



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA
FLEXIÓN DE DOS RESINAS DE RESTAURACIÓN
DIRECTA SOMETIDAS A DOS PROCESADOS
INDIRECTOS.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N A D E N T I S T A

P R E S E N T A:

STEPHANNYA JAZMIN RANGEL RAMÍREZ

TUTOR: Mtro. JORGE GUERRERO IBARRA



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DOY GRACIAS A DIOS

Por dejarme concluir esta etapa en mi vida, por no soltar mi mano y hacerme más fuerte.

A MI MADRE

Por ser el motor de mi vida, por su inmenso apoyo, por luchar conmigo en este sueño y por el gran amor que siempre me da.

A MI ABUELA LUCERO

Por ser pieza importante en mi vida, y desde en donde este sigue siendo la estrella que guía mi camino.

A MI HERMANO

Por ser motivación en mi vida, por estar juntos en las buenas y malas.

A MI FAMILIA

Por creer en mí y apoyarme en todo momento.
A mi abuela María Elena por brindarme su apoyo y cariño.

A MIS AMIGAS

Abby, Danny, Ari, Vera, Denisse por ser parte de esta aventura, por tantos momentos vividos, por los consejos y por su apoyo.

A LA DOCTORA PATRICIA ALQUICIRA

Por la confianza que me brindo, por compartir su experiencia para hacerme mejor día a día.

A CARLOS

Por el apoyo y cariño que me ha demostrado en esta etapa de mi vida.

A EL DR. JAIME GONZÁLEZ OREA

Por compartir sus conocimientos durante la carrera, por su amistad y sus aportaciones a este trabajo para concluir esta etapa.

A EL DR. JORGE GUERRERO

Por el apoyo, paciencia y conocimientos que me brindo para poder concluir este sueño.

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUNTÓNOMA DE MÉXICO

Por los conocimientos y experiencias que me llevo, por haberme dado la dicha de conocer grandes profesores

INDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	6
II. MARCO TEÓRICO.....	8
CAPITULO 1. Antecedentes.....	8
CAPITULO 2. Polimerización.....	15
2.1 Conceptos.....	15
2.1.1 Polímero.....	15
2.1.2 Polimerización.....	15
2.1.3. Polimerización por adición.....	15
2.1.4. Polimerización por condensación.....	16
CAPITULO 3. TIPOS DE POLIMERIZACIÓN.....	18
3.1 Autopolimerización.....	18
3.1.1. Fotopolimerización.....	18
CAPITULO 4. RESINAS COMPUESTAS.....	20
CAPITULO 5. LÁMPARA DE LUZ EMITIDA POR DIODOS L.E.D.....	22
CAPITULO 6. PROPIEDADES FISICAS.....	23
6.1 Resistencia flexural.....	23

CAPITULO 7. POST-CURADO.....	25
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	26
VI. JUSTIFICACIÓN.....	27
V. OBJETIVOS.....	28
VI. HIPÓTESIS.....	29
VII. TIPO DE ESTUDIO Y CRITERIOS.....	30
VIII. VARIABLES.....	31
IX. MATERIAL Y METODOLOGÍA.....	32
X. UNIVERSO DE TRABAJO.....	35
XI. MÉTODO.....	36
XII. RESULTADOS.....	44
XIII. DISCUSIONES.....	47
XIV. CONCLUSIONES.....	48
XV. BIBLIOGRAFÍA.....	49



I. INTRODUCCIÓN

La evolución de los materiales estéticos plásticos ha sido constante, de tal modo que el fabricante busca día a día mejorar sus propiedades del material para proporcionar cualidades semejantes al diente.

Con el fin de mejor el comportamiento mecánico de los materiales directos, cuando estos son aplicados en restauraciones indirectas, se emplea diversos métodos de polimerización adicional como la exposición a fuentes de mayor intensidad, calor, presión, etc.

Actualmente una de las formas más económicas para solucionar los casos de restauraciones indirectas estéticas lo constituye la confección de inlays, onlays, carillas, entre otros, con materiales de uso directo. Esta técnica tiene diversos factores como restablecer el punto de contacto en caras proximales, proporcionar una buena anatomía dental, manipular la contracción de la resina siempre y cuando suceda fuera de boca así como mejorar su pulido y terminado.

La estética hoy en día representa una preocupación constante para el paciente, generando en este cierto descontrol emocional y de conducta con la sociedad, por lo que el cirujano dentista cuenta con las herramientas necesarias para proporcionar una sonrisa estética, armoniosa y funcional.



El presente trabajo demuestra que bajo tratamiento de post-curado se logran superar las cualidades físicas y mecánicas de las restauraciones indirectas elaboradas con resinas de uso directo, mejorando su comportamiento a través de tratamientos de post-curado como olla de presión y autoclave, logrando un mejor comportamiento en boca.



II. MARCO TEORICO

CAPITULO 1. ANTECEDENTES

Desde la década de los 80 del siglo pasado, las resinas compuestas pasaron a ser utilizadas también como material restaurador indirecto. Con el fin de mejorar el comportamiento mecánico del material, se realizan distintos medios de polimerización como la exposición adicional a fuentes de luz de mayor intensidad, calor, presión y atmósfera inerte de nitrógeno.

En el 2006 Gonçalves Mota realizó un estudio en el cual evaluó y comparo la influencia de la polimerización adicional con calor y presión de vapor o calor y nitrógeno presurizado en la resistencia a la compresión, módulo de elasticidad y microdureza Vickers de una resina compuesta.

Todos los valores de las propiedades mecánicas examinados: resistencia a la compresión, módulo de elasticidad y microdureza Vickers, aumentaron significativamente cuando las muestras fueron sometidas a la polimerización adicional.¹

El Dr. Ribeiro en el año 2007 comparó la resistencia a la compresión de tres diferentes resinas compuestas, utilizando dos fuentes de fotopolimerización: luz halógena y LED.

Las resinas compuestas seleccionadas fueron las siguientes:

Filtek Supreme (3M ESPE)

Tetric Ceram (Ivoclar Vivadent)

Charisma (Heraeus Kulser)



El tiempo de polimerización fue el mismo recomendado por los mismos fabricantes. Todas las muestras fueron almacenadas en recipientes plásticos negros herméticamente tapados durante 24 horas.

