



FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGIA

“COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA COMPRESIVA DE LA RESINA NANOHÍBRIDA FOTOPOLIMERIZADA Y CON FOTOTERMONEUMOPOLIMERIZACIÓN, PARA LA REALIZACIÓN DE RESTAURACIONES INDIRECTAS (ESTUDIO IN VITRO). AREQUIPA - 2016”.

Tesis presentada por la bachiller:
JULISSA ALEXANDRA DELGADO MEDINA
Para optar el Título Profesional de
Cirujano Dentista

AREQUIPA – PERU

2017

DEDICATORIA

A Dios quién supo guiarme por el camino correcto, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mis padres por su apoyo, comprensión, amor, consejos en los momentos difíciles, y ayuda con los recursos necesarios para concluir esta carrera. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia y coraje para conseguir mis objetivos.

A mi mamá Eulalia y a mi papá Oscar, por cuidar de mí siempre y en todo lugar, por guiar mis pasos y ser un pilar muy importante, tanto en inspiración como en fuerza para cada día. Gracias por haberme permitido disfrutar de la dicha de ser su nieta.

A mi hermano, hermana, familia y demás seres queridos por ser una parte muy importante en mi vida, por haberme apoyado en las buenas y en las malas, sobre todo por su paciencia y amor incondicional.

AGRADECIMIENTOS:

- A mis maestros. Gracias por su tiempo, por su apoyo así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional, en especial: al Dr. Pedro Gamero por su asesoría, contribución y por impulsar el desarrollo de esta investigación y la culminación de la misma.
- Al Dr. Ronal Calle, por la comprensión, paciencia, motivación, aliento y apoyo brindado durante todo el proceso de esta investigación.
- A mis amigas, amigos y compañeros por los momentos compartidos, los conocimientos intercambiados, alegrías, experiencias y a todas aquellas personas que de alguna manera han contribuido con el logro de mis objetivos.

Una sonrisa no cuesta nada pero da mucho,
enriquece a aquellos que la reciben
sin hacer más pobres a aquellos que la dan.
Solo se tarda un momento,
pero a veces permanece en la memoria para siempre.
Nadie es tan rico ni tan poderoso para poder vivir sin ella,
Y nadie es tan pobre que no pueda darla.
Una sonrisa crea felicidad en un hogar,
Genera buena voluntad en el trabajo
Y es la marca tangible de la amistad.
Crea una sonrisa y da felicidad al mundo.

INDICE

RESUMEN.....	10
ABSTRACT.....	11
CAPÍTULO I.....	12
Título.....	13
Problema de investigación.....	13
Área de conocimiento.....	13
Justificación e importancia del estudio.....	13
Objetivos.....	14
CAPÍTULO II.....	15
MARCOTEÓRICO:	16
Resinas compuestas:	16
Historia.....	16
Definición..	17
Componentes:	17
Clasificación de las resinas compuestas:.....	20
Clasificación cronológica.....	20
Clasificación según su consistencia.....	21
Clasificación según el tipo de relleno.....	24
Propiedades de las resinas compuestas:.....	28
Polimerización.....	31
Definición.....	31
Polimerización por adición.....	31
Etapas de la reacción de polimerización:.....	32
Métodos de polimerización de la resina compuesta.....	34
Polimerización por calor.....	34
Polimerización química (autopolimerizables).....	34
Polimerización por luz.....	35
Factores que modifican el efecto de la luz.....	36
Polimerización dual.....	38

Polimerización por luz UV.....	38
Fototermoneumopolimerización.....	38
Tipos de lámparas:.....	39
Lámparas de luz halógena convencionales.....	39
Lámparas de luz halógena rápidas.....	40
Lámpara de arco de plasma.....	40
Lámpara laser argón.....	41
Lámpara de Luz emitida por diodos.....	41
Restauraciones indirectas.	42
Definición.....	42
Clasificación por el grado de compromiso dentario.....	42
Clasificación por la técnica utilizada para su confección.....	42
Indicaciones.	43
Contraindicaciones.....	43
Ventajas.	44
Desventajas.....	44
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	44
Definición.....	44
Ensayo.....	45
Cálculo de la resistencia compresiva.....	46
ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	47
HIPÓTESIS	51
VARIABLES	51
CAPÍTULO III	52
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	53
Tipo de estudio.....	53
Diseño de la investigación.....	53
Población y muestra.....	53
Técnica e instrumentos de investigación.....	54
Procedimiento para la recolección de datos.....	54
Plan de tabulación, procedimiento y presentación.....	55

Análisis de datos.....	55
Recursos.....	56
CAPÍTULO IV	58
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	56
Presentación de resultados.....	59
Discusión.....	73
Conclusiones.....	75
Recomendaciones.....	76
Referencias bibliográficas.....	77
CAPÍTULO V	79
ANEXOS	80
Anexo 01: fractura por carga compresiva.....	81
Anexo 2: probeta de ensayo.....	82
Anexo 3: F. de obs. Experimental para la resistencia compresiva.....	83
Anexo 4: F. de resultados proporcionada por el laboratorio.....	84
Anexo 5:.....	85
Fotos 01,02 y 03: Equipos.	
Fotos 04, 05 y 06: Instrumental y materiales.	
Fotos 07 y 08: Primer incremento y atacado en el molde.	
Fotos 09,10 y 11: Calibración de sonda periodontal.	
Fotos12, 13 y 14: Segundo incremento, calibración y fotopolimerización.	
Fotos15 y 16: Tercer incremento, calibración y fotopolimerización.	
Fotos17 y 18: Ultimo incremento y colocación de cinta matriz.	
Fotos19 y 20: Compresión con platina de vidrio y polimerización final.	
Fotos 21 y 22: Calibración de probetas.	
Fotos 23 y 24: Probetas de ambos grupos.	
Fotos 25 y 26: Empaquetado y sellado de las probetas del grupo experimental, autoclavado de estas.	
Fotos 27, 28 y 29: Probeta cargada en máquina de compresión, prueba de resistencia a la compresión de la probeta y registro de datos resultantes de la compresión.	

INDICE DE TABLAS

Tabla Nro. 1: Comparación de la altura de los cilindros de resina nanohíbrida según el grupo de estudio.....	59
Tabla Nro. 2: Comparación del diámetro de los cilindros de resina nanohíbrida según el grupo de estudio.....	61
Tabla Nro. 3: Comparación del área de los cilindros de resina nanohíbrida según el grupo de estudio.....	63
Tabla Nro. 4: Comparación de la fuerza máxima soportada por los cilindros de resina nanohíbrida según el grupo de estudio.....	65
Tabla Nro. 5: Resistencia compresiva de los cilindros de resina nanohíbrida fotopolimerizada.....	67
Tabla Nro. 6: Resistencia compresiva de los cilindros de resina nanohíbrida fototermoneumopolimerizada.....	69
Tabla Nro. 7: Comparación de la resistencia compresiva de los cilindros de resina nanohíbrida según grupo de estudio.....	71

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico Nro. 1: Comparación de la altura de los cilindros de resina nanohíbrida según el grupo de estudio.....	60
Gráfico Nro. 2: Comparación del diámetro de los cilindros de resina nanohíbrida según el grupo de estudio.....	62
Gráfico Nro. 3: Comparación del área de los cilindros de resina nanohíbrida según el grupo de estudio.....	64
Gráfico Nro. 4: Comparación de la fuerza máxima soportada por los cilindros de resina nanohíbrida según el grupo de estudio.....	66
Gráfico Nro. 5: Resistencia compresiva de los cilindros de resina nanohíbrida fotopolimerizada.....	68
Gráfico Nro. 6: Resistencia compresiva de los cilindros de resina nanohíbrida fototermoneumopolimerizada.....	70
Gráfico Nro. 7: Comparación de la resistencia compresiva de los cilindros de resina nanohíbrida según grupo de estudio.....	72

RESUMEN

La presente investigación de tipo experimental, con diseño comparativo, laboratorial, transversal, prospectivo y observacional, ha sido desarrollada con el propósito de comparar la resistencia compresiva de una resina nanohíbrida fotopolimerizada y con fototermoneumopolimerización.

El estudio se llevó a cabo en 16 probetas cilíndricas, de 8mm de altura por 4mm de diámetro, confeccionadas con la resina BRILLANT NG (Coltene), en un molde de acero inoxidable, las cuales fueron divididas aleatoriamente en dos grupos, perteneciendo uno al control (sólo fotopolimerizadas) y el otro grupo al experimental, las cuales posterior a su fotopolimerización, fueron sometidas a un ciclo de autoclave. El tamaño de los grupos se determinó mediante fórmula, siendo de 8 unidades para cada uno, sobre los cuales se midió la resistencia compresiva en Megapascuales (Mpa) mediante el uso de la máquina digital de ensayos universales CMT- 5L.

Respecto a los resultados, se encontró que existe diferencia significativa de 19.96% a favor del grupo experimental, con un valor de prueba T de 14.61 y un valor de prueba p de 0.00000000825 ($p < 0.05$).

Palabras claves:

Resistencia compresiva

Fotopolimerización

Fototermoneumopolimerización

Polimerización

Restauraciones indirectas

ABSTRACT

The present investigation of experimental type comparative, laboratory, transversal, prospective and observational design, It has been developed with the purpose of comparing the compressive strength of a photopolymerized nanohybrid resin with photothermoneumpolymerization.

The study was carried out on 16 cylindrical specimens, 8mm high by 4mm in diameter, made with BRILLANT NG resin (Coltene), in a stainless steel mold, which were randomly divided into two groups, one belonging to the control (Only photopolymerized) and the other group to the experimental, which after its photopolymerization, were submitted to an autoclave cycle. The size of the groups was determined by formula, being 8 units for each, on which the compressive strength in Megapascals (Mpa) was measured by the use of the CMT-5L digital test machine.

Regarding the results, we found that there is a significant difference of 19.96% in favor of the experimental group, with a test value T of 14.61 and a test value p of 0.000 ($p < 0.05$).

Keywords

Compressive strength

Photopolymerization

Photothermoneumpolymerization

Polymerization

Indirect Restorations

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1. TITULO

Comparación de la resistencia compresiva de la resina nanohíbrida fotopolimerizada y con fototermoneumopolimerización, para la realización de restauraciones indirectas (*Estudio in vitro*). Arequipa 2016.

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

¿Existe diferencia en la resistencia compresiva entre la resina nanohíbrida fotopolimerizada con la fototermoneumopolimerización, para la realización de restauraciones indirectas?

3. ÁREA DE CONOCIMIENTO

- a) AREA: Ciencias de la Salud.
- b) CAMPO: Odontología.
- c) ESPECIALIDAD: Dentística
- d) LINEA: Restauraciones indirectas.
- e) TOPICO: Resistencia compresiva.

4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

Estudios anteriores demuestran que mediante el método de polimerización convencional se obtiene entre el 60 y 66% de conversión de monómeros en polímeros, lo que ocasiona una disminución en las propiedades de la resina⁽¹⁴⁾. Con el antecedente de estudios que comprueban que con el método de fotopolimerización complementado por calor más presión se obtiene un mayor porcentaje de conversión de monómeros, con este estudio lo que se persigue es obtener un mayor grado de polimerización de la resina Brilliant NG (Coltene) buscando explotar al máximo sus propiedades y por ende mejorar su desempeño clínico.

La restauración de áreas de concentración de tensiones, como las cúspides de trabajo, requiere un material con comportamiento mecánico elevado, así como capacidad de deformarse ante la tensión, protegiendo las estructuras dentales remanentes, tornándolas más resistentes a las fuerzas oclusales y masticatorias.

Siendo la completa polimerización un factor muy importante para el desempeño óptimo y máximo desenvolvimiento de las propiedades de las resinas, para potenciar su comportamiento clínico, es que se hace trascendental evaluar si este mismo método puede ser útil para una resina nanohíbrida de uso convencional y así tratar de solucionar una de sus principales fallas como son las fracturas.

Es así que, con la presente investigación se pretende brindar nuevos conocimientos con respecto al post tratamiento que debe recibir este tipo de material de obturación para que resulte siendo más eficaz, lo cual repercutirá en el paciente al que no solo se le ofrecerá un trabajo que garantice su función, estabilidad y durabilidad sino una mejor calidad de vida.

5. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN:

- **GENERAL:**
 - Comparar la resistencia compresiva entre la resina nanohíbrida fotopolimerizada con fototermoneumopolimerización.

