

**"MEDICIÓN DE MICRODUREZA SUPERFICIAL POR MÉTODO DE SHORE D EN  
RESINAS COMPUESTAS BULK, CON Y SIN TRATAMIENTO DE PRECALENTADO.  
POLIMERIZADO INMEDIATAMENTE Y 24 HORAS DESPUÉS."**

TESIS PRESENTADA POR:

**JAVIER EDGARDO FLORIAN SAMAYOA**

Ante el Tribunal de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, que  
practicó el Examen General Público, previo a optar al Título de :

**CIRUJANO DENTISTA**

Guatemala, Noviembre de 2019.

## **JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

Decano:	Dr. Edgar Guillermo Barreda Muralles
Vocal Primero:	Dr. Otto Raúl Torres Bolaños
Vocal Segundo:	Dr. Sergio Armando García Piloña
Vocal Tercero:	Dr. José Rodolfo Cáceres Grajeda
Vocal Cuarto:	Br. Diego Alejandro Argueta Berger
Vocal Quinto:	Br. Andrés Isaac Zabala Ramírez
Secretario Académico:	Dr. Edwin Ernesto Milián Rojas

## **TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PUBLICO**

Decano:	Dr. Edgar Guillermo Barreda Muralles
Vocal Primero:	Dr. Otto Raúl Torres Bolaños
Vocal Segundo:	Dr. Herman Horacio Mendía Alarcón
Vocal Tercero:	Dr. Robín Fausto Hernández Díaz
Secretario Académico:	Dr. Edwin Ernesto Milián Rojas

## **ACTO QUE DEDICO:**

- A DIOS:** por darme salud e inteligencia para poder terminar con este segmento de mi carrera, por nunca haberme dejado cuando mas lo necesite. A Él sea este logro académico.
- A MIS PADRES:** Dr. Werner Florian y Dra. Rosa Maria Samayoa, por apoyarme, enseñarme y ayudarme durante este largo y satisfactorio camino universitario hasta el dia de hoy. Estandando a mi lado celebrando estos logros compartidos.
- A MIS HERMANOS:** Ing. Sara Florian Samayoa, Ing Lilian Florian Samayoa e Ing. Werner Florian Samayoa por estar en cualquier momento para mi, aprendiendo de ellos para poder salir adelante y seguir sus pasos de éxito en la vida.
- A MIS CATEDRÁTICOS:** por la formación profesional que me otorgaron, gracias a ustedes y a la Universidad San Carlos de Guatemala, por darme la oportunidad de realizar mis estudios académicos como Cirujano Dentista.

## **TESIS QUE DEDICO**

A DIOS: POR PERMITIRME CUMPLIR ESTE LOGRO.

A: GUATEMALA

A: MI FAMILIA

A: UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA

A: FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

A: MIS CATEDRÁTICOS

A: MI ASESOR

Dr. Herman Horacio Mendía Alarcón

A: Todas las personas que han contribuido en la elaboración de esta tesis.

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Tengo el honor de someter a su consideración mi trabajo de tesis intitulado:

**“Medición de microdureza superficial por método de Shore D en resinas compuestas bulk, con y sin tratamiento de precalentado. Polimerizado Inmediatamente y 24 horas después”**, conforme lo demandan los Estatutos de la Facultad de Odontología de la Universidad San Carlos de Guatemal, previo a optar al Título de:

**CIRUJANO DENTISTA**

A ustedes distinguidos miembros del Tribunal Examinador, sírvanse aceptar las muestras de mi más alta consideración y respeto.

## INDICE

SUMARIO	1
INTRODUCCIÓN	2
ANTECEDENTES	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
JUSTIFICACIÓN	5
MARCO TEÓRICO	6
OBJETIVOS	20
HIPOTESIS	21
VARIABLES	22
METODOLOGÍA	23
RESULTADOS	26
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	33
CONCLUSIONES	35
RECOMENDACIONES	36
LIMITACIONES	37
BIBLIOGRAFIA	38
ANEXOS	39

## SUMARIO

Con el propósito de conocer la mejor manipulación de los nuevos materiales odontológicos como es la resina compuesta bulk se sometió este material a diferentes tratamientos tales como el precalentado a 54° C y sin precalentado. Luego colocadas en una incubadora por 24 horas a temperatura corporal 37° C para luego ser tomada la medición de la microdureza superficial en diferentes profundidades de 0 mm hasta 4mm, y otro grupo que no se colocó en la incubadora, tomando la medición inmediatamente después de su fotocurado, a las mismas profundidades respectivas.

Se evaluaron tres tipos de resina compuesta bulk en esta investigación: Fillteck Bulk 3M ESPE®, Tetric Bulk Ivoclar Vivadent® y Sonicfill Kerr®. Todas las resinas compuestas bulk eran de color A2. Estas fueron fotopolimerizadas con lámpara Valo Ultradent® para estandarizar los resultados. La medición de micro dureza se realizó con un durómetro de Shore D. Posterios se utilizo el programa SPSS 25 para realizar las pruebas de 4Kruskal Wallis y la prueba U de Mann Whitney.

Se observó que el tratamiento de precalentado, juntamente con el tiempo de post curado fueron efectivos para mejorar las propiedades físicas de las resinas compuestas bulk en esta investigación. Su microdureza superficial aumento en ambas superficie de la muestra, penetrando hasta una profundidad de 4 mm. Esto demuestra que la profundidad de curado de dichas resinas compuestas bulk si fue efectiva.

Al haber sometido las tres marcas de resinas compuestas bulk a los mismos tratamientos, éstas se comportaron de una manera homogénea, dando así una microdureza superficial similar entre las tres sin diferencia significativa según la prueba estadística de Kruskal Wallis y U de Mann Whitney; permitiendo que la selección de la resina compuesta bulk a utilizar por el profesional, dependa de factores subjetivos externos a la microdureza superficial y profundidad de curado de las mismas.

Con base a los resultados obtenidos en esta investigación sabemos que si hubo cambio en la microdureza superficial de la resina compuesta bulk luego de ser sometida al tratamiento de precalentado y dando un tiempo de 24 hrs. De estabilización.

## INTRODUCCIÓN

El manejo de las resinas compuestas bulk ha sido hasta el día de hoy un tema de importancia para mejorar las técnicas de restauraciones dentales. Las resinas compuestas han cambiado su composición, mejorando el tamaño de partículas, porcentaje de relleno, entre otros factores que cambiaron su comportamiento final. Actualmente las resinas compuestas bulk, son una clase de resinas compuestas que permite mayor grosor (4 - 5 mm.) de polimerizado en comparación a las resinas compuestas convencionales (2 mm). Evitando la estratificación en la obturación de una cavidad. De la misma forma no solo las resinas compuestas han avanzado en su campo, sino también las lámparas de fotocurado. Estas se desarrollaron en áreas industriales fuera de la Odontología y paulatinamente se fueron integrando a esta área de la salud (6).

También se descubrieron los nuevos foto iniciadores como la canforoquinona. Luego, el desarrollo de la Lucerina que es más sensible y de color menos amarillo y finalmente el Ivocerin. Las lámparas más versátiles para estos fotoiniciadores fueron en su época las halógenas por su amplio espectro de luz. Hoy en día encontramos lámparas LED de hasta 4 diferentes leds como la Valo Ultradent que logra un espectro de luz tan amplio como las lámparas halógenas (7).

En busca de seguir mejorando los materiales y sus aplicaciones se desarrolló la técnica que consiste en el uso de resinas compuestas de alto contenido de relleno las cuales tienden a ser más viscosas que las resinas convencionales, a las cuales se les puede aplicar un tratamiento de pre calentado. El objetivo del pre calentado es aumentar su fluidez y finalmente dar un mejor desplazamiento de la resina compuesta dentro de la cavidad ya que la obturación se realiza mediante un solo incremento o con una segunda capa final para dar mejor anatomía y pulido (1,4).

Las conclusiones de diferentes estudios nos dieron a conocer que al utilizar la técnica de pre calentado se reduce el tiempo del uso de la lámpara de fotopolimerizado por el aumento del factor de conversión y el aumento de la microdureza superficial de la restauración (2). Dando, así como resultado una resina compuesta de un solo incremento más fluida que una resina compuesta de técnica convencional por varios incrementos, y con mejores características finales como su microdureza superficial (4).

## ANTECEDENTES

Según el estudio de Dionysopoulos, D; Tolidis, K. and Gerasimon, P. realizado en el 2016: “Se observó que hubo un aumento en la microdureza superficial de las resinas compuestas con tratamiento de precalentado a 54° C en comparación con el grupo control de resina compuesta que estuvo a temperatura ambiente” (2). Dándonos a entender que el aumento de la temperatura en las resinas compuestas sí es benéfico para sus características físicas (2).

López, C. nos menciona en su estudio realizado en el 2014 que: “Los incrementos de resina compuesta convencional no deben de ser mayores a 2 mm para promover una dureza superficial adecuada, al sobrepasar estos límites se encuentra una fotopolimerización deficiente en la profundidad de dichos incrementos” (3).

Asimismo, López, C. en su mismo estudio nos indica: “En las mediciones efectuadas se demostró que existen diferencias estadísticamente significativas, por lo que se concluye que al aumentar la intensidad de las lámparas de fotopolimerizado así también como el aumentar el tiempo de exposición, reduciendo la distancia entre la resina compuesta y la lámpara de fotopolimerizado y utilizando resinas compuestas con nanotecnología aumenta la dureza superficial de las resinas compuestas” (3). La conclusión de este estudio fue que los límites de obturado convencional son de hasta 2 mm de profundidad y que las unidades de fotopolimerizado sí influyen en la polimerización de la resina compuesta.

En el estudio Effect of pre-heating on the viscosity and microhardness on resin composite de Lucey, S. nos confirma que: “En las resinas compuestas de composite con tratamiento de precalentado se redujo su viscosidad y se reforzó su dureza superficial” (4).

Muñoz, C. nos permite entender que el pretratamiento para las resinas compuestas sí es un factor benéfico que nos permite reconocer una nueva técnica de manipulación y obturación de las resinas compuestas. Esto lo Indica en Effect of pre-heating on depth of cure surface hardness of light-polymerized resin composite. Esto lo podemos ver en las siguientes citas: “Los resultados indicaron que hay un aumento en la dureza superficial para ambos lados de la resina compuesta, conforme al aumento de temperatura aplicada, de 70 a 140 °F” (6). De la misma manera “El porcentaje de dureza fue mayor con una fuente de luz LED en comparación a luz halógena para fotopolimerizado de las muestras de resina compuesta” (6).

