arte y ciencia de la operatoria dental. 3ª Edición. España, Editorial Harcourt Brace, 1999.
18. Leonard, DL. et al. Effect of curing-tip diameter on the accuracy of dental radiometers. Op. Dent. 1999, 24: 31 – 37.
19. Fowler, CS.; et al. Efficacy testing of visible-light-curing units. Op. Dent. 1994, 19: 47 – 52.
20. Lucar, George; et al. Microindentation Hardness Testing. September, 1998 (Fecha de acceso Noviembre 2006)
<http://moremetallography.com/amp/micro.htm>
21. Unterbrink, G.L; et al. Influence of light intensity on two restorative system. J. of Dentistry 1995; 23 (3): 183 – 189.

22. Pereira, S. K. et al. Intensidade de luz e profundidade de polimerizacao de aparelhos fotopolimerizadores. Revista da Associacao Paulista de cirurgioes dentistas, 1997; 51(3): 257 – 260. Apud Delgado, Leyla. Avaliacao da microdureza superficial de resinas compostas extraclaras fotopolimerizadas por luz halógena e LEDs. Descricao das caracteristicas dos aparelhos fotopolimerizadores. Tesis de post-grado en Odontología, Universidad Estatal Ponta Grossa, Brasil. 2004
23. Soh, MS.; et al. Comparative depth of cure among various curing light types and methods. Op. Dent. 2004, 29 (1): 9 – 15.
24. Soh, MS.; et al. Analysis of the degree of conversion of LED and halogen lights using micro-raman spectroscopy. Op. Dent. 2004, 29 (5): 571 – 577.
25. Fujibayashi, K. et al. Newly developed curing unit using blue light-emitting diodes. Dentistry in Japan, 1998; 34: 49 – 53 Apud Delgado, Leyla. Avaliacao da microdureza superficial de resinas compostas extraclaras fotopolimerizadas por luz halógena e LEDs. Descricao das caracteristicas dos aparelhos fotopolimerizadores. Tesis de post-grado en Odontología, Universidad Estatal Ponta Grossa, Brasil. 2004
26. Kurachi, C. et al. Hardness evaluation of dental composite polymerized with experimental LED-based devices. Dental Materials. 2000; 17 (4): 309 – 315 Apud Delgado, Leyla. Avaliacao da microdureza superficial de resinas compostas extraclaras fotopolimerizadas por luz halógena e LEDs. Descricao das caracteristicas dos aparelhos fotopolimerizadores. Tesis de post-grado en Odontología, Universidad Estatal Ponta Grossa, Brasil. 2004

27. Frentzen, M; Foll V; Braun, A. Photopolymerization of composite resin using LED technology. *Journal Oral Laser Applications*. 2001; 1: 189 – 94
Apud Delgado, Leyla. Avaliação da microdureza superficial de resinas compostas extraclaras fotopolimerizadas por luz halógena e LEDs. Descrição das características dos aparelhos fotopolimerizadores. Tesis de post-graduação em Odontologia, Universidade Estadual Ponta Grossa, Brasil. 2004
28. Ferracane, J. L. et al. Relationship between shade and depth of cure for Light-activated dental composite resins. *Dental Materials*. 1986; 2: 80 – 84
Apud Delgado, Leyla. Avaliação da microdureza superficial de resinas compostas extraclaras fotopolimerizadas por luz halógena e LEDs. Descrição das características dos aparelhos fotopolimerizadores. Tesis de post-graduação em Odontologia, Universidade Estadual Ponta Grossa, Brasil. 2004
29. Sakaguchi, RL; et al. Curing light performance and polymerization of composite restorative materials. *J. Dent*. 1992; 20: 183 – 188.
30. Kawaguchi, M.; et al. The relationship between cure depth and transmission coefficient of visible-light-activated resins composites. *J. Dent. Res*. 1994, 73 (2): 516 – 521.
31. Fischer, Natalia; et al. Análisis comparativo de la microdureza superficial de dos resinas compuestas sometidas a complementación de polimerización. (Fecha de acceso Noviembre 2006)
<http://www.ecuaodontologos.com/revistaorbybg/vol3num1/analisis.html>