Comparando algunas propiedades de resinas compuestas cuando son fotopolimerizadas con luz de halógeno y con LED, se encontraron valores menores en el grado de conversión de los polímeros, profundidad de polimerización, dureza superficial y resistencia a compresión cuando se utilizó luz LED.

Los resultados demostraron que la resina compuesta de la casa Kulser fotopolimerizada con luz halógena, tuvieron los mayores valores de resistencia compresiva. Las resinas compuestas fotopolimerizadas por luz halógena obtuvieron mejores resultados en el ensayo mecánico de resistencia a la compresión, cuando se compararon con luz emitida por diodos (LED).²

Se evaluó el grado de dureza Knoop de una resina compuesta bajo la influencia de diferentes métodos de polimerización adicional en el 2008 por el Dr. Edevilson Barbosa, en este estudio se realizaron 5 grupos con 10 especies cada uno.

Grupo 1 (Control) - polimerización convencional con luz de lámpara halógena

Grupo 2 - polimerización complementaria con calor seco (estufa)

Grupo 3 - polimerización con calor húmedo (autoclave)

Grupo 4 - polimerización con energía de microondas.

Grupo 5 - polimerización con calor y luz por 20 minutos en el prototipo experimental.



Los resultados demostraron que todas las técnicas de polimerización complementaria fueron eficientes en el aumento de microdureza Knoop, el Grupo 5 (prototipo experimental) fue lo que obtuvo el mejor desempeño y los mayores valores de medias de microdureza Knoop con diferencias estadísticamente significantes para los demás.³

Tatiana Poskus en el año 2009 evaluó el número de dureza Vickers (VHN) in vitro de restauraciones inlays de tres resinas compuestas híbridas (Filtek Z250, Opallis y Esthet-X), las cuales sometió a dos tratamientos de post-curado.

El grupo control se fotopolimerizó durante 40 segundos, el grupo autoclave se fotopolimerizó durante 40 segundos más 15 min en autoclave a 130° C y se mantuvieron durante 15 minutos bajo 2,0 kgf/cm² y el grupo microondas se fotopolimerizó durante 40 segundos más 3 minutos en microondas a 450W.

Las muestras fueron pulidas con papeles abrasivos de grano y discos de diamante, se almacenaron durante 24 horas en agua destilada y se le realizaron tres muescas bajo una carga de 50g durante 15 segundos.

Las resinas compuestas convencionales con post-curado aumentaron su dureza ($p < 0,001$), Filtek Z250 mostró mayor dureza ($p < 0,001$) y menores valores de la brecha inlays ($p < 0,05$).

Los valores de separación de la brecha no excede a 90 micrones, sin embargo un tratamiento de post-curado aumenta su dureza Vickers.⁴



En el año 2009 Caroline Lumi Miyasaki evaluó la resistencia a la flexión de una resina de uso directo en comparación con una indirecta usando tratamiento con calor. Las muestras fueron fotoactivadas a 600mW por 40 segundos, posteriormente fueron tratadas térmicamente a 170° C durante 5, 10 y 15 minutos. El tratamiento térmico fue realizado en un horno (fillManfredi, Italia).

La resina indirecta a comparar fue tratada térmicamente con las indicaciones del fabricante.

La resistencia a la flexión fue evaluada como un medio para evaluar la influencia en los diferentes períodos de tratamiento térmico. Los datos fueron analizados por ANOVA y prueba de Tukey; la resistencia a la flexión se evaluó después de 120 horas de almacenamiento a 37 ° C.

Los resultados mostraron que la resina de compuesto directo con los tratamientos presentó valores más altos (178.7 MPa) en comparación con la resina compuesta indirecta (146,0 MPa) y el mismo compuesto sometido a fotoactivación sólo (151,7 MPa). Dentro de las limitaciones de este estudio, se puede concluir que el tratamiento térmico aumenta la resistencia a la flexión del material compuesto directa, conduciendo a una mayor resistencia mecánica en comparación con el compuesto indirecta.⁵

Se realizó un estudio en el departamento de Ciencias e Ingeniería de Materiales e Ingeniería Química por Juana Abenojar, Francisco Velasco en el año 2009, el cual consistió en evaluar el efecto del post-curado con base epoxi reforzado con carburo de silicio (SiC) en diferentes proporciones.



Se utilizó dos temperaturas de post-curado (80° y 100°C) por una hora, y se evaluaron la dureza, resistencia a la flexión y como propiedades físicas la densidad.

Con los valores obtenidos se realizó un estudio estadístico para ver si existen diferencias significativas entre los valores medios de las propiedades estudiadas con los diferentes post-curados aplicados a cada material. Se ha visto que el post-curado no afecta a la densidad y a la dureza, en cuanto a la resistencia el uso de un post-curado es importante.⁶

Suresh en el 2010 empleo la técnica indirecta y aplico un post curado a un composite, esta técnica se fabricó sobre dados de trabajo y se le aplico un medio separador, después se condensa el material por capas en la cavidad y se polimeriza con luz por 40 segundos cada capa. Posteriormente se sometió a un post-curado en un horno a 100°C durante 15 minutos (horno de curado CRC-100, Kuraray).

En la polimerización a base de calor, habitualmente se usa una temperatura que oscila entre los 120 ° y 140° pero un recalentamiento puede causar la degradación de la composición del material. El calor puede ser aplicado en autoclave, hornos de fundición o en hornos especiales.

Como resultado se obtuvo que el post curado de resinas compuestas disminuye los niveles de monómero, después de la polimerización por luz.

El monómero residual se enlaza covalentemente a la red de polímero por tratamiento térmico, los monómeros se volatizan durante el calentamiento la combinación de luz-calor aumenta la energía térmica lo necesario para permitir la mejor conversión de doble enlace.⁷



Kulser observó que la resistencia al desgaste aumentó un 35% con curado de luz y calor en comparación con curado de luz solamente.