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Las resinas compuestas por su alto nivel de viscosidad siempre han tenido la complejidad de tener que colocarse en incrementos pequeños (1.5 mm - 2 mm) para evitar una mala unión con las paredes de la cavidad y disminuir su factor de contracción de polimerizado y reflexión de paredes cavitarias tanto como fallas adhesivas. Este tipo de incrementos no mayores a 2 mm también ha sido limitado de esta manera debido a la baja penetración de la luz proveniente de las lámparas de fotocurado, las cuales no logran un polimerizado adecuado más allá de un grosor de 2 mm de resina compuesta (3). Así también las lámparas de fotocurado han aumentado su potencia para disminuir el tiempo de trabajo con un polimerizado óptimo (10).

Se busca la aplicación de técnicas más sencillas para disminuir la posibilidad de error, con el propósito de obtener una resina compuesta con óptimas características y mayor resistencia superficial. Hoy en día se ha empleado un método con resinas compuestas pre calentadas en horno, previo a su manipulación, esto le confiere al material una mayor fluidez para una manipulación intracavitaria más sencilla (4).

Se ha observado que, al aumentar la temperatura de la resina compuesta, aumenta el grado de conversión y da como resultado aumento de la dureza superficial y disminuye el tiempo de fotopolimerizado.

Tomando en consideración que a las 24 hrs. de haber sido obturada la cavidad, la resina compuesta aumenta su microdureza por la estabilización de las partículas de la misma (6).

Por lo anterior tenemos como resultado la siguiente interrogante:

¿Habrá cambio en la microdureza superficial de la resina compuesta bulk al ser sometida al tratamiento de precalentamiento, inmediatamente y luego de 24 hrs. de estabilización?

## JUSTIFICACIÓN

La búsqueda para obtener una restauración final de resina compuesta bulk con excelentes características físicas y mecánicas ha sido de gran importancia durante los últimos años. Esto me condujo a la aplicación de diferentes métodos de manipulación para conocer los efectos finales sobre esta y observar su comportamiento en el proceso de fotopolimerización hasta su estado final.

Por consiguiente, es necesario conocer los efectos positivos o negativos sobre la resina compuesta bulk a través del método de precalentamiento dando así cambios en su microdureza superficial y resistencia a la compresión, para conocer el mejor método de manipulación del material.

Así mismo la comprensión de los cambios físicos de la resina compuesta bulk al cabo de su post polimerizado, luego de 24 horas es necesario para verificar la estabilidad molecular de la microdureza superficial de la misma viendo las reacciones que esta presenta en este estado.

Determinar la profundidad de fotopolimerización de las resinas compuestas bulk a través de lámparas LED es importante para poder realizar la mejor técnica de obturación según cada una de las diferentes casas comerciales y conocer los límites de cada una de las resinas compuestas según su fabricante.

Finalmente, el conocimiento de los cambios que presentan las resinas compuestas y sus diferentes técnicas de manipulaciones nos guió a la realización de esta investigación, para conocer el mejor método de uso de este material.

## MARCO TEÓRICO

### Shore D

Los durometros de Shore se dividen en varias categorias siendo la categoria D la cual mide los hules rigidos, plasticos semiridios y plasticos rigidos. El durometro de Shore D mide la escala de resistencia de los materiales a la indentación. La aguja del durometro posee un largo de 1.1 mm de diametro con un angulo de 30° hacia su punta. El resorte ejerce una fuerza sobre la aguja de 44.45 N. de penetración. El resultado se muestra en el durometro de 0 – 100, con una valor mas alto se demuestra una mayor dureza. El metodo de medida se realiza colocando el durometro sobre la superficie a medir, se coloca por 15 segundos permitiendo que la aguja penetre en el material, y esto se debe de repetir de 3 a 5 veces para obtener una medida promedio de la dureza del material medido.

### Lámparas de Fotopolimerizado

Las lámparas de fotopolimerizado son la herramienta que los odontólogos tenemos para la polimerización de las resinas compuestas. Han avanzado conforme la tecnología se ha innovado en el área de la iluminación e irradiación de fotones. Hoy en día una lámpara multiLED puede abarcar un amplio espectro de luz, teniendo la capacidad de fotopolimerizar cualquier tipo de resina compuesta que se irradie, esto es debido a la capacidad que tiene de transmitir una onda de luz más completa permitiendo activar cualquier fotoactivador que presenta la resina compuesta. Las lámparas LED se basan en semiconductores los cuales al aplicarles la corriente suficiente producen luz. Esto resulta en una buena relación costo beneficio.

Son más económicas debido a que la luz led no necesita mucha energía para funcionar y su mantenimiento es más sencillo por la tecnología minimalista de los LED.

Uno de los primeros foto activadores aplicados a materiales dentales como resina compuesta es la canforoquinona. La cual es susceptible a la luz azul violeta para polimerizar. El color azul es el más efectivo, con sustratos de galio, indio y nitrato. Debido a esto las lámparas de fotocurado LED, plasma o halógenas tienen luz azul violeta (8).

Para conocer las lámparas más usadas hoy en día vamos al inicio de la era del fotopolimerizado y sus avances. Las lámparas de luz ultravioleta (UV) fueron las primeras en el mercado con la función de fotopolimerizar materiales dentales. Estas poseen un espectro de luz de

365 nm, y se introdujeron al mercado en 1970, funcionan por fuente de mercurio presurizado y cuarzo. Fue el primer paso revolucionario en la Odontología de fotopolimerizado. Se comenzó con el método de 20 segundos de luz, pero luego se observó que el tiempo óptimo era de 60 segundos para alcanzar una fotopolimerización ideal de los productos.

Los primeros productos a los cuales se agregaron los fotoactivadores fueron selladores para fosas y fisuras y resinas compuestas. Su utilización fue para obturación de lesiones cariosas y para la reparación de dientes fracturados, proveyendo una restauración más estética y menos invasiva. Los primeros fotoiniciadores fueron a base de ésteres de benzoilo. Peculiarmente el espectro de luz necesario para la foto iniciación era el mismo que presentaban las lámparas UV de ese tiempo.

En esa época se observan los primeros retos de estos materiales, como la penetración de la luz a través de ellos; Esto se logra solucionar con la obturación estratificada de las cavidades. Luego se da la preocupación por el daño sobre la visión por la onda corta que emana de la luz de las lámparas de fotopolimerizado, las cuales podrían causar cataratas y quemadura de córnea. También puede causar cambio en la microflora oral y daño en la piel.

En 1976 se introdujo la primera lámpara de luz visible gracias al Dr. Mohammed Bassoiuny. No fue en el campo de la Odontología donde se utilizó por primera instancia, pero aun así se logró aplicar a esta. Además de la introducción de la canforoquinona como fotoiniciador junto con aminas terciarias como co iniciadores. Estas lámparas funcionan a base de luz halógena con tungsteno-cuarzo, junto con paneles que absorben el calor producido por la misma. Utilizan un filtro de espectro de luz el cual solo permite la penetración de luz de 400 - 550 nm.

El primer sistema de fotopolimerizado con el sistema de luz visible fue FotoFil System® , el cual permite fotopolimerizar capas de hasta 2 mm de grosor al momento de realizar obturaciones de cavidades, así mismo se logró disminuir ligeramente el tiempo de 60 a 40 segundos de fotopolimerizado. También se vio una disminución al daño ocular y al cambio en la microflora oral. Pero se aumentó el daño de quemaduras por luz directa a la retina siendo un daño casi inmediato a la exposición de esta luz. Para la prevención del daño ocular se utilizó la tecnología “blue blockers” el cual consiste en la utilización de películas que no permiten el paso del espectro de luz azul hacia los ojos, reduciendo el daño ocular por las lámparas de fotopolimerizado. Aun así no se recomienda en ninguna instancia observar la luz directamente.

Las lámparas de luz halógena con tungsteno-cuarzo, fueron diseñadas inicialmente como lámparas de aeronaves por su alta intensidad y su diseño pequeño. Estas son las lámparas que más han durado en el mercado hasta los 90s. Se hicieron los cambios de bombillo de 35 W hasta 100 W para las unidades portátiles y de hasta 340 W para unidades de mesa. Esto llevó a un rango de potencia de 400 a 500 mW/cm<sup>2</sup> y hasta 3000 mW/cm<sup>2</sup> para una única unidad “Swiss Master Light”. El filtro de emisión de espectro era el ideal para la canforoquinona. Se innovó el uso de lámparas de mano lo que permitió transmitir la luz desde el bombillo hasta el área deseada dentro de la cavidad oral con facilidad, con mejor acceso a diferentes lugares de foco.

Las lámparas halógenas tienen una vida promedio de 50 horas, antes de que su bombillo se queme. Permiten la fotopolimerización de capas de 2 mm en un rango de 40 a 60 segundos de luz directa. Por el aumento de la temperatura producida por el bombillo, tienen dentro de la unidad ventiladores que permiten la disipación del calor para permitir un mejor funcionamiento. Si se desean utilizar varias veces seguidas, estas tienen que enfriarse antes de volverse a usar para no sobrecalentarse sobre sus límites.

Alrededor de 1990 se comenzó a desarrollar un nuevo fotoiniciador el cual era de color similar a la canforoquinona pero con menor saturación. Esto se llevó a cabo debido a la coloración amarilla que daban las resinas compuestas a base de canforoquinonas. Un nuevo fotoiniciador Lucerin® es ligeramente menos amarillo que el anterior, esto permite que las restauraciones no cambien a un tono más amarillento luego del fotopolimerizado.

Con el tiempo se desarrollaron nuevas lámparas como coadyuvantes en procedimientos de blanqueamiento dental, tales como las lámparas de láser argón. Se utilizaban de igual manera con cables de fibra óptica para transmitir el láser hasta la cavidad oral del paciente. El tamaño de la fuente de láser era muy grande pero se podía utilizar con varios cables simultáneamente. Su uso no duró mucho tiempo debido al costo elevado, la dificultad de movimiento de la fuente de láser y la energía residual generada en el ambiente aumentando la temperatura de la clínica. El espectro de luz era entre 457.5 a 488 nm el cual abarcaba muy bien el espectro de luz de la canforoquinona. Se observó que su uso óptimo era a través de pulsos y no por una luz continua, dando así una mejor penetración y aumentando la dureza superficial de las resinas compuestas (8).

En avances médicos se desarrolló una lámpara a base de plasma la cual se utilizó primero para intervenciones como la endoscopía y colonoscopía. Esta era muy compleja por el uso de dos electrodos de tungsteno los cuales estaban presurizados en un medio gaseoso. Al momento de haber

una chispa, el sistema eléctrico corregía la corriente para mantener una onda estable y transmitir el plasma a través de una ventana de zafiro. Tenían que usar filtros infrarrojos para evitar el aumento de la temperatura en el área de dirección de la luz. La potencia promedio de estas lámparas era de 2000 mW/cm<sup>2</sup> con un espectro de luz de 380 a 500 nm con un pico a los 460 nm, siendo muy eficiente para la canforoquinona por su espectro de activación. Con tan solo 3 segundos estas lámparas podían llegar al equivalente de 40 o 60 segundos de las demás lámparas de fotopolimerizado (8).