- **ESPECÍFICOS:**
 - Medir la resistencia compresiva de la resina nanohíbrida fotopolimerizada.

 - Medir la resistencia compresiva de la resina nanohíbrida con fototermoneumopolimerización.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

6. MARCO TEÓRICO

A. MARCOTEÓRICO:

1. RESINAS COMPUESTAS:

1.1 Historia.

Durante la primera mitad del siglo xx, los únicos materiales que podían ser empleados como materiales de restauración estética eran los cementos de silicato, si bien liberaban flúor, tenían la desventaja de que presentaban alta solubilidad, en pocos años sufrían un desgaste importante⁽¹⁾, aparición de tinciones y opacidad y producían daño pulpar debido a su pH ácido⁽²⁾. Posteriormente, hacia los años cuarenta se introdujeron en el mercado las resinas acrílicas de polimetilmetacrilato, si bien eran insolubles a los fluidos orales, de bajo costo y su manipulación era sencilla presentaban por contrapartida, poca resistencia al desgaste, contracción por polimerización elevada y en consecuencia filtración marginal, elevado coeficiente de expansión térmica con microfiltración, caries secundaria además de mala estabilidad de color⁽³⁾. En 1955 Buonocore utiliza el ácido ortofosfórico para incrementar la adhesión de las resinas acrílicas a la superficie adamantina⁽⁴⁾. En 1962 R. Bowen desarrolla el monómero Bis-GMA tratando de mejorar las propiedades físicas de las resinas acrílicas cuyos monómeros permitían solamente la formación de cadenas lineales. Este descubrimiento se halla constituido por una fase de polímero blando de una resina orgánica, el bis-GMA (bisfenol glicidil metacrilato). Dispersa en esta matriz se encuentra una segunda fase de partículas de cerámica inorgánica originalmente cuarzo y un agente de acoplamiento o silano. La fase de resina tendría un comportamiento pobre como material restaurador. La adición de estas partículas de relleno inorgánicas le dan a este material propiedades físicas mejores respecto a las resinas sin relleno (resinas acrílicas), reduciendo además la contracción por polimerización en un

75 % y el coeficiente de expansión térmica en un 60%, reducen la absorción de agua y dan estabilidad de color⁽³⁾. Estos primeros compósitos de curado químico exigían mezclar la pasta base con el catalizador con los consiguientes problemas derivados de la proporción, batido. A partir de 1970 aparecieron los materiales compuestos polimerizables mediante radiaciones electromagnéticas que obviaban la mezcla y sus inconvenientes, se utilizó en los primeros momentos la energía luminosa de una fuente de luz ultravioleta (365 nm), pero ante sus efectos iatrogénicos y su poca profundidad de polimerización, fue sustituida por la luz visible (427-491nm), actualmente en uso y desarrollo. ⁽⁴⁾

1.2 Definición.

Las resinas compuestas se definen como un material de estructura heterogénea, producto de la combinación tridimensional de dos materiales químicamente diferentes unidos por una interfase. Es decir, consiste en la combinación de la fase orgánica o matriz polimerizable, con la fase inorgánica, o de relleno, unidas por un agente de enlace o acoplamiento, correspondiente a una cubierta de Silano que envuelve las partículas de relleno permitiendo la unión. Posee además otros aditivos menores que se incluyen para mejorar sus propiedades, apariencia y durabilidad ⁽⁵⁾.

1.3 Componentes:

1.3.1 Matriz orgánica:

Está formada por moléculas monoméricas, un sistema iniciador de polimerización, y elementos estabilizadores que evitan la polimerización espontánea de los monómeros.

El bis-GMA es un oligómero que en su estructura molecular cuenta con dos grupos –OH que forman enlaces de hidrógeno entre monómeros, generando una matriz extremadamente viscosa. Para

contrarrestar la viscosidad de este monómero es necesario agregar diluyentes o controladores de viscosidad tales como el trietilenglicol – dimetacrilato (TEGDMA) y/o dimetacrilato de uretano (UDMA), que son monómeros de menor peso molecular. La incorporación de estos elementos a la fase orgánica permite disminuir el peso molecular promedio de la matriz, esto brinda la posibilidad de agregar mayor cantidad de partículas de relleno. Teniendo en cuenta que a menor peso molecular del monómero utilizado, mayor será la contracción volumétrica de la resina, la incorporación de diluyentes debe ser limitada, ya que reducir el peso molecular promedio refleja un aumento en la magnitud de la contracción de polimerización de la matriz, condicionando la aparición de brechas en la interfase. Se han desarrollado otros monómeros alternativos al bis-GMA, con la intención de perfeccionar las propiedades de la resina compuesta. Podemos citar la sustitución del grupo hidroxilo (OH) pendiente de la molécula de bis GMA, por grupos metílicos (CH₃ bis-GMA) que produce un monómero más hidrófobo, esta nueva composición, denominada bis-EMA, presenta mayor peso molecular, la ausencia del grupo hidroxilo permite el deslizamiento entre sus moléculas lo que le confiere menor viscosidad al material, reduce la contracción de polimerización y de absorción de agua, proporcionando mayor estabilidad frente al medio bucal.⁽⁶⁾

1.3.2 Relleno inorgánico.

Consiste en partículas inorgánicas incorporadas de forma dispersa en la fase orgánica. Con el propósito de reforzar la matriz disminuyendo la cantidad de moléculas orgánicas presentes en su composición, lo que ha permitido una serie de mejoras tales como:

- Aumentar la dureza superficial y la resistencia al desgaste.
- Reducción de la contracción de polimerización.
- Coeficiente de variación dimensional térmico.
- Viscosidad.

- Proporciona mayor opacidad radiográfica⁽⁹⁾.

La cantidad de relleno que se puede agregar a la resina depende del tamaño de la partícula, presentando rangos que varían entre el 30-70% del volumen, o 50-85% del peso del material. Existe una gran variedad de partículas de relleno y cada una brinda características específicas al material. La incorporación de relleno a la matriz mejora sustancialmente las propiedades del material, siempre que las partículas estén bien adheridas a la matriz. Si esto no ocurre, en vez de actuar como refuerzo, pasan a ser un debilitador del material⁽⁶⁾.

1.3.3 Agente de conexión o acoplamiento.

Permite el enlace entre las dos fases del compuesto. Los agentes de acoplamiento son moléculas bifuncionales, que cubren al sustrato inorgánico generando enlaces iónicos, mientras crea enlaces covalentes con la superficie orgánica, uniendo químicamente ambas fases, otorgándole así cohesión al material. Los agentes más empleados son los silanos orgánicos.

El silano mejora las propiedades físicas y mecánicas del composite, ya que permite que la fase orgánica transfiera las tensiones a las partículas de relleno que brindan rigidez, evitando que el material se deforme fácilmente ⁽⁶⁾.

1.3.4 Sistemas iniciadores.

El proceso de polimerización de las resinas compuestas comienza cuando los monómeros reaccionan con un agente iniciador previamente activado, cuya finalidad es transformar las moléculas monoméricas pasivas en radicales libres, generando una reacción en cadena. Actualmente el sistema de activación más comúnmente empleado es el sistema de activación a través de la luz visible, esta fuente energética al ser aplicada sobre la resina activa al fotoiniciador, que corresponde a una dicetona conocida como Canforoquinona (CQ), la cual interactúa con una amina orgánica

para formar los radicales libres dispuestos a comenzar la reacción en cadena⁽⁶⁾.

1.3.5 Inhibidores de polimerización.

Su finalidad es minimizar o evitar la polimerización espontánea de los monómeros. Cuando se ha formado un radical libre, el inhibidor reacciona con él impidiendo la reacción en cadena y con ello, que se produzca la polimerización. Una vez que todos los inhibidores se hayan consumido, se desencadenará la reacción. Un inhibidor típico es el hidroxitolueno butilado ⁽⁶⁾.

1.3.6 Modificadores ópticos

Los composites deben tener una apariencia natural similar al diente, para esto cuentan con propiedades de tonos y translucidez que puedan semejar la estructura dentaria. La tonalidad se logra incorporando diferentes pigmentos que a menudo consisten en partículas minúsculas de óxidos metálicos.⁽⁶⁾

1.4 Clasificación de las resinas compuestas:

1.4.1 Clasificación cronológica:

- **Primera generación:** las primeras resinas compuestas se caracterizaron por una fase orgánica compuesta por Bis-GMA y un refuerzo de macropartículas de 8 a 10 μm en promedio en forma de esferas y prismas de vidrio en un porcentaje del 70%. Mejoraron la resistencia al desgaste pero no tenían buena capacidad de pulido y se pigmentaban rápidamente. En la actualidad no se cuenta con productos comerciales de esta generación ⁽⁷⁾.
- **Segunda generación:** se aumentó el porcentaje de la fase orgánica, es la generación de las resinas de micropartícula. Inicialmente tuvieron un tamaño promedio de 0,04 μm . actualmente se usan tamaños ligeramente mayores, 0,05 a 0,1 μm . La adición de estas

micropartículas coloidales torna el material extremadamente viscoso y difícil de manipular es por eso que se han creado formas de realizarla sin que comprometa las propiedades físicas⁽⁸⁾. Con esta generación mejoraron la capacidad de pulido pero disminuyó la resistencia al desgaste al tener que aumentar la proporción de matriz ⁽⁷⁾.

- **Tercera generación:** corresponde a los híbridos, donde se incluyen en la fase inorgánica diferentes tamaños de partícula mejorando considerablemente la textura superficial y la capacidad de pulimento ⁽⁷⁾.
- **Cuarta generación:** corresponde al grupo de resinas compuestas las cuales vienen en alto porcentaje de refuerzo inorgánico con base en vidrios cerámicos y vidrios metálicos. Son las resinas compuestas para dientes posteriores ⁽⁷⁾.
- **Quinta generación:** son resinas compuestas para ser utilizadas en forma indirecta, procesadas con calor y presión o combinaciones con luz, calor, presión, etc ⁽⁷⁾.
- **Sexta generación:** son los sistemas contemporáneos llamados también resinas compuestas microhíbridas y nanohíbridas ⁽⁷⁾.
- **Séptima generación:** son las resinas compuestas de nanotecnología o de nanorrelleno ⁽⁸⁾.

1.4.2 Clasificación según su consistencia:

- **Convencionales:** poseen una viscosidad intermedia dada por la cantidad de relleno presente en su estructura, que representa entre 60 y 68% del volumen, esto facilita la manipulación. Corresponden a la gran mayoría de los materiales compuestos actualmente aplicados al campo de la Odontología ⁽⁶⁾.

Los aspectos que caracterizan a estos materiales son: disponer de gran variedad de colores y capacidad de mimetización con la estructura dental, menor contracción de polimerización, baja absorción de agua, excelentes características de pulido y texturización, abrasión y desgaste muy similar al experimentado por las estructuras dentarias, coeficiente de expansión térmica similar a la del diente, fórmulas de uso universal tanto en el sector anterior como en el posterior, diferentes grados de opacidad y translucidez en diferentes matices y fluorescencia⁽⁴⁾.

- **Baja viscosidad:** son resinas a las cuales se les ha disminuido el porcentaje de relleno inorgánico y se han agregado a la matriz algunas sustancias o modificadores reológicos (diluyentes) para de esta forma tornarla menos viscosa o fluida,⁽¹⁰⁾ tales como tensioactivos, que mejoran la fluidez evitando una gran reducción en la carga⁽¹¹⁾.

Entre sus ventajas destacan: Alta capacidad de humectación de la superficie dental tienen el potencial de fluir en pequeños socavados, puede formar espesores de capa mínimos, lo que previene el atrapamiento de burbujas de aire, tiene una alta elasticidad o bajo módulo elástico (3,6 - 7,6 GPa), lo cual se ha demostrado que provee una capa elástica entre la dentina y el material restaurador que puede absorber la contracción de polimerización asegurando la continuidad en la superficie adhesiva y reduce la posibilidad de desalojo en áreas de concentración de estrés. Aunque este tipo de resinas posee una alta contracción de polimerización (4 a 7%), su gran elasticidad es un factor que contrarresta el esfuerzo interfacial. La radiopacidad de la mayoría de estos

materiales es insuficiente. Algunas de las indicaciones para estos materiales son: restauraciones de clase V, abfracciones, restauraciones oclusales mínimas o bien como materiales de forro cavitario ⁽⁹⁾.