32. Yap, A. U; Severiratne, C. Influence of Light energy density on effectiveness of composite cure. *Op. Dentistry*, 2001; 26 (5): 460 – 466
Apud Delgado, Leyla. Avaliação da microdureza superficial de resinas compostas extraclaras fotopolimerizadas por luz halógena e LEDs. Descrição das características dos aparelhos fotopolimerizadores. Tesis de post-grado en Odontología, Universidad Estatal Ponta Grossa, Brasil. 2004
33. Pineda, EB.; et al. Metodología de la investigación. 2ª Edición. Estados Unidos, Editorial OPS, 1994.
34. Sampieri, Roberto; et al. Metodología de la investigación. 2ª Edición. México, Editorial Mc Graw-Hill, 2000.
35. Perfil técnico del producto Filtek™ Z350 3M-ESPE.
36. Perfil técnico del producto Elipar™ 2500 3M-ESPE.
37. Perfil técnico del producto Elipar™ FreeLight™ 2 3M-ESPE.
38. Perfil técnico del producto Litex™ 695 DENTAMERICA®
39. Perfil técnico del producto Litex™ 695 DENTAMERICA®
<http://www.dentamerica.com/litex.htm#8>

ANEXOS

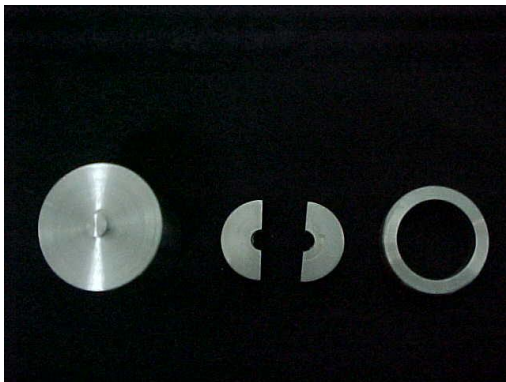
ANEXO I. SECUENCIA DE ELABORACIÓN DE CUERPOS DE PRUEBA.



Monitoreo de las Lámparas de luz previo a la confección de los cuerpos de prueba



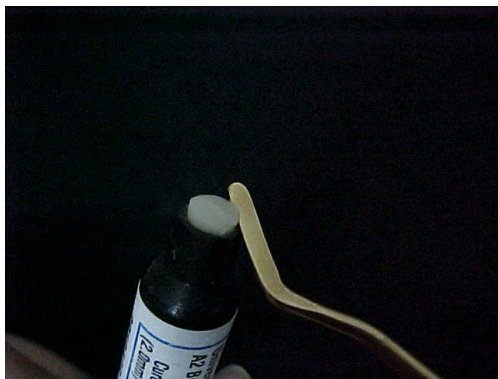
Monitoreo de las Lámparas de luz durante la confección de los cuerpos de prueba



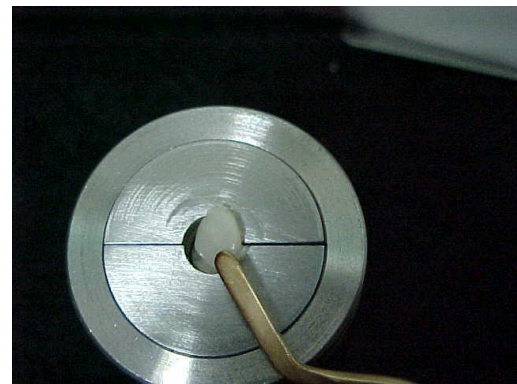
Matrices Metálicas



Resina Filtek™ Z350 (3M-ESPE)



Se toma el incremento de Resina



Colocación del incremento de Resina en la matriz metálica



Condensado dentro de la Matriz Metálica con un instrumento de Resina



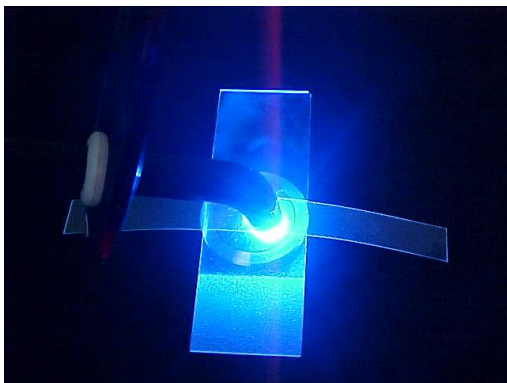
Condensado dentro de la Matriz Metálica con un instrumento de Resina