La primera generación de lámparas LED comercial en el año 2000 era de una intensidad de 30-60 mW/cm<sup>2</sup> pero en el rango de 450-470nm de espectro de luz (8). Dando como resultado un fotopolimerizado óptimo a menor tiempo que con lámparas halógenas. Resultando las lámparas LED mejores que las lámparas halógenas (8).

La segunda generación LED surge cuando los fabricantes de LED se dieron a la tarea de crear un LED específico para Odontología, con el espectro de luz necesario, el " dental LED blue " (8). Así fue como con un chip 1W se llegó a 140 mW y con el chip 5W se llegó a 600mW, permitiendo así una mayor intensidad de luz para ir disminuyendo el tiempo de trabajo de la fotopolimerización. Con este cambio se generaba una gran cantidad de calor en el chip y se dio la necesidad de colocar disipadores de calor muy grandes y hasta ventiladores como en las antiguas lámparas de halógeno.

La tercera y última generación de lámparas LED tiene un amplio espectro de fotoactivación. En el mercado se tuvo que implementar lámparas con varios LED de luz azul y violeta como Ultradent. "One manufacturer currently incorporates three different wavelength chips: VALO,Ultradent Products"(8). A este nivel ya la mayoría de lámparas utilizan baterías de iones de litio, se fabrican inalámbricas, recargables y portátiles (8).

También debemos de considerar el factor de conversión. Este se conoce como la capacidad que tiene la resina compuesta para convertir sus polímeros de un estado a otro, llevando a cabo la polimerización. La resina cambia de su estado fluctuante coloidal a su estado sólido ya polimerizado. Este es el factor que puede aumentar o disminuir según la técnica utilizada en el proceso. Si la potencia de la lámpara de fotopolimerizado aumenta, el factor de conversión de la resina compuesta aumentará, provocando que se disminuya el tiempo necesario de exposición a la luz de la lámpara. Los polímeros cambian de estado más rápido y en mayor porcentaje. Esto también sucede de la misma forma con la temperatura de la resina. Al aumentar la temperatura de la resina compuesta, su factor de conversión también aumentará, dando un tiempo de fotopolimerizado menor y una técnica más rápida y eficiente (7).

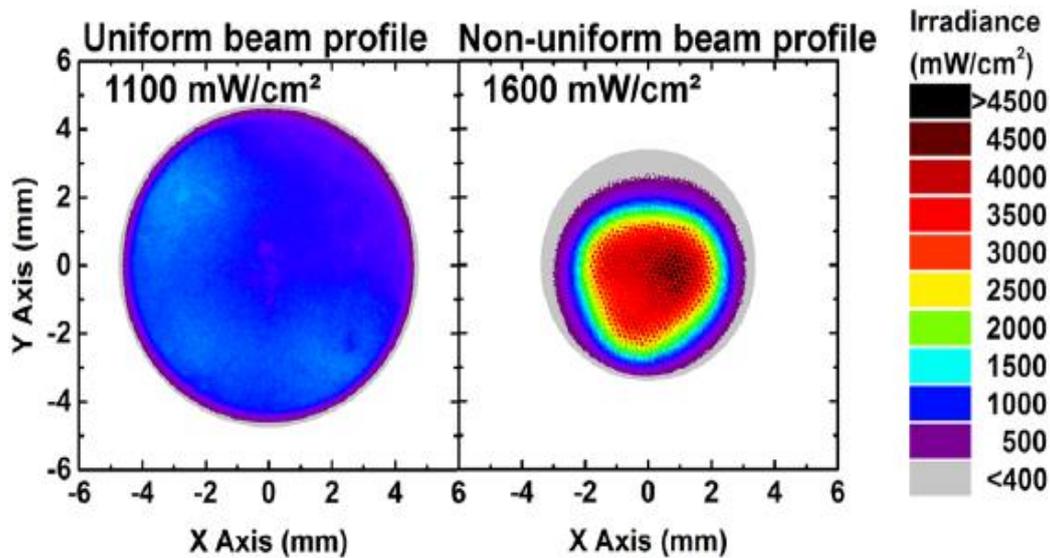
Se conoce que la reacción aumenta un 1.90% por cada grado centígrado que aumente la temperatura. Así mismo se ha reportado que por cada segundo que pase la luz activada se puede llegar a duplicar el factor de conversión si la resina se encuentra a 35° centígrados. Las resinas compuestas a una temperatura elevada de 37° centígrados aumentan el factor de conversión en comparación con resinas a temperatura ambiente de 23° centígrados. Las lámparas también generan calor sobre la superficie irradiada, a 0.5 mm de profundidad una resina compuesta puede llegar a una temperatura de hasta 40.6° centígrados. Esto depende mucho de la lámpara de fotopolimerizado, el material de la resina compuesta y por el nivel de polimerización de la misma. Asimismo, puede suceder que dentro de la porción irradiada no haya ningún tipo de cambio en la temperatura, esto según el histograma de dispersión de luz que posea la lámpara de fotopolimerizado, el cual se describe más adelante (7).

La estandarización de los estudios para la manufactura de lámparas, según la ISO 2004 10650-1 e ISO 2007 10650-2 son con el objetivo de prevenir daño por exposición de luz ultravioleta y calor. En ningún momento se determina la potencia de dichas lámparas, aun así se llega a evaluar el espectro de luz que sea entre 400 a 515 nm (azul) para la activación de la canforoquinona. Debido a esto la determinación a través de un radiómetro no es concluyente sobre la potencia de una lámpara de fotocurado, ya que cada radiómetro da una lectura diferente, de la misma forma si se llega a determinar la potencia de la lámpara no se sabe aún cuanta potencia es la que absorbe la resina compuesta. Otro factor que también influye en la lectura del radiómetro es el tipo de fibra que posee la lámpara de fotopolimerizado. La punta de la fibra no distribuye la luz de la misma forma siempre. Esto se define y describe cómo histograma, el cual muestra la dispersión de la luz en el área que está siendo irradiada (7).

Histograma de distribución de luz a través de la fibra de dos diferentes lámparas de fotocurado mostrando el promedio de irradiación en  $\text{mW}/\text{cm}^2$ . Algunas regiones de la fibra de la lámpara de fotocurado no poseen una distribución similar de irradiación (10).

Figura No. 1

Diagrama de la distribución de la luz a través de la fibra de la lampara de fotocurado.



Fuente: Ilustración obtenida de Weig K.M, et al (2016) Effect of LED-LCU light irradiance distribution on mechanical properties of redin based materials. M.S.E.C 63,301-307.

La solución a este problema es la correcta medición de potencia de las lámparas para lo cual se deberían de realizar mediciones en tiempo real y revisar los picos de intensidad que producen la mayoría de lámparas y finalmente conocer en promedio cual es la potencia de la lámpara. Con estas necesidades se llegó hasta el “gold standard” de mediciones cada segundo permitiendo lecturas de  $J/cm^2$ ,  $W$ ,  $W/nm$  y  $W/cm^2$ .

El histograma de radiación nos indica la dispersión de la luz a través de la fibra, este nos permite conocer que en el centro de la fibra es donde mayor energía se concentra y poco a poco conforme se aleja del centro, esta se dispersa y disminuye. Así nos damos cuenta que la luz no siempre es homogénea y tampoco así su potencia (10).

Así mismo también se conoce que realizar movimientos circulares sobre la resina compuesta creyendo que la luz podría llegar a todas las superficies y tener un mejor fotopolimerizado, es falso. Esto solo disminuye la dureza de la misma (8). Se conoce que el mejor método es colocar la lámpara sobre la resina compuesta con una fibra ancha y mantenerla fija sobre esta, el tiempo necesario según la intensidad de la misma, para un total de 16 Joules.

## Resinas Compuestas Bulk

Hoy en día el uso de resinas compuestas ha crecido en gran manera y conlleva el abuso de las mismas y de la técnica. De las características más importantes a tomar en cuenta es su nivel de contracción o mejor llamado factor C y su profundidad de polimerizado (1). Se conoce como óptimo el incremento de 2 mm como máximo en cada estrato (1,2,3).

Para disminuir la complejidad técnica, tiempo de colocación y mejorar las características se ha creado una resina compuesta relativamente nueva llamada “Bulk” la cual rompe con la técnica incremental que se utilizaba antes. Con esta resina compuesta somos capaces de colocar incrementos de hasta 5 mm. de espesor sin que se vea afectado el factor C y tampoco la profundidad de polimerizado de la restauración (1,2). La composición de estas resinas es muy similar a la de las resinas compuestas convencionales las cuales tienen como base un monómero de Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, EBPDMA y agregando nuevos monómeros de menor viscosidad.

El fabricante de la resina compuesta Bulk Fill Sure Fill SDR® flow patentó una resina compuesta de dimetacrilato de uretano que posee la tecnología SDR (“stress decreasing resin”) que permitiría una mayor flexibilidad de la molécula reduciendo el estrés generado al momento de polimerizar la misma. 3M ESPE® afirma que la composición de Filtek Bulk Fill® flowable se basa en 4 monómeros: Bis GMA, UDMA, Procrylat y BisEMA, los cuales son de alto peso molecular, lo que le genera una menor contracción por polimerización. Junto con esto, la adición del monómero Procrylat provee una mayor fluidez y con ello un menor desarrollo de estrés por polimerización (1).

Luego aparecieron varias resinas de consistencia normal o no fluidas. Estas eran Tetric Evoceram Bulk Fill Ivoclar Vivadent® y X-tra fill VOCO® que permiten realizar incrementos de hasta 4 mm de espesor y realizar el tallado final sobre esta misma capa sin necesidad de una segunda capa de resina compuesta para el acabado de la restauración. Posterior a estas se desarrolló una nueva técnica la cual es SonicFill Kerr® la cual utiliza una pieza de mano especial con movimientos ultrasónicos que aumenta la fluidez de la resina para que logre llegar a cubrir toda la cavidad y permita una buena relación cavidad-resina compuesta. Esta técnica menciona la posibilidad de poder llegar a tener incrementos de hasta 5 mm de altura. Entre las indicaciones de esta resina están clases I y II con una cubierta oclusal final para el acabado de la obturación (1).

Con esto podemos dividir la obturación de resinas de cuatro diferentes maneras.

- Técnica incremental oblicua: resina compuesta convencional
- Técnica monobloque de dos pasos: resina compuesta Bulk Fill y resina compuesta fluida como capa final.
- Técnica monobloque con activación sónica: resina compuesta Bulk Fill, consistencia semifluida por activación sónica.
- Técnica monobloque un paso: resina compuesta Bulk Fill consistencia normal.