- **Alta viscosidad:** las resinas compuestas de alta densidad son resinas con un alto porcentaje de relleno. Erróneamente denominadas "condensables". La consistencia de este tipo de materiales permite producir áreas de contacto más justos con la banda matriz que los logrados con los materiales de viscosidad estándar en restauraciones clase II. Para obtener esta característica, se desarrolló un compuesto denominado PRIMM (Polimeric Rigid Inorganic Matrix Material), formado por una resina Bis-GMA ó UDMA y un alto porcentaje de relleno de partículas irregulares (superior a un 80% en peso) de cerámica (Alúmina y Bióxido de Silicio). Su comportamiento físico-mecánico supera a las resinas híbridas, sin embargo, su comportamiento clínico es similar al de las resinas híbridas. Como principales inconvenientes destacan la difícil adaptación entre una capa de resina y otra, la dificultad de manipulación y la poca estética en los dientes anteriores. Otro aspecto esencial para obtener mejores resultados es la utilización de una resina fluida como liner. La resina fluida al poseer un bajo módulo de elasticidad, escurre mejor y por eso posibilita una mayor humectación, adaptación y funciona como un aliviador de tensión, compensando el estrés de contracción de polimerización de la resina "empacable" al ser colocadas sobre la resina fluida. Su principal indicación es la restauración de cavidades de clase I, II y VI ⁽⁹⁾.

1.4.3 Clasificación según el tipo de relleno:

- **Macrorrelleno:** conocidas también como resinas compuestas de Macropartículas. Creadas durante los años 70. Están constituidas por grandes partículas de relleno inorgánico con tamaños que varían de 1 a 50 micrómetros y que ocupan entre el 60 y 70 % de su volumen ⁽⁶⁾.

Los rellenos más utilizados en este tipo de resinas fueron el cuarzo y el vidrio de estroncio o bario. El relleno de cuarzo tiene buena estética y durabilidad pero carece de radiopacidad y produce un alto desgaste al diente antagonista. El vidrio de estroncio o bario son radiopacos pero desafortunadamente son menos estables que el cuarzo ⁽⁹⁾.

Con el tiempo se redujo su tamaño a valores entre 1 y 35 micrómetros, disminuyendo la formación de grietas o cortes en la superficie de la restauración, además de mejorar la unión con el agente de acoplamiento. La incorporación de cuarzo a la matriz permitió mejorar sustancialmente las propiedades físicas y mecánica, siendo su uso clínico ideal para zonas de gran tensión ⁽¹⁾.

Las principales desventajas debido a las dimensiones grandes de sus partículas de carga, los composites de macropartículas presentan deficiencias como la rugosidad superficial, dificultad de pulido, hay un desgaste preferencial de la matriz resinosa, que propicia una prominencia de las macropartículas de carga más resistentes. Estas partículas se desprenden y forman pequeños cráteres, esto influye en el brillo superficial, facilita el depósito de placa bacteriana, y la pigmentación de la superficie de la obturación ⁽¹²⁾.

- **Microrrelleno:** también llamadas resinas compuestas de acabado fino, nacen como una alternativa a las anteriores. Estos sistemas de resina poseen partículas de sílice pirolítica ó coloidal, las cuales tiene un tamaño mucho más uniforme que aquellas usadas en las resinas compuestas convencionales, oscilando entre 0.2 - 0.04 micrones de diámetro. Las partículas de relleno ultrafinas, por su tamaño, incrementan en gran medida el área de su superficie en contacto con los monómeros, razón por la cual no se pueden agregar en mucho porcentaje, ya que aumentarían demasiado su viscosidad. La característica más destacable de estas resinas compuestas es la excelente terminación superficial que puede lograr, lo que permite obtener una estética excepcional. Es por esta razón que los materiales se reservaron especialmente para restauraciones en el sector anterior donde además no se requiere una gran resistencia mecánica ⁽⁷⁾.

Presentan mayor porcentaje de sorción acuosa, alto coeficiente de expansión térmica y menor módulo de elasticidad ⁽⁹⁾.

- **Híbridas:** combinan las propiedades físicas y mecánicas de los sistemas de partículas convencionales y la capacidad de pulido de los sistemas de partículas de microrrelleno, logrando resultados intermedios entre ambos sistemas. Esta tecnología híbrida admite una alta carga de relleno en la resina compuesta, lo cual permite recuperar gran parte de las propiedades mecánicas que se habían perdido con los sistemas de microrrelleno, aunque no logran igualar su capacidad de pulido ⁽⁷⁾.

Poseen dos tipos de relleno, macropartículas que fluctúan entre 1 y 15 micrómetros (μm), y micropartículas cercanas

a los 0,04 micrómetros, pero el tamaño promedio está por sobre el micrón. Constituyendo un 75 a 80% aproximadamente de la resina compuesta. Puede contener sílice amorfa, asociada a vidrios que contienen materiales pesados (bario estroncio y circonio), el metal confiere a la resina la radiopacidad. Las evaluaciones clínicas señalan que no conservan el pulido a lo largo del tiempo, debido a las dimensiones todavía acentuadas de las partículas y por su distribución y forma irregular ⁽¹³⁾.

- **Microhíbridas (Híbridas modernas):** son la versión mejorada de las resinas compuestas híbridas y aunque son materiales muy similares a estas últimas, la diferencia radica en el tamaño promedio de sus partículas el cual fluctúa entre 0,4 y 0,8 μm , totalizando un contenido de entre 75 y 80% del peso del compósito. Con esto se logró combinar las características físicas de las resinas híbridas y las características estéticas de las microrrelleno, logrando aumentar la carga de relleno, disminuir los cambios dimensionales, aumentar la resistencia mecánica y al desgaste, además de mejorar el pulido ⁽⁶⁾.

Este tipo de resinas tienen un alto porcentaje de relleno de partículas submicrométricas (más del 60% en volumen). Sin embargo, estas resinas no poseen las mejores cualidades en cuanto a pulido y el brillo superficial se pierde con rapidez ⁽⁹⁾.

- **Nanorrelleno:** este tipo de resinas contienen partículas con tamaños menores a 10nm (0.01 μm), este relleno se dispone de forma individual o agrupados en "nanoclusters" o nanoagregados de aproximadamente 75nm. El uso de la nanotecnología en las resinas compuestas ofrecen pulido de larga duración, similar a las resinas de microrelleno

pero manteniendo propiedades físicas y resistencia al desgaste equivalente a las resinas híbridas⁽⁷⁾. Por estas razones, tienen aplicaciones tanto en el sector anterior como en el posterior ⁽⁹⁾.

Las partículas de nanorelleno son tan pequeñas que permiten que los haces de luz las atraviesen sin reflejarse, comportándose como elementos transparentes. A esto debemos agregar que su escasa dimensión, genera que se comporten como un sólido atípico, más bien parecido a un líquido. Por esta razón las resinas de nanorelleno deben tener partículas de mayor tamaño en su composición. ⁽⁶⁾

- **Nanohíbridos:** estos tipos de resinas ciertamente poseen partículas nanométricas en su composición inorgánica que oscila entre 20 a 60nm, pero a diferencia de las de nanorelleno no poseen nanoclústers, en reemplazo de estos tienen un microrelleno promedio de 0.7 micrones. Estas partículas actúan como soporte para las nanométricas y otorgan viscosidad al material, regulan la consistencia, dan el color y la radiopacidad. Justamente, las distintas formas de otorgar ese soporte a las nanopartículas son la diferencia más importante con respecto a los distintos desarrollos comerciales. Los aportes clínicos de estos materiales son bastantes parecidos a los de nanorelleno, pero su falencia radica en lo que refiere a la pérdida de su partícula de soporte (microhíbrido) frente a una acción abrasiva ⁽⁷⁾.

- **Resinas a base de siloranos:** este material innovador posee un monómero de base llamado Silorano; presenta valores de aproximadamente 0.9% de reducción de volumen. El sistema monomérico deriva de una ecuación

química nueva de anillo abierto que combina moléculas de siloxanos y oxiranos que originan el silorano.

Otra característica es que hace uso de un sistema autoacondicionante específico de dos pasos que posee compatibilidad química con el material restaurador. Presenta partículas de cuarzo silanizadas y matriz orgánica a base de silorano, que confiere biocompatibilidad, hidrofobia y contracción de polimerización baja. Las partículas de cuarzo están asociadas a los fluoruros de ltrio, que proporcionan radiopacidad al material. El tamaño medio de sus partículas es de 0.4um y ocupa el 58% del volumen del material. Estas características le confieren las propiedades físicas adecuadas para la restauración de dientes posteriores ⁽¹⁴⁾.

1.5 Propiedades de las resinas compuestas:

1.5.1 Resistencia al desgaste.

Es la capacidad que poseen las resinas compuestas de oponerse a la pérdida superficial, como consecuencia del roce con la estructura dental, el bolo alimenticio, etc. Esta propiedad depende, entre otras cosas, del tamaño, la forma y el contenido de las partículas de relleno. Cuanto mayor sea el porcentaje de relleno, menor el tamaño y mayor la dureza de sus partículas, la resina tendrá menor abrasividad ⁽²⁾.

1.5.2 Textura superficial.

Este concepto se define como la uniformidad de la superficie del material de restauración. En las resinas compuestas la lisura superficial está relacionada en primer lugar con el tipo, tamaño y cantidad de las partículas de relleno y en segundo lugar con una técnica correcta de acabado y pulido. Una resina rugosa favorece

la acumulación de placa bacteriana y puede ser un irritante mecánico. En la fase de pulido de las restauraciones se logra una menor energía superficial y se elimina la capa inhibida⁽²⁾.

1.5.3 Coeficiente de expansión térmica.

Es la velocidad de cambio dimensional por unidad de cambio de temperatura. Un bajo coeficiente de expansión térmica está asociado a una mejor adaptación marginal. Las resinas compuestas tienen un coeficiente de expansión térmica tres veces superior a la estructura dental, lo cual es significativo, ya que, las restauraciones pueden estar sometidas a temperaturas que oscilan entre los 0 y los 60° C ⁽²⁾.

1.5.4 Resistencia a la fractura.

Las resinas compuestas presentan diferentes resistencias a la fractura y ésta va a depender de la cantidad de relleno. Si presentan alta viscosidad, tienen alta resistencia a la fractura debido a que absorben y distribuyen mejor el impacto de las fuerzas de masticación ⁽²⁾.

1.5.5 Resistencia a la compresión y a la tracción.

Directamente relacionadas con el tamaño y el porcentaje de las partículas de relleno ⁽²⁾.

1.5.6 Módulo de elasticidad.

Cuanto mayor sea el módulo de elasticidad de un material, más rígido será, mientras que a menor módulo de elasticidad bajo poseerá una mayor flexibilidad. A mayor tamaño y porcentaje de las partículas de relleno, mayor módulo elástico ⁽²⁾.

1.5.7 Estabilidad del color.

Las resinas compuestas sufren alteraciones del color, bien debido a manchas superficiales (relacionadas con la penetración de colorantes), o bien debido a procesos decolorantes internos, como resultado de un proceso de foto oxidación de algunos componentes de las resinas como las aminas terciarias. Las resinas

fotopolimerizables son mucho más estables al cambio de color que aquellas químioactivadas ⁽²⁾.

1.5.8 Radiopacidad.

Un requisito de los materiales de restauración de resina es la incorporación de elementos radiopacos, tales como: bario, estroncio, circonio, zinc, iterbio, itrio y lantano, los cuales permiten interpretar e identificar, radiográficamente, con mayor facilidad la presencia de caries alrededor o debajo de la restauración ⁽²⁾.

1.5.9 Contracción de polimerización.

Las moléculas de la matriz de una resina compuesta (monómeros) se encuentran separadas antes de polimerizar por una distancia promedio de 4 nm. (Distancia de unión secundaria), al polimerizar y establecer uniones covalentes entre sí, esa distancia se reduce a 1.5 nm (distancia de unión covalente). Ese "acercamiento" o reordenamiento espacial de los monómeros (polímeros) provoca la reducción volumétrica del material. La contracción de polimerización de las resinas es un proceso complejo en el cual se generan fuerzas internas en la estructura del material que se transforman en tensiones cuando el material está adherido a las superficies dentarias ⁽⁹⁾.