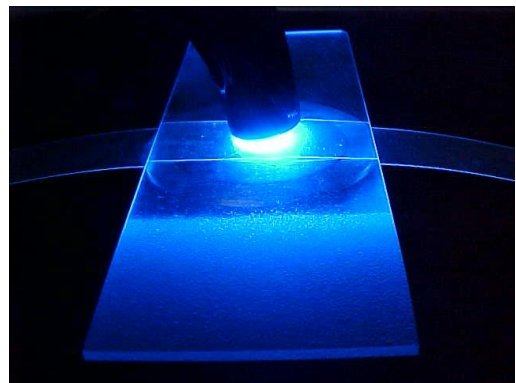
Colocación de Banda de Celuloide sobre la resina



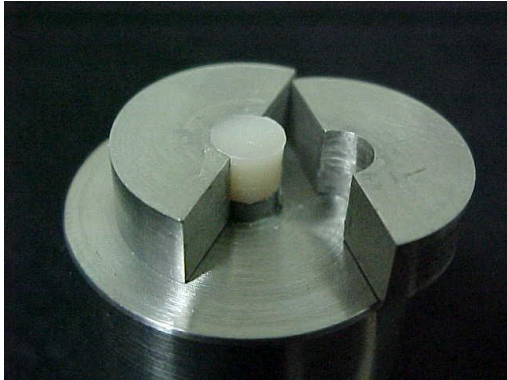
Colocación de lamina portaobjetos sobre la banda



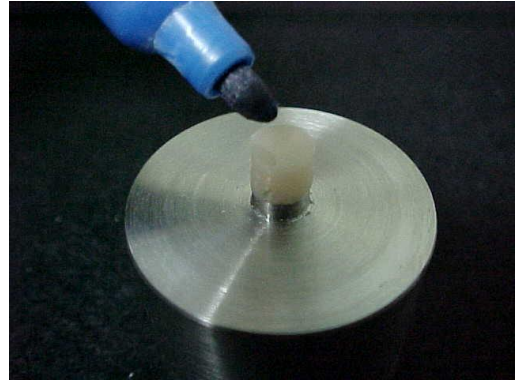
Fotopolimerizado por 20 segundos



Fotopolimerizado por 20 segundos



Cuerpo de prueba Fotopolimerizado



Marcación de la superficie tope



Embalaje en papel aluminio



Embalaje del cuerpo de prueba



Almacenamiento de cuerpos de prueba en su respectivo grupo



Almacenamiento en recipiente oscuro y seco según su grupo por 24 horas

ANEXO II. SECUENCIA DE PRUEBA DE MICRODUREZA SUPERFICIAL.



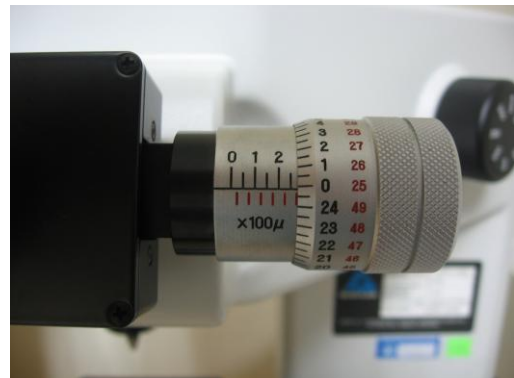
Microdurometro Micromet® 2001 (Buehler)



Microdurometro Micromet® 2001 (Buehler)
Objeto Microscópico y punta de diamante



Mesa para ajustar el cuerpo de prueba



Perilla para registro de datos (micras)



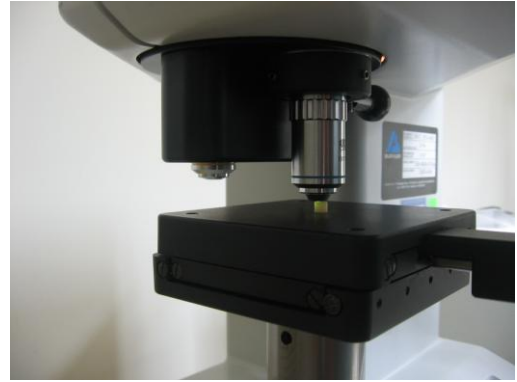
Lente, y brazos para registrar las mediciones
de la indentación