Otro factor importante en estas resinas es la cantidad de relleno que presentan. En las resinas compuestas convencionales microhíbridas y nano híbridas se encontró un porcentaje de relleno menor en volumen en comparación de las resinas compuestas fluidas, pero mayores por peso. Se cree que, por la menor proporción de relleno y el aumento de las partículas en su tamaño, podría aumentar considerablemente la profundidad de polimerizado por la disminución del índice de refracción de la luz. Al haber menos partículas en el interior, la luz puede penetrar más profundo y producir una mayor fotopolimerización (1).

Otro de los factores que han cambiado en estas resinas compuestas es la disminución del porcentaje de relleno. También han implementado fotoactivadores de menor espectro de luz tales como Ivocerin (408 nm). La profundidad de relleno cambio resultando en una mejor refracción de la luz al alterar la matriz y el relleno, y permitiendo una mejor penetración de la luz.

De todas las resinas compuestas sólo una presentó diferencia con lo que el fabricante había descrito. Fue Sonicfill Kerr® la cual describió en su producto una profundidad de polimerizado de hasta 5 mm. Y luego de las pruebas alcanzó sólo 3.51 mm. Las demás resinas compuestas cumplieron lo descrito por el fabricante según la norma ISO 4049-2009, esto se puede constatar debido a que en otro estudio con diferente método de medición de profundidad de fotopolimerizado todas las resinas compuestas cumplieron con lo descrito por el fabricante (1,9).

Varios estudios han dado resultados concluyentes con polimerización aceptable de profundidades de 4 mm de las resinas compuestas, por medio del método de Vickers se llegó a un resultado sobre estimado. Asimismo, otros estudios con métodos diferentes para medir la profundidad de polimerizado, encontraron que ciertos materiales si llegaban a los resultados que indicaba el fabricante. Aun así, se advierte a todo operador que debe considerar las siguientes variables para realizar una práctica eficaz y óptima. Grosor del incremento de resina compuesta, tiempo de irradiación de la Luz, potencia de la luz emitida y distancia de la fibra de la lámpara hacia el material (4).

Se cree que la alteración morfológica de las resinas compuestas puede llevar a cambios negativos como sensibilidad dental post operatoria, fallas por contracción, micro fracturas, flexión cuspeida y caries recurrentes o secundarias (2).

La contracción de las resinas también es otro factor importante de conocer, este es llamado Factor C. Para disminuir este factor se utiliza la técnica incremental o estratificada con resinas compuestas convencionales, y con las pequeñas capas de incrementos se reduce el factor C aumentando las superficies libres no adheridas a las paredes de la preparación, y no produce contracción generada por el material restaurador, en este caso las resinas compuestas. Se observó en restauraciones de resina compuesta Bulk Fill clase II en premolares que la flexión cuspeida era significativamente menor con técnica monobloque a comparación de la técnica incremental con resina compuesta convencional. Junto con esto, se ha observado que el desarrollo de estrés de polimerización es menor en resinas compuestas Bulk Fill a comparación con resinas compuestas convencionales y fluidas (4).

Con respecto al factor C no se puede hacer una conclusión certera ya que se cree que este disminuyó por el tipo de técnica de un solo incremento y no tanto por la diferencia del material, esto se debe a que aún no hay investigaciones muy profundas sobre esta inquietud (9). El factor de conversión se conoce como la capacidad que tiene la resina compuesta para convertir sus polímeros de un estado a otro, llevando a cabo la polimerización. Este factor puede aumentar o disminuir según la técnica utilizada en el proceso. Si la potencia de la lámpara de fotopolimerizado aumenta, el factor de conversión de la resina compuesta aumentará, provocando que se disminuya el tiempo de la lámpara. Los polímeros cambiarán de estado más rápido y en mayor porcentaje (7). De la misma forma si la luz no llega hasta lo más profundo de la obturación, se dará insuficiente conversión del monómero en el fondo de la preparación cavitaria lo que repercutirá de manera negativa sobre la misma. Dando como resultado degradación de la resina compuesta, disminución en sus propiedades mecánicas y posibles reacciones biológicas del tejido pulpar por liberación de monómero tardío dentro de la cavidad por ausencia de polimerización (1).

El adaptado marginal es un factor que depende directamente del operador. Al emplear una mala técnica hubo fallas marginales, y al emplear la técnica adecuada no se encontró falla alguna. Esto muestra que no hubo diferencia estadísticamente significativa en adaptación marginal entre resinas Bulk y resinas compuestas convencionales. Así mismo la micro filtración en paredes cervicales fue evaluada y no se encontró diferencia significativa (1).

Las propiedades mecánicas de estas también son de suma importancia ya que al ser restauraciones directas posteriores reciben cargas oclusales. Las pruebas realizadas indicaron que su resistencia a la flexión eran valores de 80 MPa, muy similares a los de resinas compuestas convencionales nano híbridas y microhíbridas y mayores que de las resinas compuestas fluidas convencionales. Así mismo la ADA llevó a cabo varias pruebas de la dureza superficial en resinas compuestas Bulk que pueden ser usadas en técnica de monobloque sin recubrimiento. Se concluye que la resina compuesta Bulk si llega a cumplir con las especificaciones pedidas como estándar para su uso. Así mismo se observó que las resinas compuestas bulk fluidas si tenían una disminución en su resistencia a comparación de resinas bulk convencionales, esto por su porcentaje de relleno (2,4,9).

La manipulación de la resina compuesta Bulk Fill también es otro término que se debe de tomar en cuenta. Para una buena manipulación la resina compuesta debe ser de fácil aplicación dentro de la cavidad, fácil modelado, que tenga compatibilidad adhesiva con la estructura dental y por último que mantenga su forma. En estudios anteriores se logró observar que la resina compuesta Filtek Bulk Fill tenía un coeficiente de viscosidad menor a las resinas compuestas nano híbridas y micro híbridas, esto dado a la pequeña cantidad de carga en comparación con el volumen. Por otro lado, las resinas compuestas fluidas se manejan a través de jeringas, que permiten su fácil manipulación y colocación en lugares con acceso complicado, pero su modelado es más complicado y que mantengan su forma previa al fotopolimerizado. Se han realizado varias técnicas para cambiar estos factores como la técnica “sándwich” la cual se basa en la colocación de una base de ionómero de vidrio con técnica incremental superior, con bajo factor de contracción y baja viscosidad. Aun así estas técnicas más complicadas solo producen mayor sensibilidad post operatoria y mayor índice de fracaso entre los varios pasos a seguir.

Como se mencionó anteriormente en las lámparas de fotopolimerizado, se conoce que las resinas compuestas dependen del espectro de luz, el color, la absorción de la luz, la dispersión dentro de la fibra de la luz, tipo de monómero, tipo de relleno, y las condiciones de la luz irradiada. Es importante siempre considerar que el dimetacrilato al momento de su polimerización se transforma de cadena de carbonos simple, a cadena de carbonos dobles, la cual produce como consecuencia la contracción volumétrica de la resina compuesta. Para evitar esto se desarrollaron resinas con mayor carga de relleno y menor cantidad de cadenas carbonadas o polimerización catiónica. Aun así, obteniendo un mayor beneficio de una nueva resina compuesta como la Bulk Fill se encontró un defecto en simulaciones in vitro, esta fue su menor resistencia al desgaste. Falta realizar más estudios que comprueben estas condiciones (9).

Las resinas compuestas Bulk Fill han dado así dos interrogantes a su paso. La primera de estas es: Si al tener un incremento de hasta 5 mm de espesor llegaría a tener una óptima dureza de polimerizado. La segunda es si esta no será en detrimento a causa del estrés que sufre la misma al ser fotopolimerizada. El uso de una técnica de monobloque con resinas compuestas Bulk Fill podría de gran manera superar las desventajas que conlleva el uso de la técnica incremental, como, por ejemplo: probabilidad de incorporar burbujas o contaminación entre los incrementos, la falla cohesiva entre los incrementos, la dificultad en la aplicación de la resina en cavidades conservadoras, entre otros factores (6).

### Precautado

El objetivo del tratamiento de precautado es simplemente poder aumentar la fluidez de las resinas compuestas Bulk y resinas compuestas convencionales. Para obtener una manipulación más sencilla y poder mejorar la técnica de adaptación de la misma a la cavidad. Más adelante se vio que esta reduce su viscosidad de precurado y a la vez aumenta su dureza superficial. Esto en otras palabras era igual al objetivo que se tenía a un principio, pero hasta con mejores propiedades finales de la misma, permitiendo una colocación más fácil y sencilla de la resina compuesta y aumento en el grado de polimerización y profundidad de polimerizado (4).

También se ha logrado una mejor adaptación marginal la cual conlleva menor microfiltración hacia la cavidad, esto por la mejor capacidad de humectación de las paredes de la cavidad. El aumento de la temperatura va desde la mejoría del movimiento de los radicales como del monómero, dando como resultado una mayor conversión final. Aun obteniendo muchas características buenas de esto también se han encontrado varias características negativas tales como separación de las interfaces, sensibilidad post operatoria, deflexión cuspeida y hasta fractura del esmalte. En otras palabras, se continúa con los problemas de fallas adhesivas a la estructura dental. La primera falla es la falla cohesiva la cual implica ruptura de la unión del mismo adhesivo y no de la resina, dando a entender que la unión de la resina es mayor hacia el diente que hacía si misma. La siguiente falla es la falla adhesiva, esto implica que el adhesivo es más fuerte en sí mismo y no en la unión hacia la estructura dental. Esto se da por los factores de contracción de la resina que aumentan el estrés en el adhesivo (4).

Teóricamente el uso de resinas compuestas precalentadas podría no incrementar las fuerzas de contracción, aun así, la reducción de la viscosidad por el aumento de la temperatura, dará mayor fluidez y una mejor reacción en cadena del polímero que disminuye las fuerzas de contracción a comparación de las resinas compuestas a temperatura ambiente (6).

También se tiene conocimiento que, al calentar las resinas compuestas a 60° C, al momento de ser llevada a la cavidad y previo a su fotopolimerizado posee una temperatura de 36 a 38° C.

Las fuerzas de contracción de las resinas compuestas precalentadas han sido medidas dando como resultado un menor cambio en su contracción a comparación con resinas fotopolimerizadas a temperatura ambiente. Para entender un poco más el proceso de contracción se realizaron varios estudios los cuales tomaban medidas al momento de su fotopolimerización hasta 30 minutos después. Se logró observar que las resinas compuestas al cabo de 24 horas de post polimerización ya habían llegado a un 90 % de su contracción final. Para solucionar esto en las nuevas resinas compuestas Bulk Fill se les han agregado pre polímeros para disminuir el estrés, así como también moduladores de la polimerización y monómeros modificados de base molecular de alta densidad. Aun así, no siempre se da el caso de una disminución en la contracción de las resinas compuestas. El aumento del relleno en las resinas les da un aumento en su dureza, el cual se ha relacionado a la disminución de la fluidez del material. El precalentamiento de las resinas compuestas Bulk Fill es razonable para reducir así la viscosidad y permitir la disminución de la contracción que se produce en las resinas compuestas convencionales o aún menor que estas cuando están a temperatura ambiente (4).