1.5.10 Sorción acuosa y expansión higroscópica.

La propiedad de sorción acuosa está relacionada con la adsorción y la absorción, es decir, la cantidad de agua adsorbida por la superficie y absorbida por la masa de una resina en un tiempo y la expansión relacionada a esa sorción. La incorporación de agua en la resina, puede causar solubilidad de la matriz afectando negativamente a las propiedades de la resina, fenómeno conocido como degradación hidrolítica. Dado que la sorción es una propiedad de la fase orgánica, a mayor porcentaje de relleno, menor será la sorción de agua. Los autores Baratieri y Anusavice

refieren que la expansión relacionada a la sorción acuosa es capaz de compensar la contracción de polimerización⁽²⁾.

2. POLIMERIZACIÓN

2.1 Definición:

Se denomina polimerización al proceso químico por el que los monómeros de la matriz de resina del composite se agrupan entre sí dando lugar a una molécula de gran peso, llamada polímero, que, puede ser una cadena lineal o una macromolécula tridimensional ⁽¹⁶⁾.

2.2 Polimerización por adición:

La mayoría de las resinas dentales polimerizan mediante este mecanismo en el que los monómeros se añaden de manera secuencial al extremo de una cadena en crecimiento. Este tipo se diferencia de la polimerización por condensación por el hecho de que, como resultado de ella, se obtiene el polímero y ningún subproducto y de la polimerización por apertura de anillos en que no se parte de moléculas con dos grupos reactivos distintos que interactúan. La polimerización por adición comienza a partir de un centro activo, añadiendo un monómero cada vez hasta formar rápidamente una cadena. En teoría, la cadena puede crecer indefinidamente hasta que se agote todo el monómero. Durante esta polimerización no hay cambios en la composición, las macromoléculas se forman a partir de unidades más pequeñas, o monómeros, sin cambio en la composición, ya que el monómero y el polímero tienen las mismas fórmulas empíricas. ⁽¹⁾

2.3 Etapas de la reacción de polimerización por adición ⁽¹⁾:

2.3.1 Inducción.

Dos procesos controlan esta etapa: la activación y la iniciación. Para que comience el proceso de polimerización se necesita una fuente de radicales libres. Los radicales libres se pueden generar por activación de las moléculas que producen radicales, empleando una sustancia química, calor, luz visible, luz ultravioleta o transferencia de energía de otro compuesto que actúa como radical libre. Uno de los requisitos que debe reunir un compuesto polimerizable es la presencia de un grupo no saturado, es decir un doble enlace, así como una fuente de radicales libres (un átomo o grupo de átomos que presentan un electrón impar). El electrón no par confiere a los radicales libres la capacidad de liberar electrones. Cuando el radical libre y su electrón impar se acercan a un monómero con un enlace doble y con alta densidad de electrones, se extrae un electrón y se empareja con el electrón, para formar un enlace entre el radical y la molécula de monómero y forma un nuevo lugar de radical libre en otro extremo. Se ha iniciado la reacción.

La inducción es el periodo durante el cual las moléculas del iniciador se energizan y rompen formando radicales libres. Posteriormente estos radicales libres reaccionan con las moléculas del monómero para iniciar el crecimiento de la cadena. La pureza del monómero influye mucho en este periodo. Cualquier impureza presente, capaz de reaccionar con los grupos activados, puede aumentar la longitud de este periodo consumiendo las moléculas del iniciador activado. Sin embargo, cuanto mayor sea la temperatura, más rápidamente se formarán radicales libres y en consecuencia el periodo de inducción será más corto. En el sistema de activación por luz, los fotones de una fuente de luz

activan al iniciador para generar radicales libres que pueden iniciar el proceso de polimerización. La canforoquinona y la amina orgánica generan los radicales libres.

2.3.2 Propagación.

Cuando se aproxima un monómero para formar un dímero, el complejo monómero - radical libre resultante actúa como nuevo centro de radicales libres. El dímero también se convierte en un radical libre. Esta especie reactiva se puede añadir sucesivamente a un gran número de moléculas de etileno, de manera que el proceso de polimerización continua a través de la propagación del centro reactivo. Se requiere muy poca energía una vez que la cadena comienza a crecer, por lo que el proceso continúa al ir aumentando el calor y da lugar a la formación de grandes moléculas de polímeros en pocos segundos. En teoría, las reacciones en cadena deberían continuar hasta que el monómero se haya convertido en polímero entre el fraguado inicial y el fraguado final. Sin embargo, la reacción de polimerización nunca se completa del todo.

2.3.3 Transferencia de cadena.

En este proceso se transfiere el radical libre activo de una cadena en crecimiento a otra molécula y se crea un radical libre que crecerá más adelante. Por ejemplo, la molécula de un monómero puede activarse mediante una macromolécula en crecimiento, de tal manera que la terminación se produce en la última. Por lo tanto se forma un nuevo núcleo que también crecerá. Del mismo modo, una cadena ya terminada puede reactivarse mediante una transferencia de cadena y seguirá creciendo.

2.3.4 Terminación.

A pesar que la terminación de una cadena puede ser el resultado de la transferencia de cadena, las reacciones de terminación adicionales concluyen con más frecuencia, al emparejar directamente los extremos de dos cadenas con radicales libres, ambas moléculas se combinan y se desactivan mediante la formación de un enlace covalente; otro medio mediante el cual se produce es al intercambiar un átomo de hidrógeno entre una cadena en crecimiento y otra. En este caso, al transferir el átomo de hidrógeno se forma un doble enlace.

2.4 Métodos de polimerización de la resina compuesta:

La polimerización se lleva a cabo mediante los iniciadores, según se explicó anteriormente. Dependiendo entonces del iniciador de polimerización, estos materiales pueden polimerizar químicamente, por calor, por luz visible, por una combinación de ambos o por luz UV. Algunos sistemas emplean adicionalmente presión o privación de oxígeno, para favorecer la conversión de monómeros.

2.4.1 Polimerización por calor:

Corresponde a la activación por un alza en la temperatura del material previamente moldeado, en busca de la mayor conversión de monómeros en polímeros posible, por esta razón es utilizada para la confección de estructuras indirectas ⁽⁷⁾. En los sistemas activados por calor, el peróxido de benzoilo se separa al ser expuesto al calor para formar radicales libres ⁽¹⁹⁾.

2.4.2 Polimerización química (autopolimerizables):

Se componen de dos pastas que inician conjuntamente el proceso de polimerización. Contienen partículas de relleno tratadas con silano y el sistema monómero. Una de las pastas contiene el activador, con frecuencia una amina terciaria, y la otra el iniciador, normalmente peróxido de (di-)benzoilo, el cual al hacer la mezcla se divide en dos radicales. Cada producto de la división contiene

un electrón desapareado altamente reactivo, que puede formar un enlace con otra molécula. ⁽²⁰⁾

2.4.3 Polimerización por luz:

El iniciador es la canforquinona, sustancia que al absorber la luz en un rango de 470nm se activa para producir la polimerización. Los grupos cetona de la molécula de la canforquinona se activan y reaccionan con otro componente de la resina, por ejemplo, con el dimetlamín-etil-metacrilato. La formación de radicales libres en los compósitos fotopolimerizables es más rápida que en los de polimerización química. La alcanforquinona normalmente es de color amarillo, coloración que desaparece al terminar completamente la polimerización. La desventaja de este sistema es que si la lámpara de polimerización no funciona suficientemente bien puede causar endurecimiento incompleto, los compósitos se contraen en dirección a la luz, lo que puede causar desprendimiento del material de los bordes de la cavidad, pueden haber grandes deficiencias de polimerización en la profundidad de la restauración ⁽²⁰⁾.

La polimerización de las resinas compuestas puede dividirse en dos fases: la pregel, que se caracteriza por ser un estado menos viscoso en el cual la alteración volumétrica puede ser compensada por el escurrimiento, y la fase posgel, el estado rígido del material en el que no se produce más el escurrimiento y la contracción va acompañada por el aumento del módulo de elasticidad. Estas fases están divididas por el punto G, esto es, el punto a partir del cual las resinas ya no se deforman más. Lo que se debe buscar es alargar la etapa pregel para darle a la resina un mayor tiempo para liberar la tensión inducida por la contracción, al mismo tiempo que se posibilita la orientación de nuevas direcciones de la cadena

polimérica y se reducen las tensiones en la interfase diente restauración⁽¹⁴⁾

En la reacción de polimerización de los compósitos fotoactivados podemos hablar de dos fases: una lumínica, que es la que se produce durante el periodo en el que la lámpara de polimerización está encendida, y una fase oscura, que es la que se produce tras el apagado de la lámpara y que transcurre en las primeras 24h tras el comienzo de la reacción⁽²¹⁾.

a. Factores que modifican el efecto de la luz⁽¹⁶⁾.

- Factores que dependen del material:

Espesor de la capa de compósito: la capa más externa del composite suele adquirir unas propiedades adecuadas al recibir un suficiente número de fotones para la fotoactivación. Sin embargo, cuando la luz atraviesa la resina se produce una atenuación como consecuencia de los fenómenos de absorción y dispersión que sufre la radiación. Por ello, normalmente se aconseja que para la obturación de las preparaciones cavitarias no se supere una capa de compósito de 2 mm.

Grado de translucidez del compósito: los colores más oscuros suelen experimentar un fraguado menos profundo que los más claros. Ello se debe a que los pigmentos que se incorporan a los composites pueden ser un impedimento para el paso de la luz de polimerización.

Tipo de relleno: a mayor porcentaje de relleno y mayor tamaño de partícula, mayor será la profundidad de polimerización, ya que la luz atraviesa mejor el relleno que la resina. Los composites de microrrelleno presentan mayor dificultad de polimerización que los híbridos, por lo tanto, será necesario aumentar el tiempo de exposición para valores iguales de irradiancia.

Temperatura: el fraguado del material es tanto menos efectivo cuanto menor es la temperatura de almacenaje del material.

Porcentaje de iniciador: la concentración a la que suele encontrarse la canforoquinona varía entre 0,15 y 1% y el agente reductor (amina terciaria) varía entre el 0,1 y 1,4%.

- Factores que dependen de la fuente de luz:

Irradiancia: se define como el flujo por unidad de área que recibe una superficie, y que es emitido por una fuente de luz. Cuanto mayor sea la irradiancia, mayor número de fotones estarán presentes y, por tanto, mayor será el número de moléculas de CQ que alcanzarán el estado excitado, para reaccionar con la amina terciaria y formar radicales libres, con lo que mayor será la extensión de la polimerización de la resina compuesta.

Tiempo de exposición: la cantidad de energía total que recibe un composite no sólo depende de la irradiancia de la fuente utilizada sino también del tiempo durante el cual se produzca la emisión. La intensidad se mide en mW/cm^2 . Se considera que la mínima intensidad para polimerizar una capa de 2 mm de espesor de composite debe ser de $350 \text{ mW}/\text{cm}^2$, siempre y cuando el tiempo de exposición a la luz sea de 40 segundos. En situaciones en las que la intensidad se sitúe por debajo de los $300 \text{ mW}/\text{cm}^2$ se deberá alargar el tiempo de exposición hasta llegar a los 60 segundos. Los diferentes tipos de lámparas que encontramos en el mercado emiten luz con unas intensidades más o menos definidas.

Distancia de la punta de la guía de luz a la superficie del material: el primer factor que influye en la intensidad de la luz que alcanza la superficie del material es la distancia que

la separa de la punta de la guía de luz. Por tanto, la distancia ha de ser lo más cercana posible al material. Lo ideal es colocar la punta guía a no más de 1 mm del composite y mantenerla perpendicular a la superficie del mismo. Si aumenta la separación, va disminuyendo la intensidad de manera inversamente proporcional al cuadrado de la distancia.

Eficacia del foco de luz: la irradiancia de las lámparas se puede ver afectada por diversos factores como: agotamiento de la bombilla, filtros en mal estado, rotura de fibras ópticas, puntas guías sucias o fluctuaciones en la tensión eléctrica.

2.4.4 Polimerización dual.

Corresponden a la combinación de distintos sistemas de polimerización, tales como calor – presión, luz – presión (evita la porosidad del material), calor – luz, o foto – auto polimerización, siendo esta última combinación la más utilizada hoy en día en las resinas compuestas destinadas a la fijación de estructuras indirectas en boca.

2.4.5 Polimerización por luz UV.

En los sistemas activados por luz UV, la fuente de irradiación a 365nm irradía al eter metil benzoico que está presente en cantidades de 0.2% y lo transforma en radicales libres sin requerir de la presencia de aminas terciarias ⁽¹⁹⁾.