Jean-François Nguyen en el 2012 estudio el termo-polimerización bajo alta presión de cuatro resinas compuestas disponibles en el mercado, para obtener y caracterizar bloques compuestos convenientes para procedimientos de CAD/CAM.

Como características de las muestras menciona que la resinas Gradia y VITA son curables con luz indirecta y están indicados para inlays, onlays, carillas y para coronas, mientras que Grandio y EsthetX son curables con luz directa. Con el fin de replicar el curado, la primera fotopolimerización de todo compuesto fue seguida por 30 minutos de post-curado en una cámara de curado (PLC 4000, Schutz Alemania) este procedimiento aumentaría el grado de conversión y aumentaría las propiedades mecánicas y físicas de los materiales.

Un calorímetro de exploración diferencial (DSC823, Mettler Toledo Suiza), se utilizó para determinar la temperatura de termo-polimerización de cada material en la presión atmosférica.

La muestra fue introducida en autoclave, la presión se elevó a 250 MPa a 180°C a una velocidad de 20 minutos.⁸

Los resultados indican que la polimerización a temperatura por presión, presento mayor resistencia a la flexión, mayor dureza, densidad, incluso la resistencia a la fractura de todos los materiales aumento.



El siguiente estudio se basó en los requerimientos de la norma I.S.O 4049:1988, que aplica a materiales a base de resina autopolimerizable, quimiofotopolimerizable y fotopolimerizable.



CAPITULO 2. POLIMERIZACIÓN

2.1 CONCEPTOS

2.1.1 POLÍMERO

Los polímeros, son compuestos químicos de moléculas formadas por la unión y repetición de monómeros de un solo tipo o de diferentes.

2.1.2. POLIMERIZACIÓN

La polimerización, es una reacción química la cual forma un polímero a través de la unión de monómeros hasta formar una larga molécula en forma de cadena.

Se entiende por polimerización a la conversión de monómeros a una matriz de polímeros, que se puede iniciar por diferentes medios para formar radicales libres que inicien la polimerización.

Se puede clasificar las reacciones de polimerización en dos tipos:

2.1.3. POLIMERIZACION POR ADICIÓN

Una polimerización es por adición si la molécula de monómero pasa a formar parte del polímero sin pérdida de moléculas, dando como resultado un polímero estable, ya que no hay liberación de subproductos.



2.1.4. POLIMERIZACION POR CONDENSACIÓN

Es por condensación si la molécula de monómero pierde átomos cuando pasa a formar parte del polímero. Por lo general se pierde una molécula pequeña como agua o HCL gaseoso.

Todo proceso de polimerización, consta de cuatro periodos para llevarla a cabo.

Activación

Iniciación

Propagación.

Terminación

Una vez que los agentes inhibidores se han consumido, los radicales libres están disponibles para reaccionar con las moléculas de los monómeros.

Cuando esta reacción sucede, un radical monómero se forma y va a reaccionar en forma continua con otras moléculas de monómeros formando de esta manera un alargamiento de cadena de polímeros. Imag.1

Mientras la polimerización continúa, distintas formas estructurales de cadenas se van formando. Los diferentes tipos de cadena se forman dependiendo de la habilidad de cada compuesto orgánico, la molécula de Bis-GMA, forma cadenas muy rígidas y con limitada movilidad.

Los diluentes más flexibles como el TEDMA tienen la posibilidad de doblarse y reaccionar, ya que la mayoría de las moléculas Bis-GMA se han unido.

Por lo tanto la matriz de resina resultante de la polimerización, no es una masa completamente homogénea. La terminación de la polimerización, se da por acoplamiento de cadenas o por intercambio de átomos de hidrógeno de una cadena a otra en crecimiento.

La iniciación de la polimerización de una resina compuesta puede llevarse a cabo mediante siete formas distintas:

Calor

Química (autopolimerización)

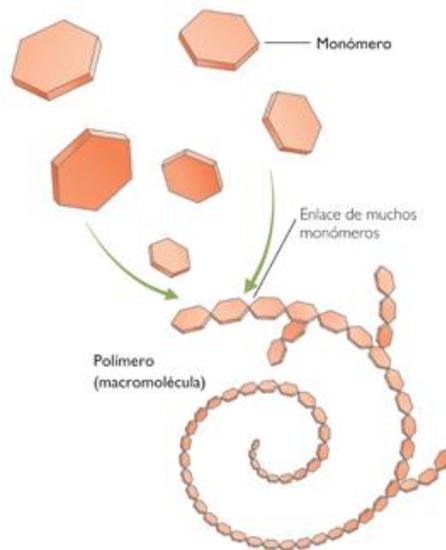
Luz UV

Luz visible

Microondas

Calor y presión

Presión hidráulica.



magen1. Formación de cadena de polímeros



CAPITULO 3. TIPOS DE POLIMERIZACIÓN

3.1. AUTOPOLIMERIZACIÓN

Las resinas activadas químicamente reaccionan con la unión de un iniciador, que es el peróxido de benzoilo y un activador, que es una amina terciaria (N,Ndimetil-p-toloudina).

Cuando estas dos pastas son espatuladas la amina reacciona con el peróxido de benzoilo formando una reacción de óxido-reducción y produce radicales libres, por lo que se inicia el proceso de polimerización.

3.1.2. FOTOPOLIMERIZACIÓN

Los primeros sistemas fotoactivados emplearon la luz ultravioleta, hoy en día han sido reemplazados por el sistema de luz visible con gran capacidad para polimerizar espesores mayores de 2mm.

Para las resinas polimerizadas con luz ultravioleta se utilizan benzoinas y cetonas y para las resinas polimerizadas por luz visible se usan dicetonas.

La iniciación de los radicales libres consiste en la foto iniciación de las moléculas y un activador de amina, los cuales expuestos a la luz no interactúan por lo que requieren de una exposición en una longitud de onda de 468nm, para provocar un estado de excitación del fotoiniciador e interacción con la amina para formar radicales libres.



Un fotoiniciador comúnmente empleado es la canforoquinona, que tiene límites de absorción entre 400 y 500nm en la zona azul del espectro visible de la luz. Existen muchos aceleradores de aminas apropiadas para interactuar con la canforoquinona como dimetilaminoetil metacrilato.