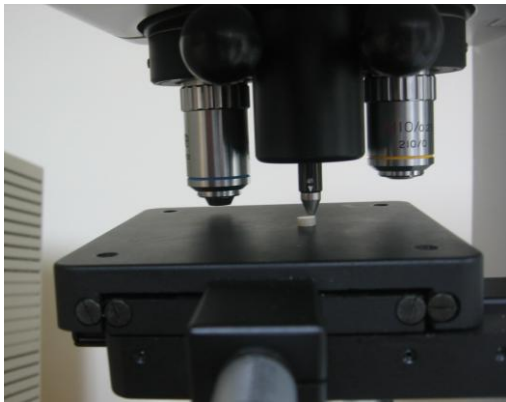
Ajuste de la mesa para identificar las
posibles zonas para la indentación



Ajuste de la imagen microscópica



Ajuste de la imagen microscópica, Lente macro para escoger el área de indentación



Proceso de Indentación en el cuerpo de prueba. Carga 200gf /15 seg.

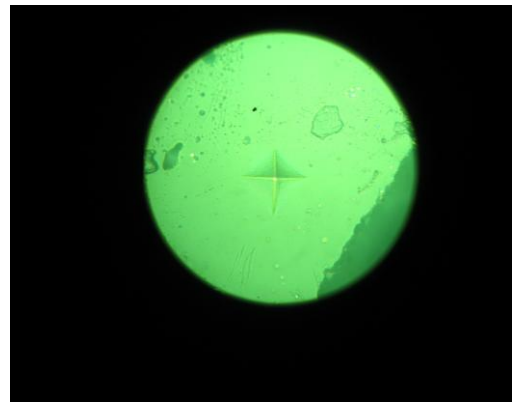


Imagen Microscópica de la Indentación

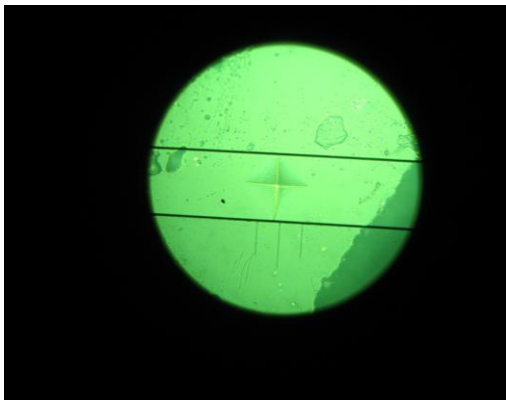


Imagen Microscópica de la Indentación
Medición de las diagonales

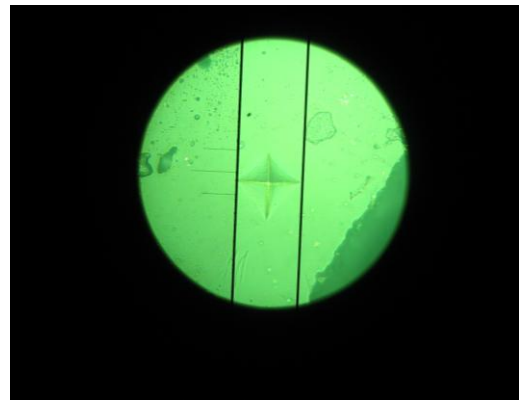


Imagen Microscópica de la Indentación
Medición de las diagonales

ANEXO III. REGISTRO DE DATOS OBTENIDOS GRUPO A

		IMPRESIONES		MEDIA MICRAS	MEDIA mm.	L2	HV	% Polimeriz.
		1	2					
1	T	68.5	68.5	68.5	0.069	0.00469225	79	96.45
	B	68	71.5	69.75	0.070	0.00486506	76	
2	T	67.5	67.5	67.5	0.068	0.00455625	81	104.60
	B	64	68	66	0.066	0.004356	85	
3	T	70	67	68.5	0.069	0.00469225	79	108.54
	B	63.5	68	65.75	0.066	0.00432306	86	
4	T	67.5	69	68.25	0.068	0.00465806	80	104.54
	B	62	71.5	66.75	0.067	0.00445556	83	
5	T	67.5	70	68.75	0.069	0.00472656	78	95.10
	B	70	71	70.5	0.071	0.00497025	75	
6	T	69.5	69	69.25	0.065	0.00419256	88	82.01
	B	73	70	71.5	0.072	0.00511225	73	
7	T	67	67.5	67.25	0.067	0.00452256	82	85.45
	B	71	74.5	72.75	0.073	0.00529256	70	
8	T	70.5	69.5	70	0.070	0.0049	76	121.52
	B	64.5	62.5	63.5	0.064	0.00403225	92	
9	T	71	69.5	70.25	0.070	0.00493506	75	92.61
	B	64.5	81.5	73	0.073	0.005329	70	
10	T	68.5	72.5	70.5	0.071	0.00497025	75	78.64
	B	73.5	85.5	79.5	0.080	0.00632025	59	
PROMEDIO % P. POL.								96.95

ANEXO IV. REGISTRO DE DATOS OBTENIDOS GRUPO B

		IMPRESIONES		MEDIA MICRAS	MEDIA mm.	L2	HV	% Polimeriz.
		1	2					
1	T	68.5	68	68.25	0.068	0.00465806	80	46.35