2.4.6 Fototermoneumopolimerización.

Estos sistemas de polimerización, inician por luz con cualquier tipo de lámpara dependiendo del fabricante. Con esta técnica se obtiene mejores resultados, principalmente respecto a la resistencia a la abrasión y el grado de conversión de los monómeros en polímeros, que podría llegar al 98.5% pero estos valores exacerbados de conversión son bastante discutidos.

Además del calor, la utilización de presión constante o de vacío en el proceso de polimerización es capaz de eliminar la porosidad de la masa de las resinas, lo que reduce el proceso de degradación superficial de la resina, la presión también tiene la finalidad de evitar la evaporación de los monómeros cuando las temperaturas son muy elevadas. Otra variable importante de este sistema es la presencia de nitrógeno que sirve para eliminar el oxígeno ya que este es un inhibidor de la polimerización de la última capa de la restauración⁽¹⁴⁾

2.5 Tipos de lámparas⁽²²⁾:

2.5.1 Lámparas de luz halógena convencionales:

Lámparas que generan luz a partir de una bombilla halógena de baja potencia, es decir desde 35watt hasta 75 watt y cuya intensidad de salida está entre 400 y 700 m W/cm² aproximadamente. La bombilla contiene gas inerte y un filamento de tungsteno recubierto de cuarzo. La luz que emite es blanca y es necesaria la utilización de un filtro para que llegue a la punta de la lámpara solamente la luz azul. Una vez que pasa la luz por el filtro, la luz azul emitida lo hace en una amplitud de onda de 120nm. Esta amplitud es suficiente para que puede estimular sin ningún problema los dos tipos de fotoiniciadores más utilizados, la canforoquinona y la fenilpropanodiona.

Ventajas: es que son capaces de polimerizar todos los adhesivos y compósitos y su eficacia está más que probada y son las más económicas en cuanto a costo.

Desventajas: la vida limitada de la bombilla de aproximadamente unas 100 horas que con el tiempo van perdiendo intensidad. Llevan un filtro que se deteriora y debe cambiarse. La bombilla genera bastante calor que debe disiparse mediante el ventilador interno que lleva la pistola.

2.5.2 Lámparas halógenas rápidas:

La bombilla halógena es de mayor potencia y es capaz de generar una intensidad de hasta 1600 mW/cm^2 .

Ventajas: acortan el tiempo de polimerización respecto a las halógenas convencionales. Garantizan mayor grado de polimerización.

Desventajas: misma amplitud de banda de la luz emitida que en el caso de las lámparas halógenas convencionales, generan más calor y mayor costo que las convencionales, pero menos que las de laser argón o arco de plasma.

2.5.3 Lámpara de arco de plasma:

La fuente de luz es una bombilla que contiene gas xenón y dos electrodos. Al pasar la electricidad por los electrodos se genera una intensa luz blanca que atraviesa un filtro que sólo permite pasar la luz a una longitud de onda de unos 470nm . La intensidad de luz emitida supera los 1400 mW/cm^2 y llega a alcanzar los 2760mW/cm^2 debido a que genera mucho calor los tiempos de emisión de luz son sólo por tres segundos y es necesario esperar unos segundos entre disparos.

Ventajas: la principal es la rapidez de polimerización y puede ser usada en los procedimientos de clareamiento dental.

Desventajas: es más cara que las halógenas, no polimeriza todos los adhesivos ni todos los compósitos. A pesar de la intensidad de la luz, la densidad energética es menor que con las lámparas halógenas convencionales, si se polimeriza con los tiempos que dice el fabricante, la profundidad de polimerización será similar o menor a estas. Se ha hallado que los 3 segundos estipulados para polimerizar los compósitos son insuficientes para conseguir que sus propiedades físicas sean alcanzadas.

2.5.4 Dispositivo laser argón:

Emite luz azul directamente, sin necesidad de filtro, que se sitúa en una banda estrecha del espectro de sólo 40-45nm y centrada en unas longitudes de onda muy definidas de 447.2nm, 454.6nm, 457.9nm, 476.5nm y 501.7nm. a pesar de que la intensidad de luz emitida es de unos 900mW/cm², son capaces de polimerizar con intensidades menores ya que la intensidad se concentra en una banda estrecha del espectro. Sin embargo este mismo hecho puede llevar a que algunos materiales, según el fotoiniciador que lleven, no polimericen correctamente.

Ventajas: la luz emitida no pierde intensidad al aumentar la distancia entre la punta y el compósito. Polimeriza más rápido. La polimerización es completa, porque el grado de conversión es mayor, mejorando las propiedades físicas del material. Desventajas: más voluminosa que una halógena convencional, genera bastante calor.es excesivamente cara y ese aumento de precio no mejora en la misma proporción sus aptitudes.

2.5.5 Lámpara de Luz emitida por diodos:

Los diodos emisores de luz son aparatos que emiten luz cuando la electricidad pasa a través de un diodo semiconductor, la luz emitida es monocromática, con una longitud de onda determinada, que puede ir desde el rojo que es aproximadamente 700nm, hasta el azul violeta de aproximadamente 400nm. Las LED están constituidas por múltiples diodos que emiten cada uno luz con una intensidad determinada. La luz presenta una longitud de onda definida de 438 - 501nm el pico está en 465nm y la intensidad alcanzada es de unos 136- 5100mW/cm² según el modelo.

Ventajas: la principal ventaja es que el espectro de emisión de luz es más específico a los 470 nm que necesita la canforquinona para comenzar el proceso de polimerización⁽¹⁶⁾.

La baja potencia de los diodos redundante en una vida casi ilimitada, así como una mayor duración de las baterías, pudiendo ser estas de menor tamaño y peso, por lo que pueden ser inalámbricas. Permite emitir luz de longitud de onda definida, por lo que no requiere filtros. No calienta, por lo que no son necesarios los ventiladores, siendo más pequeñas y silenciosas.

Desventajas: estudios comparativos respecto a las lámparas de luz halógena muestran resultados variables, respecto a la profundidad de polimerización. Hay un descenso de intensidad al aumentar la distancia entre la punta y la superficie del compósito.

3. RESTAURACIONES INDIRECTAS.

3.1 Definición:

Bloque que repone parte de una corona dentaria y que es fijado a una cavidad preparada con anterioridad⁽¹²⁾.

3.2 Clasificación:

3.2.1 Por el grado de compromiso dentario⁽²³⁾:

- **Inlay:** Restauración indirecta estrictamente intracoronaria, sin involucramiento de cúspides.
- **Onlay:** restauración extracoronaria con involucramiento cuspeo.
- **Overlay:** Restauración con involucramiento y recubrimiento de todas las cúspides.

3.2.2 Por la técnica utilizada para su confección ⁽⁹⁾:

- **Por técnica indirecta:** Método en el cual se construye la incrustación sobre un modelo de yeso, obtenido a partir de la impresión.
- **Por técnica directa:** Se confecciona la incrustación directamente en boca, lubricando el interior de la preparación con un separador líquido, se aplica el compósito por incrementos de 1.5 mm de espesor y

constatando después de cada polimerización que se pueda retirar la incrustación.

- **Por técnica mixta:** Combina las dos técnicas anteriormente descritas, la preparación es igual y la toma de impresión también, pero en lugar de llenar la impresión con yeso se la llena con un material elástico, como silicona o vinilpolisiloxano, que sea diferente al que se utilizó en la toma de impresión, se obtiene así un modelo elástico sobre el cual se construye la incrustación polimerizando por capas y pudiendo retirarla para probarla sobre la preparación para ajustar los contactos y la oclusión.

3.3 Indicaciones ⁽⁹⁾.

- Lesiones medianas.
- Oclusión favorable
- Espacio interdentario grande
- Caja proximal profunda
- Restauraciones múltiples
- Dientes debilitados
- Reconstrucción de cúspides
- Dificultad de manipulación
- Galvanismo bucal

3.4 Contraindicaciones ⁽⁹⁾.

- Lesiones pequeñas.
- Lesiones muy grandes.
- Carga masticatoria intensa.
- Hábitos parafuncionales.
- Higiene y dieta deficiente.
- Aislamiento absoluto imposible.
- Oclusión desfavorable.
- Instrumentación dificultosa.

3.5 Ventajas ⁽⁹⁾.

- Estética.
- Elimina galvanismo
- Preparación más conservadora respecto a una incrustación metálica.
- Refuerza tejidos dentarios
- Mejores propiedades mecánicas comparada con un compósito directo
- Beneficio económico
- Mínima contracción
- Cierre hermético
- Mejor contorno proximal
- Mejor terminación
- Fácil reparación
- Permite la mejora de las propiedades físicas

3.6 Desventajas ⁽⁹⁾.

- Dos o más sesiones
- No admite espesores delgados
- Preparación más grande, comparada con un composite directo
- Posible desgaste o fractura, comparada con una incrustación cerámica.
- No admite bisel en la cara oclusal.

4. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN:

4.1 Definición:

Los efectos de dos fuerzas opuestas que actúan en la misma dirección en el plano horizontal y en sentidos contrarios, y sus puntos de aplicación se encuentran en la parte central de las caras opuestas tenderán, en primera instancia, a deformar el cuerpo y en segunda instancia y aumentada la fuerza, el cuerpo tenderá a fracturarse o romperse, dado que la tensión que el cuerpo le puso ha sido superada⁽²⁴⁾.

La resistencia es la tensión necesaria para provocar una fractura o una cantidad específica de deformación plástica, cuando describimos la resistencia de un objeto o material, nos referimos a la tensión máxima que se necesita para provocar una fractura.

La resistencia de un material puede describirse a acuerdo con las siguientes propiedades: 1) límite proporcional, fuerza que una vez superada ya no es proporcional a la deformación; 2) límite elástico, tensión máxima que puede soportar un material antes de deformarse plásticamente; 3) límite elástico convencional, tensión necesaria para producir una cantidad determinada de deformación plástica, y 4) resistencia máxima a la tracción, resistencia al cizallamiento, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión ⁽¹⁾.

4.2 Ensayo:

Dado que la masticación se debe, fundamentalmente a cargas compresivas, son muy útiles los datos que nos puede entregar el estudio de la resistencia a la compresión. Para el estudio de la resistencia compresiva, el cuerpo de prueba debe ser cilíndrico y su altura, el doble de su diámetro.

Esto se debe a que cuando se somete un cuerpo a compresión, su ruptura es consecuencia de una serie de tensiones muy complejas,

que se generan en el seno del cuerpo. Como se puede observar las cargas compresivas actúan en la ruptura de un cuerpo cilíndrico generando dos tipos de tensiones: las de cizallamiento y las traccionales. Las primeras adoptan forma de cono en ambas superficies del cuerpo, y las segundas, se generan desde la parte central del cilindro hacia las paredes laterales.⁽²⁴⁾

4.3 Cálculo de la resistencia compresiva ⁽²⁴⁾.

En una probeta de resina compuesta de 8mm del altura y 4mm de diámetro (Anexo 2), a la que someteremos a una fuerza compresiva, en una máquina de ensayo universal, que progresivamente irá aumentando.

Calculemos la superficie del cuerpo en donde actuará la carga compresiva, sabiendo que este es un cilindro.

La superficie de la cara del cilindro es igual a:

$$S = \pi r^2$$

Por lo tanto, el cálculo de una superficie de un cilindro en prueba nos dará:

$$S = 3.1416 \times 2^2 = 12.566 \text{ mm}^2$$

Si el cuerpo de prueba de las dimensiones dadas se rompe ante una fuerza teórica de 4000 N, podemos calcular su resistencia compresiva. La fórmula para calcular la resistencia es la misma que se utiliza para calcular la presión o la tensión, por lo tanto, será el cociente entre la fuerza (4000 N) y el área (12.566 mm²).

$$\text{Resistencia compresiva} = \frac{4000 \text{ N}}{12.566 \text{ mm}^2} = 318.47 \text{ Mpa}$$

B. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS:

Antecedentes internacionales:

Gomes Filho, Edevilson Barbosa y cols. EVALUACIÓN DE LA DUREZA KNOOP DE RESINA COMPUESTA EN FUNCIÓN DE LA VARIACIÓN DE LA TÉCNICA DE POLIMERIZACIÓN COMPLEMENTARIA. Caracas – 2008.