CAPITULO 4. RESINAS COMPUESTAS

A comienzo del año 1905 y hasta los años 60 se usaron los cementos de silicato como material de obturación. A partir de los años 50 comienzan a utilizarse los plásticos basándose en metacrilato y dimetacrilato, con el fin de buscar un material más resistente y evitar la irritación pulpar comúnmente producida por los cementos de silicato.⁹

En 1974 fueron combinadas con resinas de más baja viscosidad, el dimetacrilato de uretano (UDMA). En la actualidad poseen otras resinas diluyentes que baja su viscosidad como el trietilen-glicol-dimetacrilato o TEG DMA, el cual va a mejorar sus características y su manipulación para ser usadas en restauraciones directas.

Los monómeros utilizados en resinas compuestas deben de cumplir una serie de requisitos o criterios:

- Biocompatibilidad
- Buenas propiedades físicas
- Estabilidad química en el medio bucal
- Estabilidad de color
- Alta reactividad a baja temperatura
- Vida útil larga
- Libre de sabor y olor

Las resinas compuestas pueden clasificarse de acuerdo con el tipo de relleno, metodo de curado, consistencia y uso. Imag.2

- Resinas compuestas tradicionales o macrorelleno (desuso).
- Resinas compuestas de partículas pequeñas (desuso).
- Resinas compuestas híbridas.
- Microhíbridas.
- Resinas compuestas de microrelleno.
-

CONVENCIONAL **MICRORELLENO**

	MACRORELLENO	MICRORELLENO	MACRORELLENO	HÍBRIDAS	NANORELLENO
PARTICULAS (micras)	>10	0.04	1-5	0.04-<5	0.02 a 0.075
REACCIÓN POLIMÉRICA	AUTOPOLIMERIZABLE FOTOCURABLE UV	AUTOPOLIMERIZABLE FOTOCURABLE	AUTOPOLIMERIZABLE FOTOCURABLE	AUTOPOLIMERIZABLE FOTOCURABLE	AUTOPOLIMERIZABLE FOTOCURABLE
RESISTENCIA COMPRESIVA	GRAN RESISTENCIA A LA FRACTURA +++++	MENOR RESISTENCIA A LA FRACTURA ++	RESISTENCIA A LA FRACTURA ++	RESISTENCIA A LA FRACTURA +++	RESISTENCIA A LA FRACTURA +++
CALIDAD DE SUPERFICIE	NO PULIBLE	SUPERPULIBLE	SUPERPULIBLE	PULIBLE	SUPERPULIBLE
ESTABILIDAD DE COLOR	CAMBIO DE COLOR	ESTABILIDAD DE COLOR (FOTO)	ESTABILIDAD DE COLOR (FOTO)	ESTABILIDAD DE COLOR (FOTO)	ESTABILIDAD DE COLOR (FOTO)
DESGASTE	SI DESGASTE	NO DESGASTE	NO DESGASTE	NO DESGASTE	NO DESGASTE
APLICACIÓN CLÍNICA	GRANDES CAVIDADES	CAVIDADES CLASE III Y IV	CAVIDADES CLASE IV	CAVIDADES CLASE IV	CAVIDADES CLASE I, II, III, IV, V
C.E.T.L	+	+++	+++	++	+++

Imagen 2. Evolución de las resinas compuestas.



CAPITULO 5. LAMPARA DE LUZ EMITIDA POR DIODOS (L.E.D.)

Los sistemas fotocurables polimerizan en presencia de la luz ultravioleta o de la luz visible debido a la presencia de absorbedores, capaces de iniciar la polimerización del polímero Bis-GMA.

Un diodo es un componente semiconductor, que se caracteriza por permitir el paso fácil de corriente en un sentido y difícil hacia el sentido contrario, el diodo conduce corriente fácilmente desde el ánodo hacia el cátodo, pero no al revés.

Para las lámparas L.E.D. existe una combinación de dos semiconductores diferentes:

- N-doped (CARGA NEGATIVA)
- P-doped (CARGA POSITIVA)

Los n-doped semiconductores tienen un exceso de electrones y los p-doped semiconductores tienen una necesidad de electrones.

Cuando los dos tipos de semiconductores se combinan y se aplica un voltaje, los electrones se excitan y esto libera energía en forma lumínica. Estas fuentes de luz emiten radiación solo en el espectro de luz visible en la zona azul que va de 440 a 490nm.

Las lámparas de luz L.E.D. no requieren de filtros, no generan calor por lo que no requieren de ningún ventilador y gastan poca energía.



CAPITULO 6. PROPIEDADES FÍSICAS

6.1. RESISTENCIA FLEXURAL

La resistencia flexural o módulo de rotura como suele denominarse ésta propiedad, es la resistencia que ofrece un material al ser flexado cuando se aplica una fuerza al centro del material, apoyando sus extremos en soportes que repartirán equitativamente la fuerza aplicada. Imag.3

Cuando esta carga se aplica, la muestra se arquea, la deformación resultante se manifiesta en la disminución de las dimensiones verticales (deformación por compresión) y el alargamiento de las dimensiones horizontales (deformación por tracción). En consecuencia es posible suponer que las tensiones principales que actúan sobre la superficie superior son compresivas, mientras que las que actúan sobre la superficie inferior son traccionales. Es así que cuando un material no logra un equilibrio entre dichas tensiones se ocasiona la fractura.

Las restauraciones dentales y las piezas dentarias se encuentran sometidas a tensiones tangenciales (de corte), traccionales, compresivas y también se producen tensiones flexurales (que generan una flexión, deflexión).

La ruptura, cuyo análisis determina la resistencia flexural, constituye el estudio de tensiones complejas, es decir, la combinación de todos los tipos de tensiones fundamentales.

El material que se seleccione deberá tener la flexibilidad y la resistencia flexural acordes para poder deformarse sin dislocarse y/o romperse ante la deflexión producida.

Las tensiones que se generan en un material al actuar las fuerzas de oclusión deben tenerse en cuenta clínicamente. En oclusión actúan fuerzas promedio de alrededor de 70-90 Newton (N).