	B	93	107.5	100.25	0.100	0.01005006	37	
2	T	68.5	69.5	69	0.069	0.004761	78	56.56
	B	82.5	101	91.75	0.092	0.00841806	44	
3	T	67	66.5	66.75	0.067	0.00445556	83	25.19
	B	168.5	97.5	133	0.133	0.017689	21	
4	T	71.5	67.5	69.5	0.070	0.00483025	77	47.82
	B	97	104	100.5	0.101	0.01010025	37	
5	T	68	71	69.5	0.070	0.00483025	77	53.24
	B	93	97.5	95.25	0.095	0.00907256	41	
6	T	72	69.5	70.75	0.071	0.00500556	74	56.35
	B	95	93.5	94.25	0.094	0.00888306	42	
7	T	69.5	69	69.25	0.069	0.00479556	77	49.43
	B	96	101	98.5	0.099	0.00970225	38	
8	T	67.5	69	68.25	0.068	0.00465806	80	34.92
	B	112	119	115.5	0.116	0.01334025	28	
9	T	70	69.5	69.75	0.070	0.00486506	76	56.25
	B	90.5	95.5	93	0.093	0.008649	43	
10	T	66.5	67.5	67	0.067	0.004489	83	51.62
	B	90	96.5	93.25	0.093	0.00869556	43	
PROMEDIO % P. POL.								47.77

ANEXO V. REGISTRO DE DATOS OBTENIDOS GRUPO C

		IMPRESIONES		MEDIA MICRAS	MEDIA mm.	L2	HV	% Polimeriz.
		1	2					
1	T	69	67.5	68.25	0.068	0.00465806	80	101.48
	B	73	62.5	67.75	0.068	0.00459006	81	
2	T	68.5	67.5	68	0.068	0.004624	80	73.62
	B	82	76.5	79.25	0.079	0.00628056	59	
3	T	66.5	67.5	67	0.067	0.004489	83	90.96
	B	73	67.5	70.25	0.070	0.00493506	75	
4	T	70	68.5	69.25	0.069	0.00479556	77	110.93
	B	70	61.5	65.75	0.066	0.00432306	86	
5	T	69.5	68.5	69	0.069	0.004761	78	95.11
	B	74	67.5	70.75	0.071	0.00500556	74	
6	T	67	68	67.5	0.068	0.00455625	81	97.81
	B	66.5	70	68.25	0.068	0.00465806	80	
7	T	69	68	68.5	0.069	0.00469225	79	100.73
	B	67.5	69	68.25	0.068	0.00465806	80	
8	T	69	69.5	69.25	0.069	0.00479556	77	88.77
	B	77.5	69.5	73.5	0.074	0.00540225	69	
9	T	69.5	69.5	69.5	0.070	0.00483025	77	93.18
	B	70.5	73.5	72	0.072	0.005184	72	
10	T	67.5	71.5	69.5	0.070	0.00483025	77	88.21
	B	75.5	72.5	74	0.074	0.005476	68	
PROMEDIO % P. POL.								94.08