Los resultados indican que hay un aumento en la dureza conforme la temperatura de la composita fue aumentando de 70 a 140°F para ambos lados de la composita. Y como la luz LED les proporciona mayor dureza a las resinas híbridas en la misma profundidad a diferencia de la luz halógena siendo tratada con precalentado. Se sabe que al aumentar el tiempo de polimerizado hasta 40 segundos se obtiene un aumento de 10% en la microdureza de la porción basal de la resina compuesta. Si la temperatura de la resina compuesta se aumenta, el porcentaje de polimerización aumenta dando así una dureza de la cara basal mayor de hasta un 15%. En la superficie externa de la resina compuesta con el mismo tratamiento se logra aumentar su dureza de 5 a 7%, debido a la irradiación directa de la luz (6).

Debemos de conocer el factor de conversión mencionado anteriormente. Se describe como la capacidad que tiene la resina compuesta para convertir, valga la redundancia, sus polímeros de un estado a otro, llevando a cabo la polimerización. Este factor puede aumentar o disminuir según la técnica utilizada en el proceso. Si la potencia de la lámpara de fotopolimerizado aumenta, así como en las lámparas de láser las cuales llegan hasta 3200 mW, el factor de conversión de la resina compuesta aumentará, provocando que se disminuya el tiempo de irradiación de la lámpara. Los polímeros cambiarán de estado más rápido y en mayor porcentaje. En los estudios se logró ver que una resina en especial lograba aumentar su factor de conversión al ser precalentada siendo esta Tetric EvoCeram Bulk Fill. Esto es posible por dos razones, una es la disminución de temperatura al llevar la resina del horno hacia la cavidad y fotopolimerizar (40 segundos), y la segunda se cree que es por la composición de esta resina compuesta. Entre sus componentes diferentes a las demás esta su foto iniciador Ivocerin el cual es a base de germanio que posee una conversión cuántica mayor que la canforoquinona (1).

El aumento de la temperatura de la resina compuesta reduce la viscosidad y mejora la movilidad molecular dando como resultado una energía térmica mayor. Facilitando a la cadena de polímeros su movimiento y posponiendo su vitrificación por la temperatura y el proceso de fotopolimerizado (2).

Esto también sucede con la temperatura de la resina; Aumentar la temperatura de la resina compuesta, aumenta su factor de conversión, dando un menor tiempo de fotopolimerizado y una técnica más rápida y eficiente (7).

Se conoce que la reacción aumenta un 1.90% por cada grado centígrado que aumente la temperatura. Se ha reportado que por cada segundo de activación de la luz se puede llegar a duplicar el factor de conversión, si la resina compuesta se encuentra a 35° centígrados. Las resinas compuestas a una temperatura de 37° centígrados, su estrés escala con mayor velocidad. Sucede de manera opuesta cuando las resinas compuestas se encuentran a temperatura ambiente, 23° centígrados (7).

Las lámparas de fotocurado también generan calor sobre la superficie irradiada, la cual puede llegar a una temperatura de hasta 40.6 ° centígrados a una profundidad de 0.5 mm de la resina compuesta. Esto depende mucho de la lámpara de fotopolimerizado, por el material de la resina compuesta y el nivel de polimerización de la misma. Así también que en el área dentro de la porción irradiada no haya ningún tipo de cambio en la temperatura según el histograma que posea la lámpara de fotopolimerizado (7).

En conclusión, el precalentado de la resina compuesta con horno comercial para resinas aumentó la dureza superficial, la profundidad de curado, el grado de conversión del monómero y también su resistencia al desgaste. La utilización de una luz LED ayuda en el proceso (2).

### Temperatura corporal

La temperatura corporal ha sido un tema muy estudiado desde 1638 por Sanctorius. Dedicándose a investigar las razones de la liberación de calor del cuerpo en vez de buscar un instrumento capaz de medir esta variable. Más adelante Wunderlich introdujo el termómetro de mercurio alrededor de 1851. Midió la temperatura axilar de 25 000 pacientes y llegó a la conclusión de que la temperatura del cuerpo humano era de 37° C con un rango de 36.2° C a 37.5° C. Definió que sobre los 37.5° C se daba el nombre de febrícula y sobre los 38° C se daba el nombre de fiebre propiamente dicho (5).

Para esta tesis de estudio, el interés es directamente la temperatura oral, la cual es 37.0 °C. En resumen los resultados recopilados en estudios de gran nivel de evidencia demostraron que, la temperatura corporal media obtenida en 2749 personas era de 36.4 °C. En otros estudios se obtuvo medias de 36.0 hasta 36.8° C, pero nunca una temperatura que sobrepasa los 37.0 °C. Los límites entre los cuales se logra considerar una temperatura oral normal o promedio fueron entre 35. 7° C y 37.5° C (5).

## **OBJETIVOS**

### Generales

1. Determinar los cambios y efectos en la microdureza superficial de las resinas compuestas Bulk con tratamiento de precalentado, por medio del método de Shore D realizando la prueba inmediatamente y 24 hrs. después de haberse fotopolimerizado.

### Específicos

1. Determinar la mejor técnica de manipulación de la resina compuesta Bulk por precalentado, para llegar a obtener las mejores características como dureza del material.
2. Medir la microdureza superficial de las resinas compuestas Bulk luego de tratamiento de precalentado.
3. Establecer al cabo de 24 hrs. de post polimerizado, el nivel de microdureza superficial de las resinas compuestas Bulk.
4. Comprobar los efectos positivos o negativos del precalentado sobre la resistencia superficial de la resina compuesta Bulk.

## **HIPOTESIS**

- Hi: La resistencia superficial de la resina compuesta Bulk aumentará al ser tratada con precalentado.
- Ho: La resistencia superficial de la resina compuesta Bulk no se verá afectada, aunque se le aplique el tratamiento de precalentado.

## VARIABLES

	<i>Def. Conceptual</i>	<i>Def. Operacional</i>	<i>Escala</i>	<i>Indicadores</i>
<i>Microdureza superficial</i>	Resistencia de la superficie de la muestras	Resistencia de penetracion de la aguja del durometro	Ordinal: Porcentual	Resistencia de microdureza sueprficial ante el durometro
<i>Espesor de muertra</i>	Grosor del material a observar	Grosor de la muestras de la resina por calibrador	Ordinal: Milímetros	Grosor de la muestras de 2mm a 4mm según un calibrador.
<i>Temperatura del material</i>	calor imprimido a la muestras	Calor de la muestras a través de un horno	Intervalo: Centígrados	Temp. del horno de precalentado a 54°C y temp ambiente 37.0°C.
<i>Tiempo post curado</i>	Momento posterior a la manipulacion de un material para observar su comportamiento.	Tiempo posterior a la exposición de la luz para la estabilización de las moléculas del material.	Intervalos: Horas	Cronometro de 24 horas para el poscurado y medición inmediata para no dar lugar a postcurado
<i>Resina compuesta Bulk</i>	Material odontologico restaurador en bloque	Diferentes marcas de resina compuesta bulk	Nominal: Marcas	Filtek Bulk 3M ESPE® Tetric Bulk Ivoclar Vivadent® Sonicfill Kerr®

## METODOLOGÍA

### Técnicas

Para la realización de esta investigación se utilizaron muestras de resina compuesta bulk donadas por los diferentes distribuidores. (1. Filtek Bulk 3M ESPE®, 2. Tetric Bulk Ivoclar Vivadent®, 3.Sonicfill Kerr®). Todas con un tiempo de vida de mas de 1 año.

Las muestras de resina compuesta bulk se separaron en dos grupos inicialmente. El grupo precalentado para aumentar su fluidez atraves del horno Coltene® Canalpro, calentado a 54°C y el grupo control las cuales se manipularon a temperatura ambiente. Se coloco la resina compuesta bulk en los moldes cilíndricos de 5 mm. de diámetro por 2 mm de espesor y otros de 5 mm de diámetro por 4 mm. asi teniendo el segundo subgrupo de espesor de la muestras. Luego de esto se procedio a fotopolimerizar la resina compuesta por 60 seg. utilizando una lámpara Valo Ultradent®. Este paso se realizo para ambos grupos, con y sin tratamiento de precalentado según sus diferentes espesores.

Se procedio a realizar la medición de la microdureza superficial de la resina compuesta a través del durómetro Shore D el cual se indento en el centro de la superficie a medir, inmediatamente luego de haber sido fotopolimerizada. El durometro se presiono hasta llegar a la placa base para que la aguja se indente lo mas profundo. Se realizo la presion por 15 segundos, para permitir la correcta indentación y así obtener la medida correcta, por lo tanto se tomaron 3 mediciones por superficie para confirmar el resultado. El otro subgrupo se almaceno a temperatura de la cavidad oral del ser humano (37.0° C), por 24 hrs. y posterior a esto se realizo la medición microdureza de la misma manera que al grupo control.

Posterior se realizo el analisis estadistico con el Test Kruskal Wallis para hacer una comparación inicial de los 3 grupos simultaneamente y con el Test U de Mann Whitney para obtener los resultados de cada una de las mediciones realizadas sobre cada grupo de resinas y sus diferentes manipulaciones.

## Materiales

- Moldes para resina compuesta: 5 mm. de diámetro x 2 mm. de espesor y 5 mm. de diámetro x 4 mm. de espesor.
- Incubadora a temperatura corporal en total oscuridad: 37°C tomando en cuenta que será la temperatura que tendrá la boca del individuo luego de haber sido colocada la resina compuesta y en total oscuridad para evitar fotopolimerización posterior conociendo que la boca se mantiene la mayor parte del tiempo cerrada (5).
- Calentador de resina compuesta Coltene® Canalpro: obteniendo 54°C como la temperatura en la cual la resina compuesta ya es más fluida y su viscosidad ha disminuido.
- Durometro Shore D.
- Lámpara de fotopolimerizado VALO Ultradent®: compuesta por 4 LEDs la cual fotopolimeriza cualquier resina compuesta por su amplio espectro de luz.
- Resinas compuestas Bulk:
  - Fill teck Bulk 3M ESPE®
  - Tetric Bulk Ivoclar Vivadent®
  - Sonicfill Kerr®

## Tiempo, costo y asesoría

Préstamo durometro Shore D.

Préstamo lámpara de fotopolimerizado VALO Ultradent®.

Préstamo de calentador de resina compuesta.

Donación de Resinas compuestas Bulk (diferentes marcas).

Se realizo la experimentación durante diez días. Tomando en cuenta que se invirtio durante la práctica un día para realizar las muestras de cada resina compuesta. Al día siguiente luego de haber esperado las 24 hrs. de post polimerización se realizará la segunda toma de datos. Posterior a eso se realizo en dos dias la tabulacion de datos y en los siguientes dos dias se realizo el analisis estadistico.