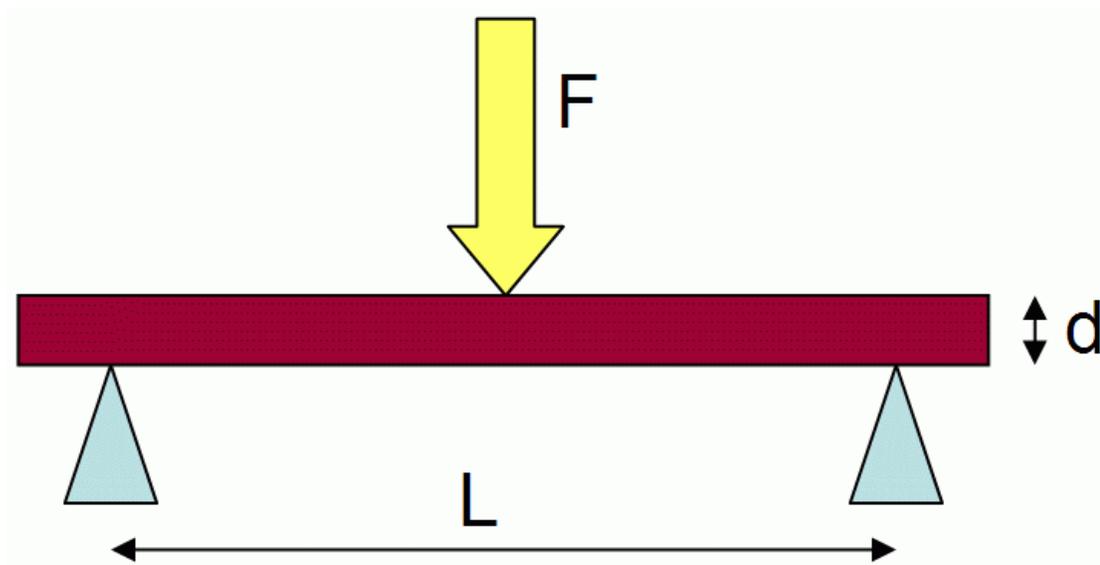


Imagen 3. Fuerza aplicada en resistencia a la flexión.



CAPITULO 7. POST-CURADO

Varios factores son importantes para la completa polimerización de las resinas compuestas, entre ellos la intensidad de luz, la temperatura, el tiempo de polimerización, además de métodos complementarios de polimerización

Las resinas compuestas poseen un mecanismo de polimerización por la activación de los radicales libres, donde el agente iniciador de la reacción es una molécula generalmente canforoquinona que es activada por luz dentro de un largo de onda de 400-500 nm del azul del espectro visible.

Ha sido demostrado que una lenta reacción de polimerización de las resinas compuestas puede causar menor daño a la interface de la restauración, por aumentar el escurrimiento del material en la fase inicial de la formación de los polímeros, disminuyendo así la tensión de la contracción de polimerización.

Existen diversos medios de post-curado para una resina compuesta, con el fin de mejorar sus cualidades físicas y mecánicas. Una de tantas formas son sometidos a calor con presión.

POST-CURADO EN OLLA DE PRESIÓN

Sometidos en una olla de presión a 110°C por un tiempo de 15 minutos y 1.5 kg de presión.

POST-CURADO EN AUTOCLAVE

Sometidos en autoclave a 131°C por un tiempo de 15 minutos y 2kg de presión.



III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad el odontólogo realiza acciones clínicas en su práctica diaria, siendo una de ellas la confección de restauraciones indirectas estéticas utilizando resina compuesta.

El uso común de estas restauraciones estéticas hace que no siempre el odontólogo implemente distintos métodos de procesados indirectos con el fin de mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la resina compuesta y de esta manera obtener restauraciones con mejores valores en cuanto a su densidad, dureza, sorción acuosa, cambios dimensionales etc.

Por lo que nos hacemos la siguiente pregunta de investigación.

¿Un post-curado aumentará los valores de resistencia a la flexión de una resina compuesta?



IV. JUSTIFICACIÓN

Para la elaboración de una restauración indirecta es necesario la toma de una impresión para posteriormente obtener un dado de trabajo y así poder confección la restauración fuera de boca.

Al realizar una restauración indirecta con resina compuesta es importante saber que se pueden aumentar los valores para mejorar el comportamiento físico y mecánico cuando se le aplica un post-curado como olla de presión y autoclave.

Con este estudio se decidirá si es recomendable la aplicación de un post-curado ya sea con olla de presión o autoclave, para así considerarlo como una alternativa para aumentar los valores de restauraciones indirectas hechas con resina compuestas.



V. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar la resistencia a la flexión de dos marcas de resinas compuestas para restauración directa, con un post-curado.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Valorar la resistencia a la flexión de las resinas Z-350 de 3M y Empress Direct de Ivoclar Vivadent, polimerizadas con lámpara de LED Bluephase en el programa de high durante 20 segundos.

Valorar la resistencia a la flexión de las resinas Z-350 de 3M y Empress Direct de Ivoclar Vivadent, después de un post-curado en olla de presión a 110°C por un tiempo de 15 minutos y 1.5 kg de presión

Valorar la resistencia a la flexión de las resinas Z-350 de 3M y Empress Direct de Ivoclar Vivaden después de un post-curado en autoclave a 131°C por un tiempo de 15 minutos y 2kg de presión.

Determinar los valores obtenidos de los diferentes grupos de resina compuesta sometido a tratamiento de post-curado bajo presión y en autoclave.



VI. HIPÓTESIS

HIPÓTESIS VERDADERA

Las resinas compuestas sometidas a un post-curado en olla de presión y autoclave aumentaran los valores de resistencia a la flexión.

HIPÓTESIS NULA

Las resinas compuestas sometidas a un post-curado en olla de presión y autoclave NO aumentaran los valores de resistencia a la flexión.



VII. TIPO DE ESTUDIO Y CRITERIOS

TIPO DE ESTUDIO

Estudio transversal

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Muestras de 25x2x2 de resina compuesta Z-350 de 3M

Muestras de 25x2x2 de resina compuesta Empress Direct de Ivoclar Vivadent

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Cualquier otra resina compuesta que no cumpla con los criterios de inclusión.