Compararon los distintos tipos de métodos de polimerización complementaria, fueron confeccionados 50 especímenes o probetas, y separados en 5 grupos con 10 especies cada una.

Grupo 1 (Control) - polimerización convencional con luz de lámpara halógena; Grupo 2 - polimerización complementada con calor seco (estufa); Grupo 3 - polimerización complementada con calor húmedo (autoclave); Grupo 4 - polimerización complementada con energía de microondas; Grupo 5 - polimerización complementada 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 del compósito; en todos los grupos, la región de superficie presentó los mayores valores de microdureza Knoop en relación a la región de fondo; el Grupo 5 (prototipo experimental) fue el que obtuvo el mejor desempeño y los mayores valores de medias de microdureza Knoop, con diferencias estadísticamente significantes para los demás.

Los grupos: G5 (prototipo experimental), G3 (autoclave) y G2 (estufa); obtuvieron los mayores valores de dureza Knoop con diferencia estadísticamente significativa entre ellos, donde el mayor valor de dureza fue conseguido por el G5. El menor valor de dureza Knoop fue obtenido por el G1 (método convencional de fotopolimerización); no habiendo diferencia estadísticamente significativa, de este, con el G4 (microondas).

Gonçalves Mota E y cols. INFLUENCIA DE LA POLIMERIZACIÓN ADICIONAL EN LAS PROPIEDADES DE UNA RESINA ORMOCER®. Brasil – 2005.

Se evaluó y comparó 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 la resina compuesta Ormocer®. Se confeccionaron 45 muestras cilíndricas con 3 mm de diámetro y 6 mm de altura en una matriz de PTFE. Las muestras del grupo I (control) fueron testadas inmediatamente después del período de almacenamiento. En el grupo II, las muestras fueron sometidas a 120°C bajo presión de vapor de agua por 20 min y, en el grupo III, las muestras fueron polimerizadas adicionalmente a 140°C con presión de 60 lbs. de nitrógeno durante 10 minutos. Concluyendo entonces, que el método de polimerización adicional a 140°C bajo presión de 60 lbs de nitrógeno aumentó significativamente la resistencia a la compresión, y ambos métodos adicionales de cura aumentaron significativamente el módulo de elasticidad y microdureza Vickers de la resina compuesta Admira.

Adabo, G.L. ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES MÉTODOS DE POLIMERIZACIÓN COMPLEMENTARIA SOBRE LA DUREZA DE RESINAS COMPUESTAS FOTOACTIVADAS. Brasil – 2008.

Los cuerpos de prueba que fueron sometidos a análisis de dureza fueron divididos en tres grupos:

Grupo 1 - resina con fotopolimerización convencional, por 60 segundos

Grupo 2 - resina fotopolimerizada por 60 segundos con complementación en caja de luz ultravioleta por 7 minutos

Grupo 3 - resina fotopolimerizada por 60 segundos con complementación en estufa para esterilización a 120°C por 7 minutos.

Los autores concluyeron que las resinas del grupo 2 y del grupo 3 presentaron un aumento de 26% en dureza, independiente de la fuente de polimerización complementaria.

Antecedentes nacionales:

Huayhua Revolledo, Edison David. ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DE LA RESISTENCIA COMPRESIVA DE RESINAS COMPUESTAS MICROHÍBRIDAS Y NANOHÍBRIDAS. Lima – 2013.

La muestra estuvo constituida por 15 cilindros de resina de cada tipo (1 de microhíbrida TPH SPECTRUM, 1 de resina microhíbrida Z250, 1 de resina nanohíbrida TPH3 y 1 de resina nanohíbrida Z250 XT) de 4 mm de diámetro por 8 mm de altura. En los resultados se compararon la resistencia compresiva entre los grupos de resina microhíbrida y entre los de resina nanohíbrida, todos con un nivel de confianza del 95%. Se concluyó que la resistencia compresiva de la resina microhíbrida TPH SPECTRUM fue mayor que la microhíbrida Z250 y las nanohíbridas TPH3 y Z250 XT, mientras que los 3 últimos grupos antes mencionados presentaron resistencia compresiva similar.

Antecedentes locales:

Hinojosa Vilchez, Kevin Mijaíl. COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA COMPRESIVA, ENTRE RESTAURACIONES INDIRECTAS DE RESINA MICRO HIBRIDAS DE FOTOPOLIMERIZADO Y DE RESINA MICRO HIBRIDAS DE FOTOPOLIMERIZADO SOMETIDAS AL CALOR (ESTUDIO *IN VITRO*). Arequipa-2014.

Se comparó la resistencia compresiva entre dos grupos de restauraciones indirectas de resina micro híbrida de fotopolimerizado, un grupo sin ningún tratamiento adicional y otro grupo con tratamiento térmico posterior a la fotopolimerización.

El estudio se llevó a cabo en 16 probetas confeccionadas con resina de 4mm de diámetro por 8mm de alto, 8 para un grupo control y 8 para un grupo experimental (con tratamiento térmico), sobre los cuales se midió la resistencia compresiva en Mpa.

Respecto a los resultados, se encontró que el tratamiento térmico es favorable para aumentar la resistencia compresiva de dichas restauraciones hasta en un 60.6%

Calderón Medina Lindsay Madeleine. EFECTO DE LA SOBREPOLIMERIZACIÓN CON HORNO MICROONDAS EN LA DUREZA Y RESISTENCIA DE LA RESINA PARA INCRUSTACIONES EN LA CONSULTA PRIVADA. Arequipa – 2014.

Se comparó la dureza y resistencia de la resina para incrustaciones en probetas, entre las que fueron sometidas a sobrepolimerización adicional en horno microondas por un tiempo de 5 minutos y las sometidas solo a polimerización convencional con lámpara de luz LED.

Para el experimento se confeccionaron 20 probetas rectangulares de resina de 10mm x 5mm; de ellas 10 fueron sometidas a sobrepolimerización con horno microondas y 10 solo a polimerización convencional, luego se las llevó al laboratorio de ensayos de materiales para evaluar la dureza de la resina mediante el durómetro Shore D. Para evaluar la resistencia de la resina, se confeccionaron 20 probetas cilíndricas de 10 x 5mm, cuyo tratamiento experimental fue el mismo que para las anteriores probetas. La medición de la resistencia a la compresión se realizó en la máquina de ensayos para resistencia.

Los resultados muestran que existe diferencia estadística significativa en la dureza y resistencia entre las resinas para incrustaciones sometidas o no a sobrepolimerización, siendo la diferencia a favor del grupo con sobrepolimerización con una significancia del 0.05.

Serrano Aguilar, Katherine Milagros. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN RESINA COMPUESTA FOTOTERMOPRESOPOLIMERIZABLE, RESINA COMPUESTA INDIRECTA FOTOPOLIMERIZABLE, Y UNA RESINA COMPUESTA FOTOPOLIMERIZABLE CON LUZ ESTROBOSCÓPICA EN TROQUELES SIMULADOS. Arequipa – 2009.

Comparó la resistencia a la compresión, la contracción, resistencia a la carga máxima de tres resinas compuestas indirectas, el primer grupo de resinas

compuestas es de fototermopresopolimerizable cuyo nombre comercial es Premise Indirect, el segundo grupo de resinas compuestas es de fotoactivación con una luz de longitud de onda comprendida entre 350nm y 500nm cuyo nombre comercial es Vita VLMC y por último el tercer grupo es también de fotoactivación con una luz estroboscópica de xenón cuyo nombre es Signum Ceramis. Para los cual se analizaron 10 unidades de estudio para cada grupo, troqueles cilíndricos de 14 mm de alto y 9 mm de diámetro.

Estas pruebas estadísticas indicaron que en la carga máxima y resistencia real aplicada a los tres son estadísticamente iguales. Respecto a la contracción la resina compuesta indirecta fotopolimerizable con luz estroboscópica fue la que presento menor valor, siendo estadísticamente significativa la diferencia.

7. HIPÓTESIS Y VARIABLES

A. HIPÓTESIS

Dado que la aplicación de calor más presión aumenta el grado de conversión de monómeros en polímeros y esto aumenta la resistencia a la compresión.

Es probable que, exista diferencia en la resistencia compresiva entre la resina nanohíbrida fotopolimerizada, y con fototermoneumopolimerización.

B. VARIABLE

Principal:

- 1.- Resistencia compresiva

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE:

Variable	Indicador	Naturaleza	Escala de medición	Tipo de variable
Resistencia compresiva	Mega Pascales	Cuantitativa	Razón	Principal

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

8.- METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN:

A. TIPO DE ESTUDIO

La investigación es de tipo **experimental**, porque se manipularon las unidades de estudio para comparar la resistencia de los dos grupos de resinas.

B. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

- De acuerdo a la temporalidad es de tipo **transversal**, ya que se realizó una medición.
- De acuerdo al lugar de obtención de datos es de tipo **laboratorial** porque se recolectaron los datos en el laboratorio.
- De acuerdo al momento de la recolección de datos es de tipo **prospectiva**, dado que los datos se recolectaron conforme se desarrolló la investigación.
- De acuerdo a la finalidad investigativa es de tipo **comparativa** debido a que comparamos la resistencia compresiva entre dos tipos de polimerización de una resina.

C. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población de estudio estuvo constituida por probetas de resina nanohíbrida fotopolimerizadas y probetas de resina nanohíbrida con fototermoneumopolimerización.

Para esta investigación se utilizó una muestra cuyo tamaño está determinado por la siguiente fórmula:

$$N = \frac{Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}{E^2}$$

Z_{α} = Nivel de significancia = 95% --- 1.96

P = Probabilidad de que el fenómeno ocurra = (98)

Q = Probabilidad de que el fenómeno no ocurra = (2)

E = Error muestral = 10%

$$N = \frac{(1.96)^2 (98) (2)}{10^2} \quad N = 7.52 = 8$$

- **Criterios de inclusión:** todas aquellas probetas que presenten las medidas y características exactas determinadas para el estudio, las cuales previamente serán calibradas por un instrumento digital tipo Vernier para comprobar su precisión.
- **Criterios de exclusión:** todas aquellas probetas que no cumplan con las medidas requeridas o presenten algún defecto en su estructura como poros o fisuras.

D. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

a. Técnica

La técnica utilizada en esta investigación fue la observación.

b. Instrumento

Se utilizó una ficha de observación (Anexo 3).

E.- PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS:

Se confeccionaron 16 probetas de resina nanohíbrida Brilliant NG (Coltene)⁽¹⁵⁾, mediante el uso de un molde cilíndrico de acero inoxidable con un diámetro interno de 4mm y una altura de 8mm, la resina fue introducida con ayuda de una espátula apropiada para este material en pequeños incrementos de 2mm cada uno, controlados con el uso de la sonda periodontal, seguido de un atacado para compactar el material

adecuadamente. Estas muestras fueron divididas en dos grupos: A (grupo control) y B (grupo experimental), las probetas debieron tener las mismas medidas y características, pero, la polimerización se realizó en el grupo A por fotocurado (técnica convencional) y el grupo B se realizó el fotocurado complementado posteriormente por calor más presión, esto se llevó a cabo mediante el uso de un autoclave, sometiendo las probetas a un ciclo completo, es decir durante 20 minutos a 121 grados Centígrados bajo una presión de 110 kPa. Las muestras que fueron sometidas al calor más presión previamente fueron selladas herméticamente en una bolsa de esterilización.

Las muestras procesadas fueron enviadas al laboratorio High Technology Laboratory (HTL) para evaluar la resistencia a la compresión de ambos grupos, se realizó mediante el uso de la Máquina de Ensayo Universal CMT-5L, LG, los datos se registraron adecuadamente en la ficha de observación diseñada, calculando la resistencia compresiva de cada probeta, se obtuvo la media de cada grupo y se compararon los resultados.

F.- PLAN DE TABULACIÓN, PROCESAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE LOS DATOS:

La tabulación de los datos se llevó a cabo a través de la confección de una matriz de sistematización en una hoja de cálculo Excel. A partir de esta se realizó el procesamiento de la información que fue presentado por medio de tablas, de simple y doble entrada, y de gráficos.

G.- ANÁLISIS DE DATOS

El análisis de los datos comprendió dos componentes; el primero, descriptivo para lo cual calculamos medidas de tendencia central (media aritmética) y de dispersión (desviación estándar y valores mínimo y máximo). El segundo implicó la comparación de la resistencia compresiva

entre los dos grupos de estudio; para conseguir dicho propósito aplicamos la prueba estadística t de Student, a un nivel de significancia del 95% (0.05).