Asesoría porporcionada por el Dr. Herman Horacio Mendía Alarcón.

Procesamiento y análisis de datos:

Se utilizo la prueba no paramétrica U de Mann Whitney y Kruskal Wallis ya que los resultados no tenian una distribución normal. Asi mismo por la capacidad de comparar 3 grupos diferentes e independientes simultaneamente. Las pruebas se realizaron por medio del programa SPSS 25.

Se utilizaron tres diferentes resinas compuestas bulk de las cuales cada una tuvo 160 unidades de estudio como minimo. De esta forma logramos analizar cada variable y obtener la mejor manipulacion para cada uno de los materiales utilizados.

## RESULTADOS

La medición de microdureza superficial por método de Shore D en resinas compuestas bulk de las tres diferentes marcas utilizadas durante el estudio, con y sin tratamiento de precalentado, evaluando su polimerizado inmediatamente y 24 horas después, se analizaron aplicando el test de Kruskal Wallis y el test de Mann Whitney U test con el propósito de obtener la significancia estadística.

El valor p nos permitió observar si existe o no diferencia significativa en cada una de las comparaciones estadísticas de los grupos evaluados. El valor promedio obtenido, nos permitió evaluar el resultado de cada uno de los grupos para realizar la comparación estadística.

En el Cuadro no. 1 se observa el valor promedio de las 3 marcas de resinas compuestas bulk tomando en cuenta todos los resultados en general. En el Cuadro no. 1 se observan los resultados de la prueba estadística Kruskal Wallis que compara los 3 grupos. La Gráfica no. 1 nos demuestran la distribución de los datos que nos dan la media utilizada para realizar las mediciones pertinentes.

En el Cuadro no. 2 se presenta la comparación de los grupos entre si observando la significancia estadística a través del valor p. luego de haber sido precalentados. La Gráfica no. 2 nos demuestra los valores promedio de la resina compuesta bulk con tratamiento de precalentado y sin tratamiento de precalentado junto con su valor p.

En el Cuadro no. 3 vemos el valor p de la microdureza superficial entre las tres resinas compuestas bulk con la aplicación del tratamiento de precalentado realizando la medición 24 hrs. después de su fotopolimerización. En la Gráfica no. 3 observamos el Promedio de microdureza superficial con tratamiento de precalentado variando su tiempo de post curado, según diferentes marcas de resina compuesta bulk y su valor p respectivo.

En la Gráfica no. 4 observamos el promedio de microdureza superficial con tratamiento de precalentado, tiempo de post curado de 24hrs, variando su profundidad de curado, de las diferentes marcas de resina compuesta bulk y su valor p respectivo.

A continuación, los resultados obtenidos del estudio de campo.

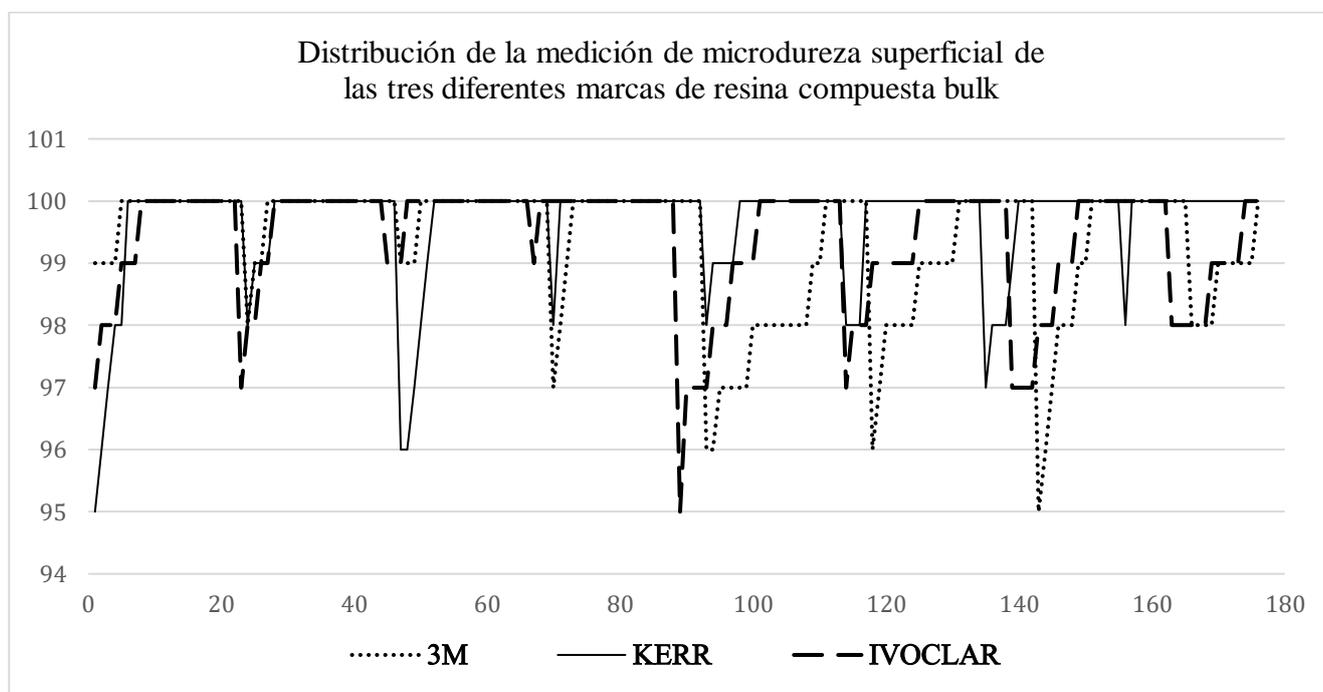
### CUADRO No. 1

Valor promedio de microdureza superficial de los grupos de resina compuesta bulk a través de la prueba Kruskal Wallis y su valor p respectivo.

MARCA DE RESINA	Media (%)	N	Desv. Est.	Valor p
3M	98.80	376	1.584	0.001
KERR	99.29	352	1.229	
IVOCLAR	99.08	396	1.405	
Total	99.05	1124	1.429	

Fuente: Resultados obtenidos por SPSS 25, valores obtenidos durante el trabajo de campo.

### GRÁFICA No. 1



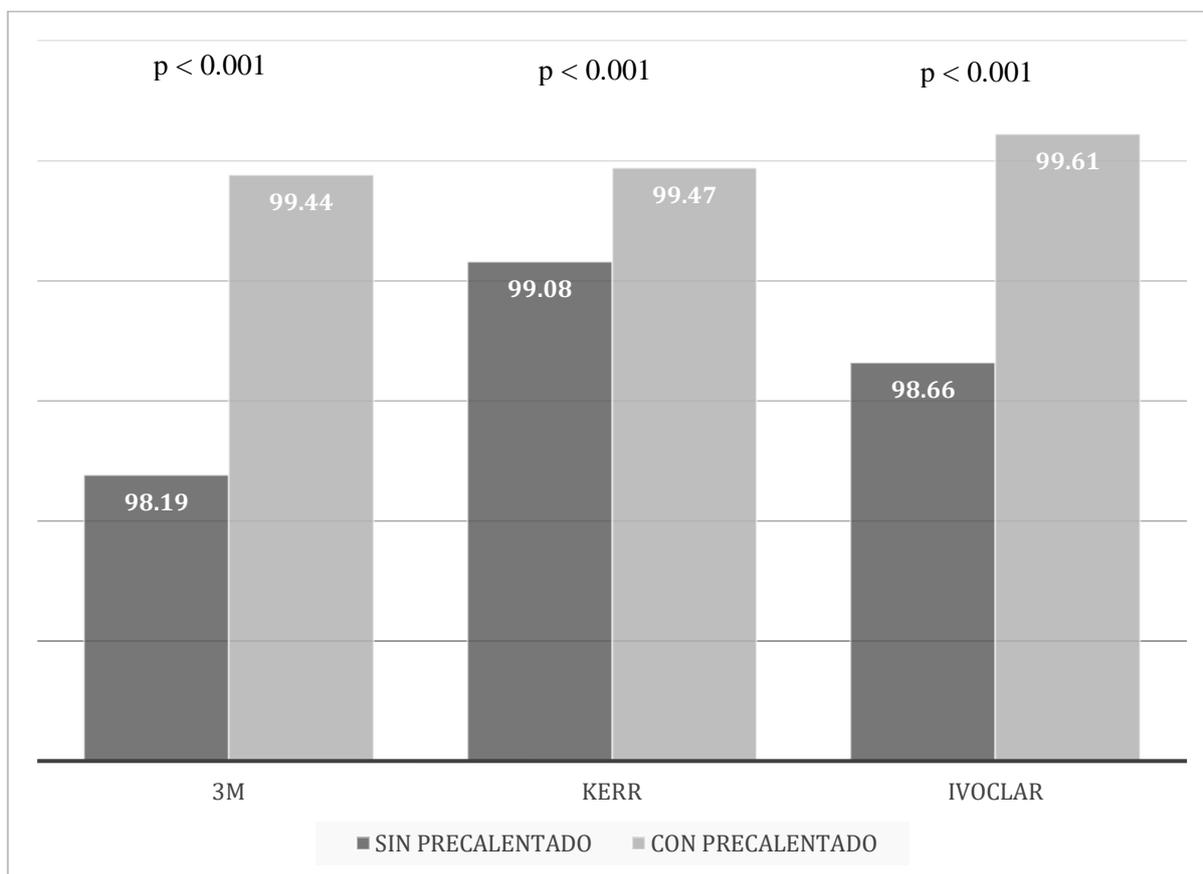
Fuente: Gráfica obtenida por SPSS 25, valores obtenidos durante el trabajo de campo.

#### Interpretación de Cuadro no. 1 y Gráfica 1

Se observan los valores promedio en general de cada marca de resina compuesta bulk junto con el valor  $p < 0.001$  lo que no indica que si existe diferencia significativa entre los tres grupos.

## GRÁFICA No .2

Promedio de microdureza superficial con y sin tratamiento de precalentado según las diferentes marcas de resina compuesta bulk y su valor p respectivo.



Fuente: Gráfica obtenida por SPSS 25, valores obtenidos durante el trabajo de campo.

### Interpretación de la Gráfica no. 2

Se observa como el valor p de las tres comparaciones da un valor  $p < 0.001$  por lo que nos indica que si existe diferencia significativa con el tratamiento de precalentado. Así mismo observamos el valor promedio de cada uno de los grupos.

## CUADRO No. 2

Valor p del promedio de la microdureza superficial entre las tres resinas compuestas bulk con la aplicación del tratamiento de precalentado.