VIII. VARIABLES

VARIABLE INDEPENDIENTE

Resistencia a la flexión.

VARIABLE DEPENDIENTE

Post-curado en olla de presión a 110°C por un tiempo de 15 minutos y 1.5 kg de presión.

Post-curado en autoclave a 131°C por un tiempo de 15 minutos y 2kg de presión.

IX. MATERIAL Y METODOLOGÍA

COMPOSITE

- Z-350, color A2 (3M) USA_{Imag.4}



Imagen 4. Resina compuesta Z350 3M

Contiene resina BIS-GMA, UDMA, TEDGMA y BIS-EM.

El relleno contiene una combinación de relleno de nano sílice no aglomerado/no agregado de 20 nm y un nano cluster de zirconio/sílice de unión holgada constituido por aglomerados de partículas primarias de zirconio/sílice de 5-20 nm. El tamaño de partícula del agregado oscila dentro de un rango de 0.6 a 1.4 micras. La carga de relleno es de 78.5% por peso. Todos los tonos son radiopacos.

- Empress Direct colorA2 (Ivoclar Vivadent) USA. Imagen 5



Imagen 5. Resina compuesta Empress Direct Ivoclar Vivadent

La matriz de monómero se compone de dimetacrilato 20-21.5% en peso. El relleno contiene vidrio de bario, trifluoruro de iterbio, óxidos mixtos, dióxido de silicio y copolímeros. El contenido de relleno inorgánico es 75-79% (52-59% de volumen), el tamaño de partícula es de 550nm.



EQUIPO

- Lámpara de fotopolimerización de luz L.E.D. Bluephase (Ivoclar Vivadent)
- Olla de presión Ecko classic modificada México.
- Autoclave Pelton semiautomático USA.
- Vernier digital (Mitutoyo) Japón.
- Recipientes con agua hermético, capaz de mantener la temperatura de +/- 37°C
- Máquina universal de pruebas mecánicas INSTRON, modelo 5567 USA.

MATERIAL

- Molde de acero inoxidable de 25X2X2mm para la preparación de espécimen
- Cinta mylar
- Vidrio de 2mm de espesor
- Portaobjetos
- Grapas (BACO)
- Aceite de silicón
- Papel abrasivo de grano 600
- Lentes de protección

INSTRUMENTAL

- Espátula para resina Hu- friedy #W3
- Condensador de resina Hu-friedy #A6



X. UNIVERSO DE TRABAJO

Los grupos de estudio se conformaron como se indica en el siguiente cuadro.

MATERIAL	PRECEDIMIENTO	ESPECIMENES
Z-350 3M	Control	10
Empress Direct IVOCLAR	Control	10
Z-350 3M	Olla de presión	10
Empress Direct IVOCLAR	Olla de presión	10
Z-350 3M	Autoclave	10
Empress Direct IVOCLAR	Autoclave	10
TOTAL		60

XI. MÉTODO

ELABORACIÓN DE ESPECIMENES PARA PRUEBAS DE FLEXIÓN

Se realizaron 60 especímenes los cuales fueron elaborados basándose en la norma I.S.O 4049:1988, en el cual se usó un molde de acero inoxidable con una hendidura de 25x2x2mm. Imag.6



Imagen 6. Molde para la preparación de especimen.

La preparación de especímenes consistió en poner dicho molde cerrado sobre un vidrio de 2mm de espesor, la hendidura fue pincelada con aceite de silicón para evitar la adherencia de la resina, posteriormente se llenó la hendidura con resina y se condensa a lo largo del mismo y con un segundo vidrio de 2mm y con la ayuda de grapas se homogenizo el grosor y se fotopolimerizo con la lámpara a lo largo de todo el molde, este procedimiento se realizó por ambos lados. Imag.7

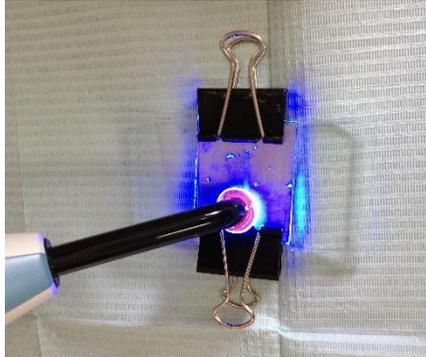


Imagen 7. Fotopolimerización de espécimen.

Una vez polimerizado se retiró el espécimen del molde y con un papel abrasivo de grano 600 se eliminaron todos los excedentes, para obtener superficies homogéneas, ya eliminado los excedentes se llevó a un horno a 37°C con humedad absoluta. Imagen 8.



Imagen 8. Horno a 37°C.

GRUPO CONTROL

Tal cual se prepararon los especímenes se introdujeron en recipientes con agua, posteriormente se llevaron a la estufa a 37°C con humedad absoluta por 24 horas. *Imag.9*

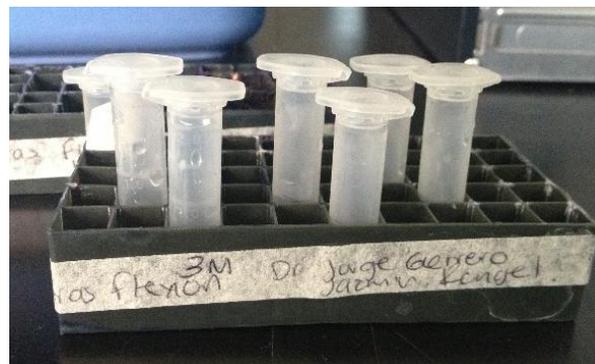


Imagen 9. Recipientes con especímenes.



Imagen 10. Especímenes en horno a 37°C.

GRUPO POST-CURADO EN OLLA DE PRESIÓN

Se realizaron 20 especímenes, 10 de Z-350 de 3M y 10 de Empress Direct de Ivoclar Vivadent, y se colocaron en bolsas de esterilizar y se sometieron dentro de una olla de presión a 110°C por un tiempo de 15 minutos y 1.5 kg de presión. Imag.11



Imagen 11. Muestras dentro de la olla de presión

Al terminar este ciclo se retiraron de la olla y se colocaron en recipientes con agua para posteriormente llevarlos a la estufa a 37°C con humedad absoluta por 24 horas.