El análisis estadístico se desarrolló con la ayuda del programa SPSS

9.- RECURSOS:

1. Humanos

- Investigadora:
: Delgado Medina Julissa Alexandra
- Asesores:
 - Asesor Director : C.D. Pedro Gamero Oviedo
 - Asesor metodológico : Mg. Wilfor Ríos Tamo
 - Asesor de redacción : Dra. María Luz Nieto Muriel

2. Institucionales

- Universidad Alas Peruanas –Filial Arequipa
- HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE (HTL) LIMA

3. Financieros- El presente trabajo fue financiado en su totalidad por la investigadora.

4. Materiales:

- Papel Bond A4 500 hojas
- Lapiceros
- Resaltador
- Folders
- Sobres
- Resina Nanohíbrida Brilliant NG (Coltene).
- Topes de goma.
- Guantes de látex

- Cintas de celuloide
- Bolsas para esterilización.
- Barbijos
- Discos soflex
- Lapiceros

5. Instrumental

- Espátula para resina.
- Sonda periodontal.
- Platina de vidrio.
- Recipientes con divisiones y tapa.

6. Equipos

- Lámpara LED de fotocurado (LED D WOODPECKER).
- Autoclave (LAFOMED)
- Máquina de Ensayo Universal (CMT-5L, LG)
- Calibrador digital tipo Vernier (TRUPER)
- Molde maestro de acero inoxidable
- Micromotor y contrángulo
- Selladora de bolsas.
- Laptop
- Impresora
- Memoria USB
- Perforador

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

TABLA N° 1
COMPARACIÓN DE LA ALTURA DE LOS CILINDROS DE RESINA
NANOHÍBRIDA SEGÚN GRUPO DE ESTUDIO

Altura	Grupo de Estudio	
	Experimental	Control
Media Arimética (Promedio)	7.98mm	7.98mm
Desviación Estándar	0.01	0.01
Valor Mínimo	7.97mm	7.95mm
Valor Máximo	8.01mm	8.00mm
N	8	8
Fuente: Matriz de datos	P = 0.975 (P ≥ 0.05) N.S.	

INTERPRETACIÓN:

La tabla N° 1 nos presenta información respecto a la altura a la que se confeccionaron los cilindros de resina nanohíbrida, tanto en el grupo experimental (que fue sometida a fototermoneumopolimerización) como en el control (que únicamente se fotopolimerizó), elaborados para ser sometidos a la máquina de ensayos universal. Como se puede apreciar, para el grupo experimental, la altura promedio fue de 7.98 mm, en tanto para el control llegó a una altura media de 7.98 mm.

Según la prueba estadística, las diferencias encontradas no son significativas, es decir, ambos grupos de estudio empiezan sus muestras con la misma altura, por tanto pueden ser motivo de comparación posterior.

GRAFICO N°1

COMPARACIÓN DE LA ALTURA DE LOS CILINDROS DE RESINA NANOHÍBRIDA SEGÚN GRUPO DE ESTUDIO

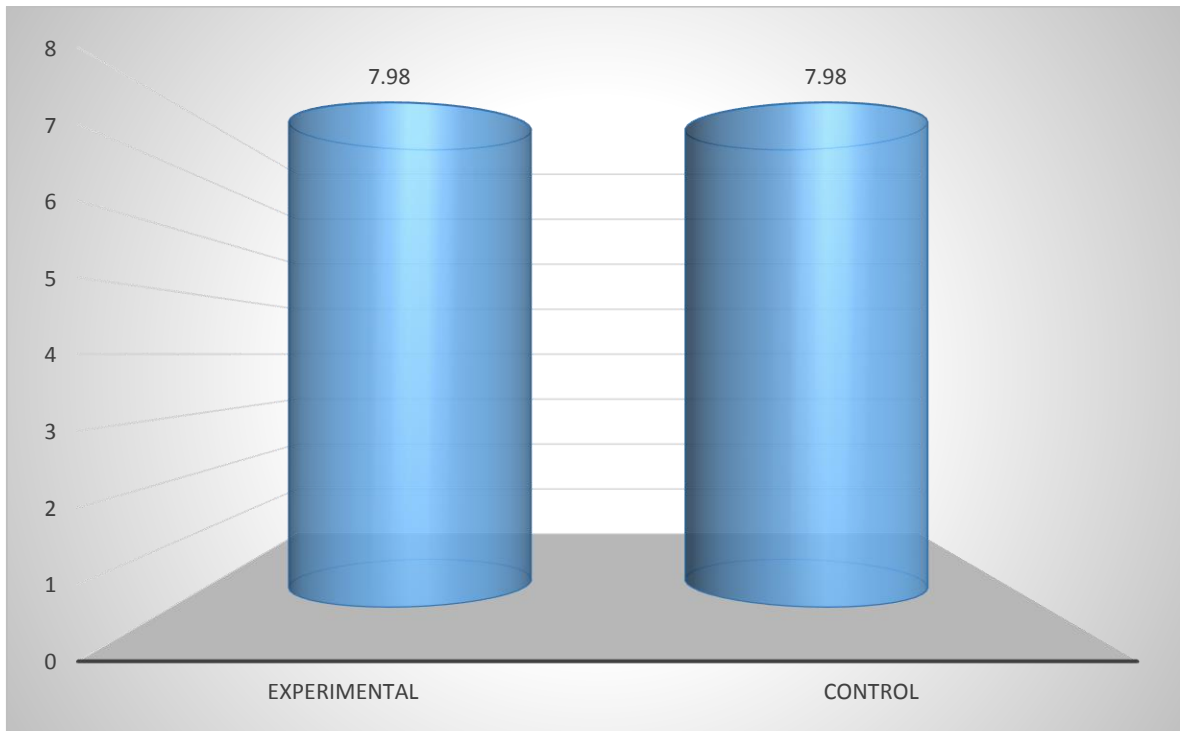


TABLA N° 2**COMPARACIÓN DEL DIÁMETRO DE LOS CILINDROS DE RESINA NANOHÍBRIDA SEGÚN GRUPO DE ESTUDIO**

Diámetro	Grupo de Estudio	
	Experimental	Control
Media Arimética (Promedio)	3.97 mm	3.96 mm
Desviación Estándar	0.01 mm	0.01 mm
Valor Mínimo	3.96 mm	3.94 mm
Valor Máximo	4.00 mm	3.98 mm
N	8	8
Fuente: Matriz de datos	P = 0.750 (P ≥ 0.05) N.S.	

INTERPRETACIÓN:

La tabla N° 2 nos muestra información respecto al diámetro que tuvieron los cilindros de resina nanohíbrida, tanto en el grupo experimental (que fue sometida a fototermoneumopolimerización) como en el control (que únicamente se fotopolimerizó), elaborados para ser sometidos a la máquina de ensayos universal. Como se puede apreciar, para el grupo experimental, el diámetro promedio fue de 3.97 mm, en tanto para el control llegó a un diámetro de 3.96 mm.

Según la prueba estadística, las diferencias encontradas no son significativas, es decir, ambos grupos de estudio empiezan sus muestras con el mismo diámetro, por tanto pueden ser motivo de comparación posterior.

GRAFICO N°2

COMPARACIÓN DEL DIÁMETRO DE LOS CILINDROS DE RESINA NANOHÍBRIDA SEGÚN GRUPO DE ESTUDIO

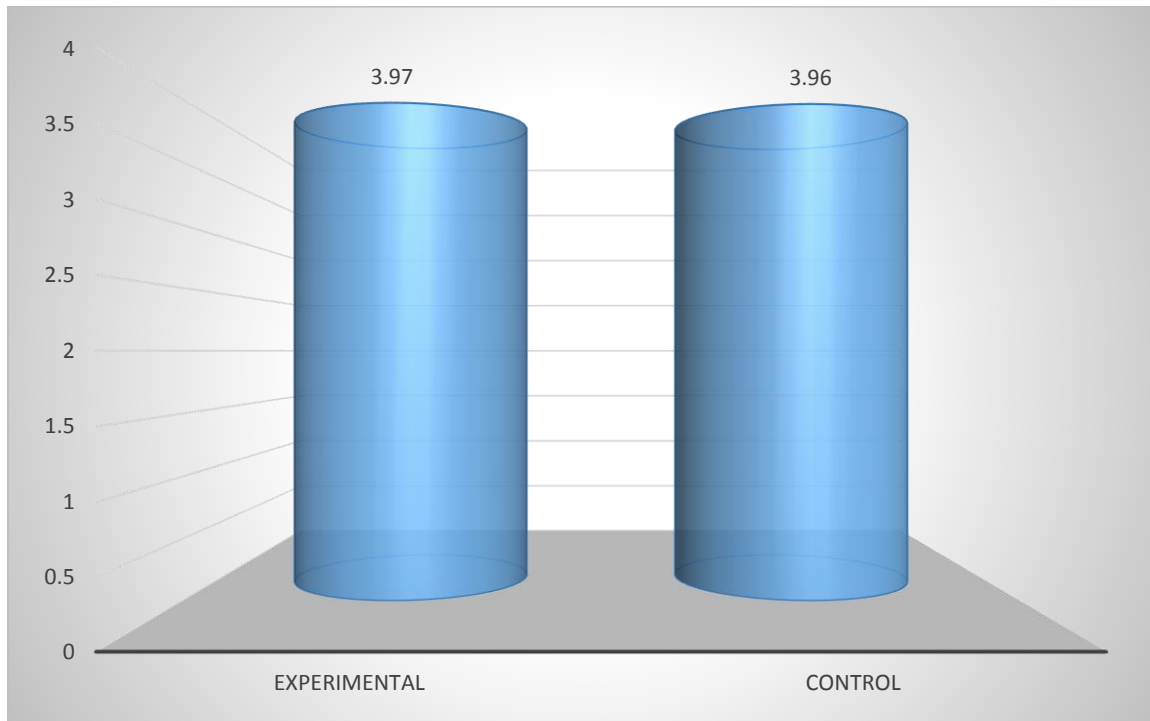


TABLA N° 3**COMPARACIÓN DEL ÁREA DE LOS CILINDROS DE RESINA NANOHÍBRIDA SEGÚN GRUPO DE ESTUDIO**

Área	Grupo de Estudio	
	Experimental	Control
Media Arimética (Promedio)	12.44 mm ²	12.32 mm ²
Desviación Estándar	0.07 mm ²	0.06 mm ²
Valor Mínimo	12.32 mm ²	12.19mm ²
Valor Máximo	12.57 mm ²	12.38 mm ²
N	8	8
Fuente: Matriz de datos	P = 0.328 (P ≥ 0.05) N.S.	

INTERPRETACIÓN:

La tabla N° 3 nos muestra información respecto al área a la que se obtuvieron los cilindros de resina nanohíbrida, tanto en el grupo experimental (que fue sometida a fototermoneumopolimerización) como en el control (que únicamente se fotopolimerizó), que se elaboraron para ser sometidos a la máquina de ensayos universal. Como se puede apreciar, para el grupo experimental, el área promedio fue de 14.44 mm, en tanto para el control llegó a un área de 12.32 mm.

Según la prueba estadística, las diferencias encontradas no son significativas, es decir, ambos grupos de estudio empiezan sus muestras con la misma área, por tanto pueden ser motivo de comparación posterior.