MARCA	VALOR P
FILLTECK BULK 3M ESPE / SONICFILL KERR	0.542
FILLTECK BULK 3M ESPE / TETRIC BULK IVOCLAR VIVADENT	0.434
SONICFILL KERR / TETRIC BULK IVOCLAR VIVADENT	0.885

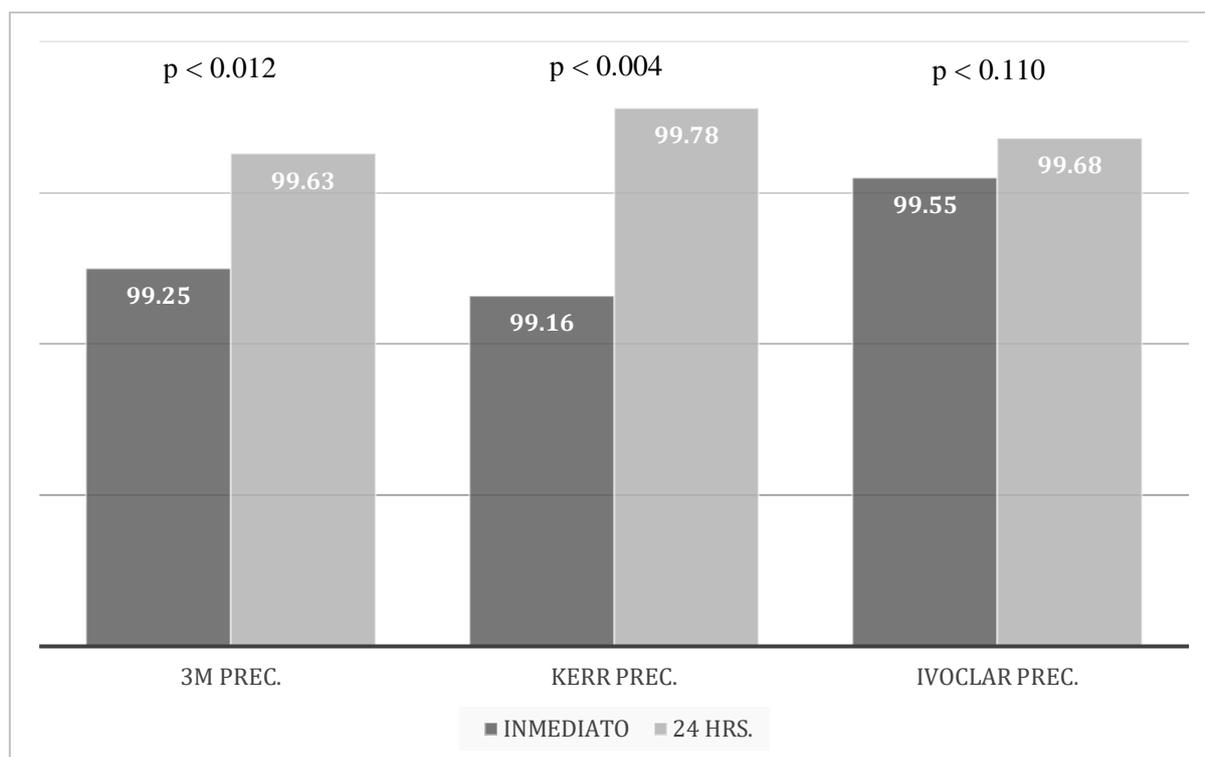
Fuente: Resultados obtenidos por SPSS 25, valores obtenidos durante el trabajo de campo.

### Interpretación del Cuadro no. 2

Por lo contrario al comparar las resinas entre ellas con el tratamiento de precalentado no se observa significancia estadística. Así entendiendo el comportamiento de las resinas compuestas luego del tratamiento de precalentado.

### GRÁFICA No. 3

Promedio de microdureza superficial con tratamiento de precalentado (PREC) variando su tiempo de post curado, según diferentes marcas de resina compuesta bulk y su valor p respectivo.



Fuente: Gráfica obtenida por SPSS 25, valores obtenidos durante el trabajo de campo.

#### Interpretación de la Gráfica no. 3

Se observa como el valor p de los grupos 3M y Kerr da un valor  $p < 0.001$  por lo que nos indica que si existe diferencia significativa al dar 24 hrs. de post curado. De lo contrario el valor del grupo Ivoclar es  $p > 0.1$  por lo que no existe diferencia significativa en esta comparación. Así mismo observamos el valor promedio de cada uno de los grupos.

### CUADRO No. 3

Valor p del promedio de la microdureza superficial entre las tres resinas compuestas bulk con la aplicación del tratamiento de precalentado con 24 hrs. despues de su fotopolimerizacion.

MARCA	VALOR P
FILLTECK BULK 3M ESPE / SONICFILL KERR	0.518
FILLTECK BULK 3M ESPE / TETRIC BULK IVOCLAR VIVADENT	0.997
SONICFILL KERR / TETRIC BULK IVOCLAR VIVADENT	0.512

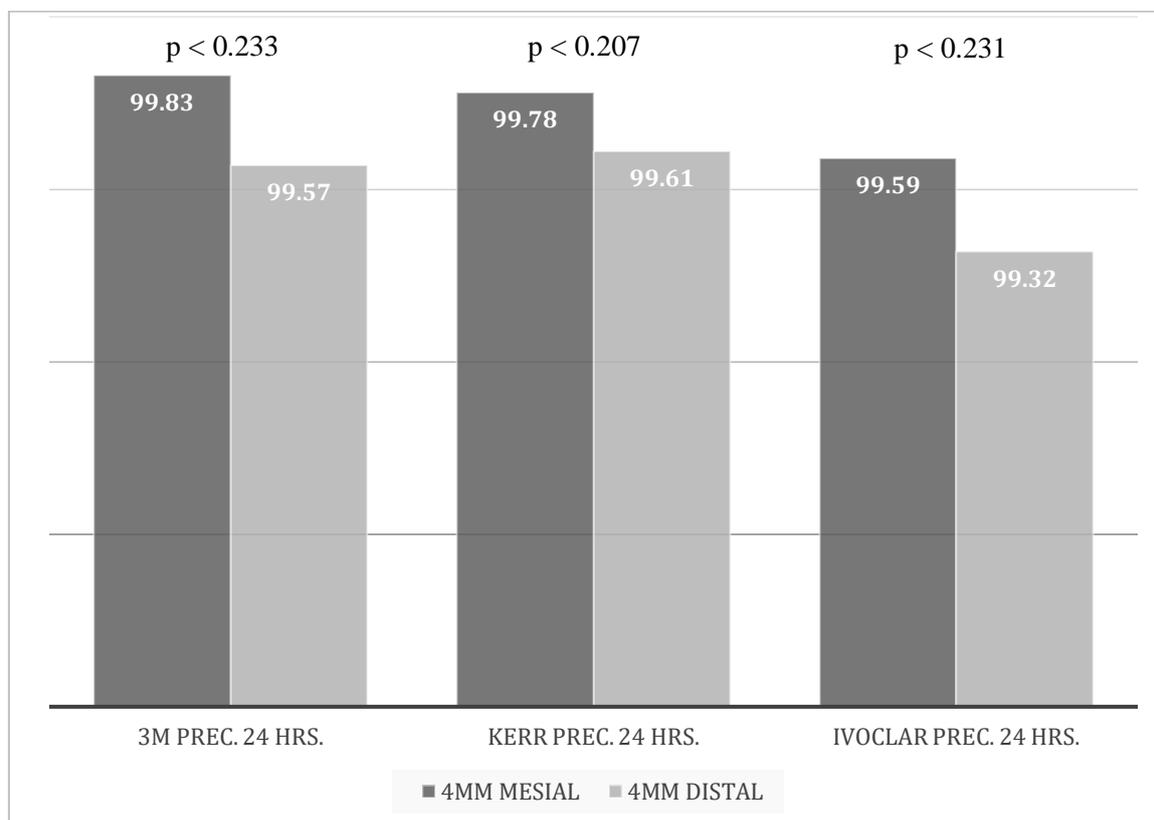
Fuente: Resultados obtenidos por SPSS 25, valores obtenidos durante el trabajo de campo.

#### Interpretación del Cuadro no. 3

Las resinas compuestas bulk con tratamiento de precalentado que tuvieron un tiempo de 24 hrs. de post siendo comparadas entre si mismas. Con un valor  $p > 0.1$  observando que no presentan significancia estadística.

#### GRÁFICA No. 4

Promedio de microdureza superficial con tratamiento de precalentado, tiempo de post curado de 24hrs, variando su profundidad de curado, de las diferentes marcas de resina compuesta bulk y su valor p respectivo.



Fuente: Gráfica obtenida por SPSS 25, valores obtenidos durante el trabajo de campo.

#### Interpretación de la Gráficas no .4

Se presentan los valores promedio de microdureza superficial variando la profundidad de fotopolimerizado y superficie sobre la cual se realizó la medición. Así mismo en las Gráficas vemos que hay una mínima diferencia en el valor promedio de estos grupos. El valor  $p > 0.1$  se ve en las tres marcas de resina compuesta bulk por lo que sabemos que no existe diferencia significativa según profundidad de curado.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El objetivo principal de este estudio fue determinar los cambios y efectos en la microdureza superficial de las resinas compuestas Bulk aplicando el tratamiento de precalentado, por medio del método de Shore D realizando la prueba inmediatamente y luego de 24 hrs. después de haberse fotopolimerizado. Esto se logró dividiéndolos en subgrupos para realizar comparaciones de cada uno de los diferentes tratamientos aplicados a las resinas compuestas bulk.

El valor  $p < 0.001$  obtenido a través de la prueba de Kruskal Wallis nos indica que las tres marcas comerciales de resinas compuestas bulk que fueron utilizadas para este estudio presentaron diferencia significativa colocando la resina compuesta bulk Sonicfill Kerr® en primer lugar, seguida por la resina compuesta Tetric Bulk Ivoclar Vivadent® y por último la resina compuesta bulk Fillteck Bulk 3M ESPE®, como se observa según el Cuadro no. 1 y a través de la Gráfica no. 1. Esta fue la prueba inicial en la cual se tomaron todos los valores de cada uno de los subgrupos de las diferentes marcas de resina compuesta bulk, para obtener un resultado general del estudio.

La comparación de las tres resinas compuestas bulk aplicando el tratamiento de precalentado y variando su tiempo de post curado, presentaron diferencia significativa en cuanto al valor promedio de la microdureza superficial de las muestras. El tratamiento de precalentado sobre la resina compuesta Fillteck Bulk 3M ESPE® aumento su microdureza superficial obteniendo un valor  $p < 0.001$ , así mismo sucedió con la resina compuesta bulk Sonicfill Kerr® y la resina compuesta Tetric Bulk Ivoclar Vivadent®. Se logra observar según el Cuadro no. 2, junto con la Gráfica 2. Lo cual nos lleva a entender que el tratamiento de precalentado de la resina compuesta bulk a 54° C mejora sus propiedades físicas aumentando su microdureza superficial en las tres marcas comerciales probadas (2,7).