GRUPO POST-CURADO EN AUTOCLAVE

Se realizaron 20 especímenes, 10 de Z-350 de 3M y 10 de Empress Direct de Ivoclar Vivadent se colocaron en bolsas de esterilizar y se llevó a un ciclo de esterilizado en el autoclave marca Pelton semiautomático a 131°C por un tiempo de 15 minutos y 2kg de presión. Imag. 12



Imagen 12. Muestras dentro del autoclave.

Al término del ciclo se colocaron dentro de recipientes con agua para posteriormente llevarlo a la estufa por 37°C con humedad absoluta por 24 horas.

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

Con una vernier digital se midió el grosor y la anchura de cada espécimen, posteriormente el espécimen se colocó en los aditamentos para la prueba a la flexión y se llevaron a la maquina universal de pruebas mecánicas marca INSTRON para realizar la prueba de resistencia a la flexión. Imag. 13, 14.

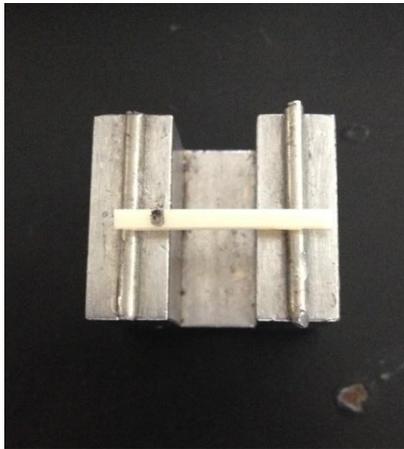


Imagen 13. Aditamento con espécimen

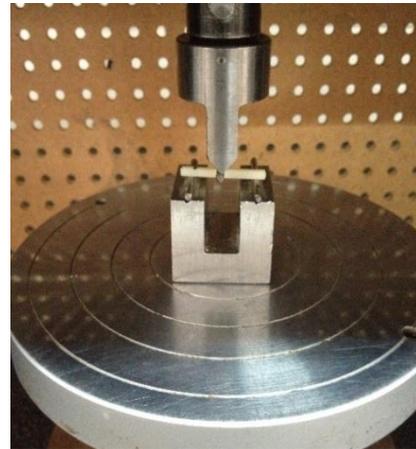


Imagen 14. Prueba mecánica en la maquina universal

La prueba se realizó a una velocidad de carga de 1mm por minuto hasta que la muestra se fracturo. Esta prueba se realizó en cada espécimen. Imag.15,16.

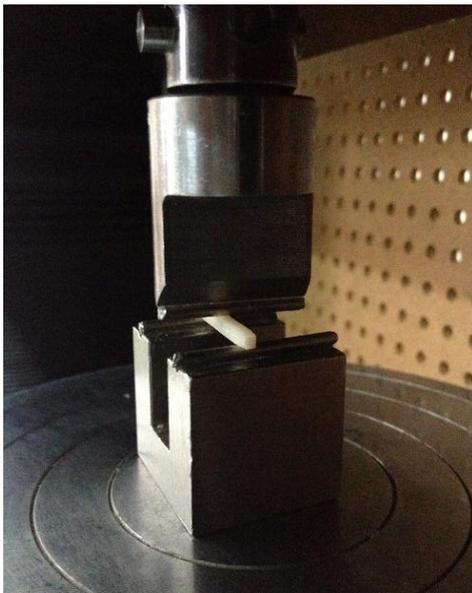


Imagen 15. Prueba de resistencia a la flexión.



Imagen 16. Fractura del espécimen.



RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

Se calculó la resistencia a la flexión en base a la siguiente ecuación:

$$\frac{3fl}{2bh^2}$$

Donde:

f : máxima carga en Newtons, aplicada en la muestra.

l : distancia en milímetros entre los soportes.

b : ancho en milímetros de la muestra medida antes de realizar la prueba.

h : altura en milímetros de la muestra, medida antes de realizar la prueba.

XII. RESULTADOS

Los resultados obtenidos fueron analizados por una prueba de varianza que fue una ANOVA de una vía a una $p=0.564$ y un post ho de tukey. ($P=0.437$)



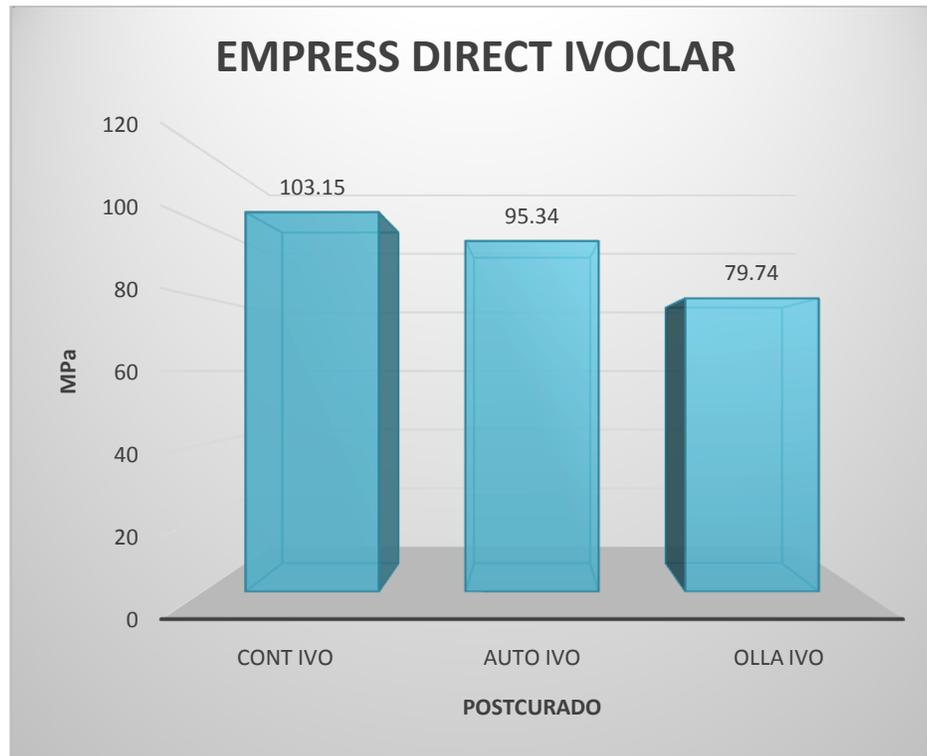
Grafica no.1 resultados de prueba a la flexión de todos los grupos