ANEXO VI. REGISTRO DE DATOS OBTENIDOS GRUPO D

		IMPRESIONES		MEDIA MICRAS	MEDIA mm.	CUADRAD O	HV	% Polimeriz.
		1	2					
1	T	73.5	69.5	71.5	0.072	0.00511225	73	78.40
	B	78	83.5	80.75	0.081	0.00652056	57	
2	T	69	67.5	68.25	0.068	0.00465806	80	52.44
	B	82.5	106	94.25	0.094	0.00888306	42	
3	T	70	68	69	0.069	0.004761	78	56.25
	B	90.5	93.5	92	0.092	0.008464	44	
4	T	70	70	70	0.070	0.0049	76	76.09
	B	82	78.5	80.25	0.080	0.00644006	58	
5	T	71	70	70.5	0.071	0.00497025	75	70.44
	B	87.5	80.5	84	0.084	0.007056	53	
6	T	75	68.5	71.75	0.072	0.00514806	72	77.98
	B	75.5	87	81.25	0.081	0.00660156	56	
7	T	68.5	69	68.75	0.069	0.00472656	78	72.04
	B	78.5	83.5	81	0.081	0.006561	57	
8	T	69	70.5	69.75	0.070	0.00486506	76	71.05
	B	81	84.5	82.75	0.083	0.00684756	54	
9	T	69.5	69.5	69.5	0.070	0.00483025	77	61.32
	B	83	94.5	88.75	0.089	0.00787656	47	
10	T	69.5	71	70.25	0.070	0.00493506	75	75.22
	B	81.5	80.5	81	0.081	0.006561	57	
PROMEDIO % P. POL.								69.12

ANEXO VII. REGISTRO DE DATOS OBTENIDOS GRUPO E

		IMPRESIONES		MEDIA MICRAS	MEDIA mm.	CUADRADO	HV	% Polimeriz.
		1	2					
1	T	65.5	66.5	66	0.066	0.004356	85	92.83
	B	70	67	68.5	0.069	0.00469225	79	
2	T	65	67	66	0.066	0.004356	85	87.64
	B	67.5	73.5	70.5	0.071	0.00497025	75	
3	T	68	68.5	68.25	0.068	0.00465806	80	98.55
	B	72	65.5	68.5	0.069	0.00472656	78	
4	T	67	67.5	67.25	0.067	0.00452256	82	77.79
	B	82	70.5	76.25	0.076	0.00581406	64	
5	T	67.5	68.5	68	0.068	0.004624	80	82.76
	B	79.5	70	74.75	0.075	0.00558756	66	
6	T	69	68.5	68.75	0.069	0.00472656	78	88.70
	B	70.5	75.5	73	0.073	0.005329	70	
7	T	66.5	66.5	66.5	0.067	0.00442225	84	90.90
	B	69	70.5	69.75	0.070	0.00486506	76	
8	T	67.5	67.5	67.5	0.068	0.00455625	81	104.60
	B	63	69	66	0.066	0.004356	85	
9	T	67.5	67	67.25	0.067	0.00452256	82	78.82
	B	70.5	81	75.75	0.076	0.00573806	65	
10	T	67.5	65.5	66.5	0.067	0.00442225	84	90.90
	B	70.5	69	69.75	0.070	0.00486506	76	
PROMEDIO % P. POL.								89.35

ANEXO VIII. DE REGISTRO DE DATOS OBTENIDOS GRUPO F

		IMPRESIONES		MEDIA MICRAS	MEDIA mm.	CUADRADO	HV	% Polimeriz.
		1	2					
1	T	72.5	67.5	70	0.070	0.0049	76	67.39
	B	87.5	83.5	85.5	0.086	0.00731025	51	
2	T	67	66.5	66.75	0.067	0.00445556	83	66.67
	B	78.5	85	81.75	0.082	0.00668306	55	
3	T	67	67.5	67.25	0.067	0.00452256	82	65.26
	B	71.5	95	83.25	0.083	0.00693056	54	
4	T	68	70.5	69.25	0.070	0.00486506	76	68.95
	B	81.5	86.5	84	0.084	0.007056	53	
5	T	65	66.5	65.75	0.066	0.00432306	86	73.87
	B	74.5	78.5	76.5	0.077	0.00585225	63	
6	T	68.5	69	68.75	0.069	0.00472656	78	73.39
	B	86	74.5	80.25	0.080	0.00644006	58	
7	T	67	66	66.5	0.067	0.00442225	84	71.31
	B	84	73.5	78.75	0.079	0.00620156	60	
8	T	68	68	68	0.068	0.004624	80	67.53
	B	93	72.5	82.75	0.083	0.00684756	54	
9	T	70	67.5	68.75	0.069	0.00472656	78	63.17
	B	86	87.5	86.75	0.087	0.00752556	49	
10	T	69	66.5	67.75	0.068	0.00459006	81	53.36
	B	95.5	90	92.75	0.093	0.00860256	43	
PROMEDIO % P. POL.								67.09