Al realizar las comparaciones entre las tres marcas de resina compuesta bulk con el tratamiento de precalentado vemos cómo la resina compuesta bulk Sonicfill Kerr® es la que posee un valor promedio de microdureza superficial mayor ante las otras dos marcas de resina compuesta bulk, seguida por la resina compuesta Tetric Bulk Ivoclar Vivadent® y por último la resina compuesta Fillteck Bulk 3M ESPE®. Observando el Cuadro no. 2 y a través de la Gráfica 2 comparando el valor promedio se obtuvo este resultado

Al tomar en cuenta la variable tiempo observamos como ésta también afecta las propiedades físicas de la resina compuesta bulk, aumentado su microdureza superficial al cabo de 24 horas de post curado. Esto solo llego a suceder en las resinas Fillteck Bulk 3M ESPE® y la resina compuesta bulk Sonicfill Kerr® las cuales obtuvieron un valor  $p < 0.012$  y  $p < 0.004$  respectivamente. Se observa en el Cuadro no. 2 junto con la Gráfica no. 2.

Para la resina compuesta Tetric Bulk Ivoclar Vivadent® no hubo diferencia significativa al permitir un tiempo de post curado de 24 hrs, ya que obtuvo un valor  $p < 0.110$ , lo que nos indica que esta resina no se ve afectada por el post curado.

Al comparar el tercer grupo de resina compuesta bulk con el tratamiento de precalentado y 24 horas de post curado no se encontró diferencia significativa entre los tres diferentes grupos lo que nos indica que la resina compuesta Tetric Bulk Ivoclar Vivadent® con o sin tiempo de post curado se comporta como la resina compuesta Fillteck Bulk 3M ESPE® y Sonicfill Kerr® luego del tratamiento de post curado (4). El Cuadro no. 2 y la Gráfica 2 nos indica lo anterior.

La profundidad de curado de las tres diferentes resinas compuestas bulk, fue efectiva ya que en las comparaciones de las mismas con el tratamiento de precalentado y post polimerizado de 24 horas tomando la diferencia de profundidad de 0 mm a 4 mm, se obtuvo un valor  $p$  mayor a 0.1. Esto nos indica que no hubo diferencia significativa entre la profundidad de fotopolimerizado; en otras palabras, podemos entender que las tres resinas compuestas bulk, llegaron a ser fotopolimerizadas hasta la profundidad de 4 mm. (1,4,9).

## CONCLUSIONES

Tres marcas de resina compuesta bulk se sometieron a diferentes tratamientos de precalentado y post curado, previo a realizar mediciones de microdureza con un durómetro de Shore D en diferentes profundidades. Dicho estudio se realizó en la Facultad de Odontología de la Universidad San Carlos de Guatemala, se obtuvieron las siguientes conclusiones.

1. En general la resina compuesta bulk Sonicfill Kerr® presenta mayor microdureza superficial sin realizar la separación de los subgrupos.
2. El tratamiento de precalentado produjo un cambio en las tres marcas de resina compuesta bulk probadas en este estudio, aumentando la microdureza superficial de las mismas.
3. La resina compuesta SonicFill Kerr® obtuvo una microdureza superficial mayor luego de ser precalentada ante las demás marcas medidas en este estudio, seguida por la resina compuesta Tetric Bulk Ivoclar Vivadent® y por último Fillteck Bulk 3M ESPE®.
4. El tratamiento de post curado de 24 horas mejoró la microdureza superficial de las resinas compuestas Fillteck Bulk 3M ESPE® y Sonicfill Kerr®. La resina Tetric Bulk Ivoclar Vivadent®, no se vio afectada por el tiempo de post curado.
5. El tratamiento de precalentado y el tiempo de post curado mejoran las propiedades físicas de las resinas compuestas bulk aumentando su microdureza superficial.
6. Las tres resinas compuestas bulk llegaron a ser homogéneas en su microdureza superficial luego de haberseles aplicado el tratamiento de precalentado y post curado, dejando a preferencia del usuario que resina compuesta bulk use en su práctica.
7. La profundidad de curado fue homogénea en las tres marcas de resina compuesta bulk, hasta de 4mm, dejando a preferencia del usuario qué resina compuesta bulk usar en su práctica.

## **RECOMENDACIONES**

De los resultados de este estudio fueron consideradas las siguientes sugerencias:

1. Realizar estudios donde se hagan mediciones de profundidad de curado de hasta 6mm aplicando el tratamiento de precalentado y post curado para observar qué tanto se puede llegar a foto polimerizar una resina bulk.
2. Dar continuidad a estudios donde se evalúe si la calidad del pulido de la resina bulk afecta la microdureza superficial.
3. Comparar mayor numero de marcas de resina para tener un panorama más completo de las diferentes marcas comerciales de resinas compuestas bulk que se encuentran en el mercado guatemalteco.
4. Tomar los criterios del presente estudio para la adquisición de equipo de investigación para la Facultad de Odontología de la Universidad San Carlos de Guatemala, y para su uso en la práctica clínica de los estudiantes.
5. Medir otras variables que se vean afectadas por el tratamiento de precalentado, tales como la opacidad, filtración, contracción, etc.

## **LIMITACIONES**

Durante el proceso de la presente investigación se encontraron las siguientes limitaciones:

- La falta del horno de precalentado, así como la lámpara de fotocurado Valo Utradent® hicieron que el estudio se prolongara, debido a las necesidades de transportar las muestras y el equipo hasta la ubicación donde estos se encontraban.
- No se pudieron evaluar todas las marcas de resina compuesta bulk que se encuentran en el mercado actualmente

## BIBLIOGRAFIA

1. Corral C, et al, (2015) **State of the art of bulk-fill resin based composite: A review.** Rev. Fac. Odontol. U. Antioquia; 27(1): 177-196.
2. Dionysopoulos, D; Tolidis, K. and Gerasimon, P. (2016). **The effect of composite, temperture and post-irradiation curring of bulk fill resins composite and polymerization efficiency,** M.R. 19 (2):466-473.
3. López, C. (2014). **Evaluación de la dureza shore D de tres tipos de resina compuesta fotopolimerizada a diferentes intervalos de tiempo e intensidades de luz, de las lámparas de polimerización LED de marcas utilizadas por los estudiantes de la Facultad de Odontologíba de la Universidad de San Carlos de Guatemala.** Tesis (Lic. Cirujano Dentista ) Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Odontología. 68 p.
4. Lucey, S. et al. (2010). **Effect of pre-heating on the viscosity and microhardness on resin composite,** J. of Oral Rehab.. 37: 278-282.
5. Martha Sund-Levander, et al, (2002). **Normal oral, rectal, tympanic and axillary body temperature in adult men and women: a systematic literature review.** S. J. C. Sci..16; 122–128
6. Muñoz, C. et al. (2008). **Effect of pre-heating on depth of cure surface hardness of light-polymerized resin composite,** Am. J. Dent.. 21: 215-222.
7. Price R.B, Farracene J.L, and Shortall A.C, (2015) **Light-Curing Units: A Review of What We Need to Know,** Journal of Dental Research, J. D. R.. 94(9): 1179–1186.
8. Rueggeberg F. (2011). **State-of-the-art: dental photocuring: A review,** S. D. ,M. C. G. ,D. M.. 2(7), 39–52.
9. Shibasaki S. et al, (2017) **Polymerization Behavior and Mechanical Properties of High-Viscosity Bulk Fill and Low Shrinkage Resin Composites.** O. D.. No. 6(42), E177-E187.
10. Weig K.M, et al (2016) **Effect of LED-LCU light irradiance distribution on mechanical properties of resin based materials.** M. S. E. C.. 63, 301–307.



## ANEXOS

Imagen 1

Cilindros de aluminio utilizados para la realización de las muestras.



Imagen 3

Durómetro de Shore D utilizado para medir la microdureza superficial de las muestras.



Imagen 2

Materiales utilizados para la realización de las muestras de la investigación.



Imagen 4

Realizando medida de dureza superficial sobre las muestras.



Fuente: Fotografías tomadas durante trabajo de campo, propiedad del autor.

Imagen 5

Horno de precalentado de resina compuesta, para aumentar sus propiedades físicas.



Imagen 7

Muestras colocadas en caja de Petri dentro de la incubadora.



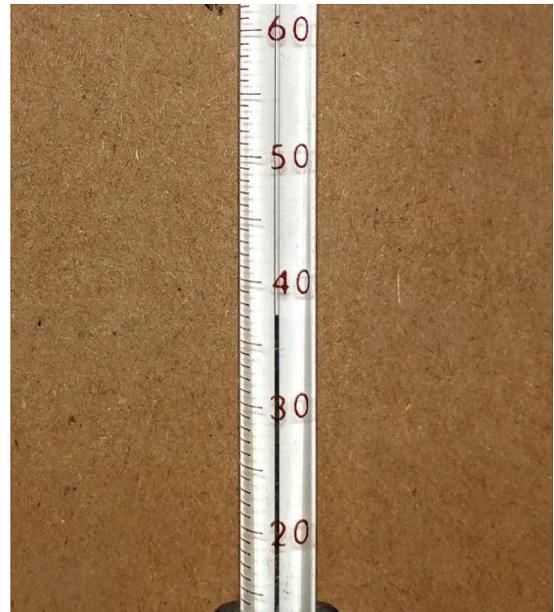
Imagen 6

Incubadora análoga de doble sello, utilizada en el estudio, con termómetro de mercurio.



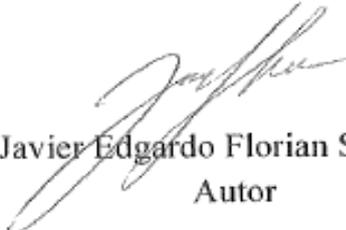
Imagen 8

Termómetro de mercurio e incubadora indicando 37° C durante el post curado.



Fuente: Fotografías tomadas durante trabajo de campo, propiedad del autor.

El contenido de esta tesis es única y exclusiva responsabilidad del autor.



Javier Edgardo Florian Samayoa  
Autor

**El estudiante que realizo la presente investigación manifiesta expresamente, no tener ningún interés de tipo comercial ni económico, con las marcas involucradas en la misma.**



Javier Edgardo Florian Samayoa  
**Autor**



Dr. Herman Horacio Mendía Alarcón  
**Asesor**



Dr. Robin Fausto Hernández Díaz  
**Primer Revisor**  
**Comision de Tesis**



Ing. Fredy Alexander Contreras Castañaza  
**Segundo Revisor**  
**Comision de Tesis**

Imprímase



Dr. Edwin Ernesto Millán Rojas  
Secretario Académico  
**Facultad odontologia**  
**Universidad San Carlos de Guatemala**