En el post ho no arrojó diferencias estadísticamente significativas con los demás grupos, sin embargo, como se muestra en la gráfica el grupo que alcanzó mayores valores de resistencia a la flexión fue el de resina compuesta Z-350 de 3M sometido a un post-curado en olla de presión con 106.470 MPa a diferencia del grupo Z-350 de 3M sometido a autoclave en el cual sus valores disminuyeron a 89.031MPa.



Grafica no.2 resistencia a la flexión de la resina Z-350 3MESPE

En la gráfica no. 2 se muestran los grupos experimentales de la resina Z-350 de 3M, en el que se observa que el grupo control presenta una resistencia a la flexión de 99.18 MPa, el grupo post-curado con autoclave su resistencia a la flexión disminuyó a 89.03MPa, a diferencia del grupo de olla de presión que sus valores aumentaron significativamente a 106.47MPa



Gráfica no.3 Resistencia a la flexión de la resina compuesta Empress Direct de Ivoclar Vivadent

En la gráfica no. 3 se muestra los grupos experimentales de la resina compuesta Empress Direct de Ivoclar Vivadent, observando que el grupo control presento una resistencia a la flexión de 103.15 MPa, en comparación con la resina Z-350 de 3M en su grupo control el cual presenta menor resistencia a la flexión.

El grupo de autoclave que tuvo una resistencia a la flexión de 95.34MPa y el grupo de olla de presión que obtuvo la menor resistencia con un 79.74MPa.



XIII. DISCUSIONES

De acuerdo a Goncalves en su artículo “influencia de la polimerización adicional en las propiedades de una resina Ormocer” y a los valores obtenidos y a los valores arrojados de la prueba que se realizó con un post-curado en olla de presión y autoclave, podemos concluir que:

1. Que el grupo experimental de resina Z-350 de 3M sometido a un post-curado en olla de presión a 110°C por un tiempo de 15 minutos y 1.5 kg de presión aumenta significativamente sus valores en la prueba de resistencia a la flexión.
2. Sin embargo se observó que el grupo experimental de resina Empress Direct de Ivoclar Vivadent sometido de la misma manera en olla de presión a 110°C por un tiempo de 15 minutos y 1.5 kg de presión no arroja en la prueba un aumento significativo en sus valores de resistencia a la flexión.
3. El grupo experimental de resina Empress Direct de Ivoclar Vivadent sometido a un post-curado en autoclave a 131°C por un tiempo de 15 minutos y 2kg de presión aumento significativamente sus valores de resistencia a la flexión.
4. Por lo tanto se debe tomar en cuenta que las propiedades mecánicas de la resina compuesta aumenta significativamente cuando son sometidos a una polimerización adicional



XIV. CONCLUSIONES

La influencia de métodos complementarios como calor y presión cuando son empleados de manera adecuada, aumenta el grado de conversión de los monómeros en polímeros, proporcionando polimerización más uniforme, mejorando su desempeño clínico.

Se concluye que un tratamiento de post-curado sobre resinas compuestas de uso directo y realizado indirectamente mejora sus cualidades físicas y mecánicas, pudiendo considerarse un procedimiento alternativo para el procesado de restauraciones indirectas.



XV. BIBLIOGRAFÍA

1. Gonçalves Mota E, et al. “Influencia de la polimerización adicional en las propiedades de una resina Ormocer®”. *Avances en Odontoestomatología* 2006, vol.22, n.5, pp. 271-277. ISSN 0213-1285.
2. Marcos Ribeiro Moyses.et.al “Influencia de las unidades de curado led y luz halógena sobre la resistencia compresiva de las resinas compuestas”. *Acta Odontológica Venezolana*. Volumen 45, N° 2, 2007.
3. Paulo Fonseca Menezes Filho, et al. “Evaluación de la dureza knoop de resina compuesta en función de la variación de la técnica de polimerización complementaria”, *Acta Odontológica Venezolana* vol. 46 N° 1 / 2008 ISSN: 0001-6365.
4. Laiza Tatian Poskus, et al. “Influence of post-cure treatments on hardness and marginal adaptation of composite resin inlay restorations: an in vitro study.” *Journal of Applied Oral en Ciencias* Diciembre 2009, vol. 17 n.6 pp.617-22.



-
5. Caroline Lumi Miyazakiet al. “Heat treatment of a direct composite resin: influence on flexural strength”, Braz. oral res. vol.23 no.3 São Paulo July/Sept. 2009.
 6. Abenojar J, Valasco F. et.al “Influencia del post-curado en las propiedades mecánicas de una resina epoxi reforzada con Si: estudio estadístico” Revista iberoamericana de polímeros 10(3), pp. 166-179, 2009.
 7. Suresh N. et.al. “Propiedades de los composites”, Journal of Conservative Dentistry. 2010.
 8. Jean-Francois Nguyen, *et al.* “Resincomposite blocks via high-pressure high-temperature polymerization” Dental Materials Sciverse Science Direct vol. 28, 2012, pp. 529-534.
 9. Anusavice K. “La ciencia de los materiales dentales de Phillips” 10° ed. Ciudad de Mexico. Editorial McGraw-Hill Interamericana editores S.A. de C.V. 1988.



-
10. International Standard Organization I.S.O. 4049:1998. Odontología, Resinas con materiales de relleno.
11. Barcelo F. Palma J, "Materiales Dentales, Conocimientos Básicos aplicados". Editorial trillas, España 2002.
12. Cova N J. L "Biomateriales Dentales" 2da edición. Editorial Amolca. 2010.