ANEXO IX. TABLA DE RESULTADOS PROMEDIOS MICRODUREZA VICKERS.

	ELIPAR™ 2500 (3M ESPE)				ELIPAR™ FREELIGHT™ 2 (3 ESPE)				LYTEX™ 695 (DENTAMERICA®)			
	2mm.		4mm.		2mm.		4mm.		2mm.		4mm.	
	TOPE	BASE	TOPE	BASE	TOPE	BASE	TOPE	BASE	TOPE	BASE	TOPE	BASE
	MHV	MHV	MHV	MHV	MHV	MHV	MHV	MHV	MHV	MHV	MHV	MHV
PROMEDIO	79	77	79	37	79	74	76	53	82	73	80	54
DS	4	10	3	7	2	8	2	6	2	7	3	6

ANEXO X. TABLA GENERAL DE RESULTADOS

	ELIPAR™ 2500 (3M-ESPE)								ELIPAR™ FREELIGHT™ 2 (3M-ESPE)								LITEX™ 695 (DENTAMERICA®)							
	2 mm.				4 mm.				2 mm.				4 mm.				2 mm.				4 mm.			
	TOPE		BASE		TOPE		BASE		TOPE		BASE		TOPE		BASE		TOPE		BASE		TOPE		BASE	
	mm.	MHV	mm	MHV	mm	MHV	mm	MHV	mm	MHV	mm	MHV	mm	MHV	mm	MHV	mm	MHV	mm	MHV	mm	MHV	mm	MHV
1	0.069	79	0.070	76	0.068	80	0.100	37	0.068	80	0.068	81	0.072	73	0.081	57	0.066	85	0.069	79	0.070	76	0.086	51
2	0.068	81	0.066	85	0.069	78	0.092	44	0.068	80	0.079	59	0.068	80	0.094	42	0.066	85	0.071	75	0.067	83	0.082	55
3	0.069	79	0.066	86	0.067	83	0.133	21	0.067	83	0.070	75	0.069	78	0.092	44	0.068	80	0.069	78	0.067	82	0.083	54
4	0.068	80	0.067	83	0.070	77	0.101	37	0.069	77	0.066	86	0.070	76	0.080	58	0.067	82	0.076	64	0.070	76	0.084	53
5	0.069	78	0.071	75	0.070	77	0.095	41	0.069	78	0.071	74	0.071	75	0.084	53	0.068	80	0.075	66	0.066	86	0.077	63
6	0.065	88	0.072	73	0.071	74	0.094	42	0.068	81	0.068	80	0.072	72	0.081	56	0.069	78	0.073	70	0.069	78	0.080	58
7	0.067	82	0.073	70	0.069	77	0.099	38	0.069	79	0.068	80	0.069	78	0.081	57	0.067	84	0.070	76	0.067	84	0.079	60
8	0.070	76	0.064	92	0.068	80	0.116	28	0.069	77	0.074	69	0.070	76	0.083	54	0.068	81	0.066	85	0.068	80	0.083	54
9	0.070	75	0.073	70	0.070	76	0.093	43	0.070	77	0.072	72	0.070	77	0.089	47	0.067	82	0.076	65	0.069	78	0.087	49
10	0.071	75	0.080	59	0.067	83	0.093	43	0.070	77	0.074	68	0.070	75	0.081	57	0.067	84	0.070	76	0.068	81	0.093	43
Promedio	0.069	79	0.070	77	0.069	79	0.102	37	0.069	79	0.071	74	0.070	76	0.085	53	0.067	82	0.072	73	0.068	80	0.083	54
DS	0.002	4	0.005	10	0.001	3	0.013	7	0.001	2	0.004	8	0.001	2	0.005	6	0.001	2	0.003	7	0.001	3	0.005	6