GRAFICO N°3

COMPARACIÓN DEL ÁREA DE LOS CILINDROS DE RESINA NANOHÍBRIDA SEGÚN GRUPO DE ESTUDIO

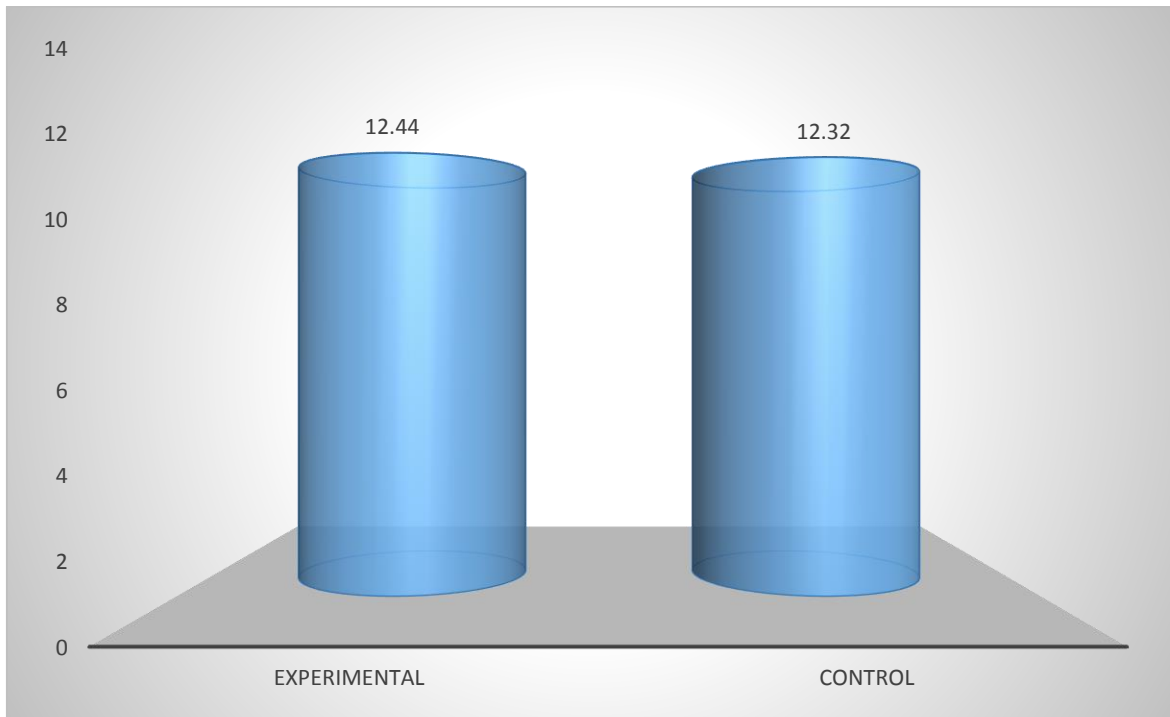


TABLA N° 4**COMPARACIÓN DE LA FUERZA MÁXIMA SOPORTADA POR LOS CILINDROS DE RESINA NANOHÍBRIDA SEGÚN GRUPO DE ESTUDIO**

Fuerza Máxima	Grupo de Estudio	
	Experimental	Control
Media Arimética (Promedio)	4101.54 N	3386.82 N
Desviación Estándar	70.73 N	108.28 N
Valor Mínimo	4005.04 N	3285.21 N
Valor Máximo	4219.31 N	3581.39 N
N	8	8
Fuente: Matriz de datos	P = 0.000 (P < 0.05) S.S.	

INTERPRETACIÓN:

La tabla N° 4 nos muestra información respecto a la fuerza máxima que soportaron los cilindros de resina nanohíbrida, tanto en el grupo experimental (que fue sometida a fototermoneumopolimerización) como en el control (que únicamente se fotopolimerizó), en la máquina de ensayos universal. Como se puede apreciar, el grupo experimental, la fuerza promedio que se soportó fue de 4101.54 N, en tanto el grupo control llegó a un valor de 3386.82 N.

Según la prueba estadística, las diferencias encontradas son significativas, es decir, el grupo experimental soportó mayor fuerza respecto al grupo control.

GRAFICO N°4

COMPARACIÓN DE LA FUERZA MÁXIMA DE LOS CILINDROS DE RESINA NANOHÍBRIDA SEGÚN GRUPO DE ESTUDIO

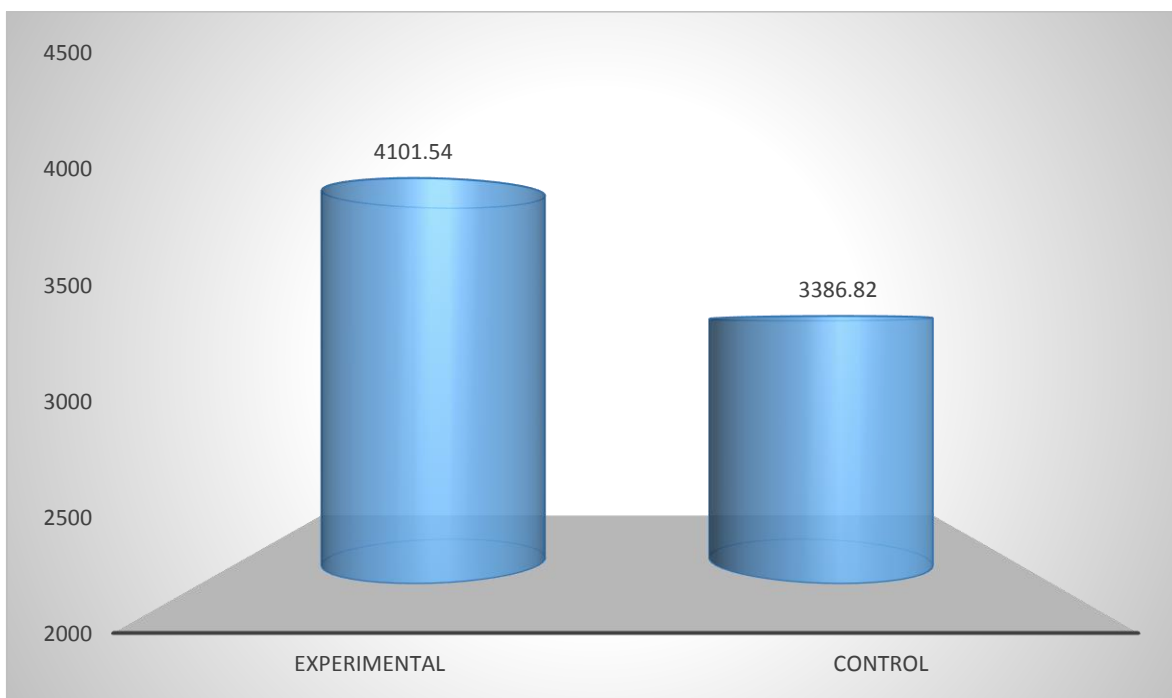


TABLA N°5
RESISTENCIA COMPRESIVA DE RESTAURACIONES DE RESINA
NANOHÍBRIDA FOTOPOLIMERIZADA.

GRUPO CONTROL	RESISTENCIA COMPRESIVA (MPA)
Media Aritmética (Promedio)	274.83 Mpa
Desviación Estándar	9,57 Mpa
Resistencia Mínima	265.39 Mpa
Resistencia Máxima	293.74 Mpa
N	8

Fuente: Matriz de datos

INTERPRETACIÓN

En la tabla N°5 podemos apreciar que la resistencia compresiva promedio obtenida en este grupo es de 274.83 Mpa, oscilando desde un valor mínimo de 265.39 Mpa hasta un valor máximo de 293.74 Mpa.

GRAFICO N°5

RESISTENCIA COMPRESIVA DE RESTAURACIONES DE RESINA NANOHÍBRIDA FOTOPOLIMERIZADA.

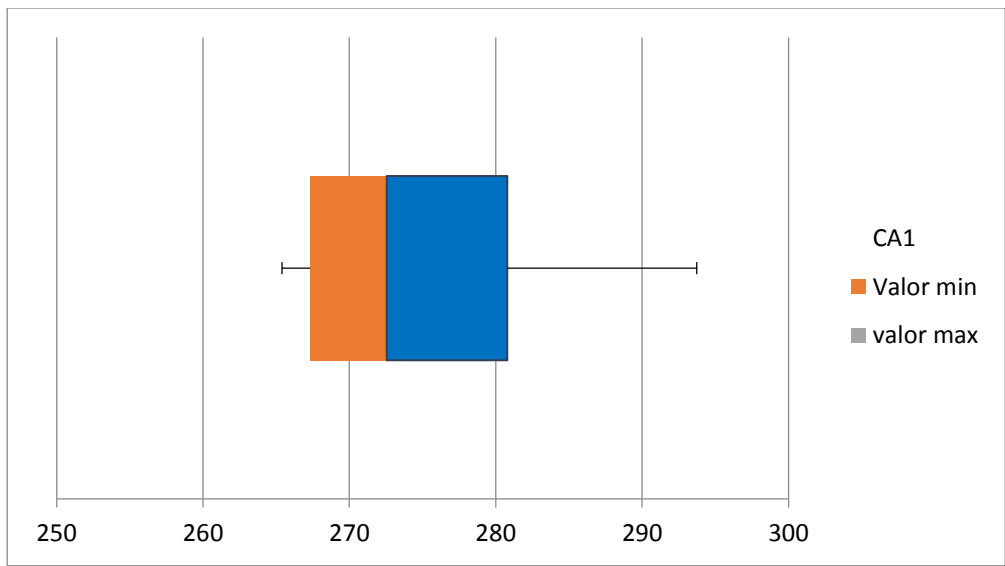


TABLA N° 6

**RESISTENCIA COMPRESIVA DE RESTAURACIONES DE RESINA
NANOHÍBRIDA CON FOTOTERMONEUMOPOLIMERIZACIÓN.**

GRUPO EXPERIMENTAL	RESISTENCIA COMPRESIVA (MPA)
Media Aritmética (Promedio)	329.69 Mpa
Desviación Estándar	4.83 Mpa
Resistencia Mínima	323.55 Mpa
Resistencia Máxima	339.55 Mpa
N	8

Fuente: Matriz de datos

INTERPRETACIÓN:

En la tabla N°6 podemos apreciar que la resistencia compresiva promedio obtenida por este grupo es de 329.69 Mpa, oscilando desde un valor mínimo de 323.55 Mpa hasta un valor máximo de 339.55 Mpa.

GRAFICO N°6

RESISTENCIA COMPRESIVA DE RESTAURACIONES DE RESINA NANOHÍBRIDA CON FOTOTERMONEUMOPOLIMERIZACIÓN.

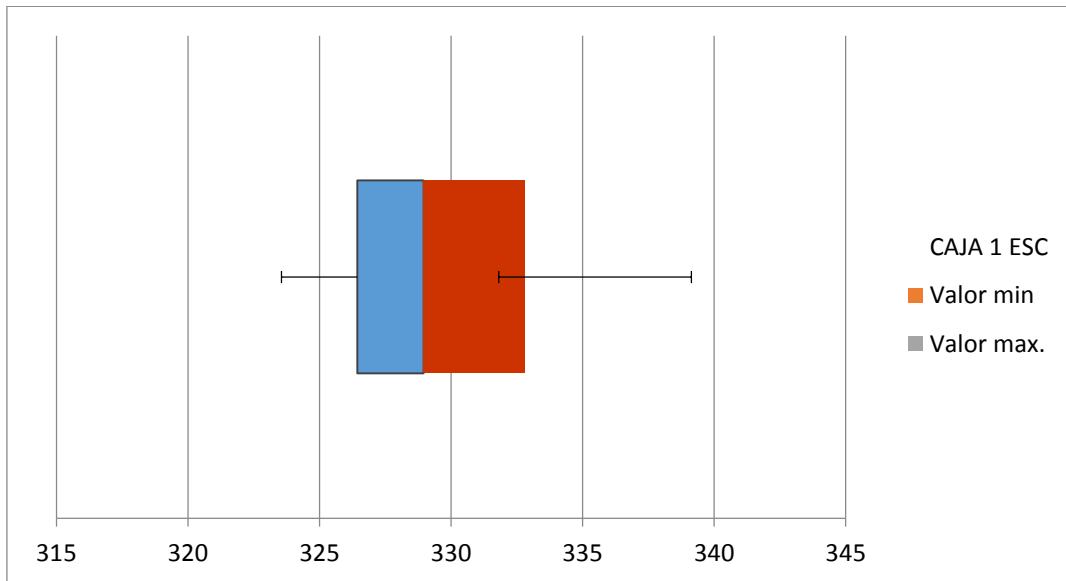


TABLA N° 7**COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS CILINDROS DE RESINA NANOHÍBRIDA SEGÚN GRUPO DE ESTUDIO**

Esfuerzo Máximo	Grupo de Estudio	
	Experimental	Control
Media Arimética (Promedio)	329.69 Mpa	274.83 Mpa
Desviación Estándar	4.83 Mpa	9.57 Mpa
Valor Mínimo	323.55 Mpa	265.39 Mpa
Valor Máximo	339.14 Mpa	293.74 Mpa
N	8	8
Fuente: Matriz de datos	P = 0.000 (P < 0.05) S.S. T = 14.61	

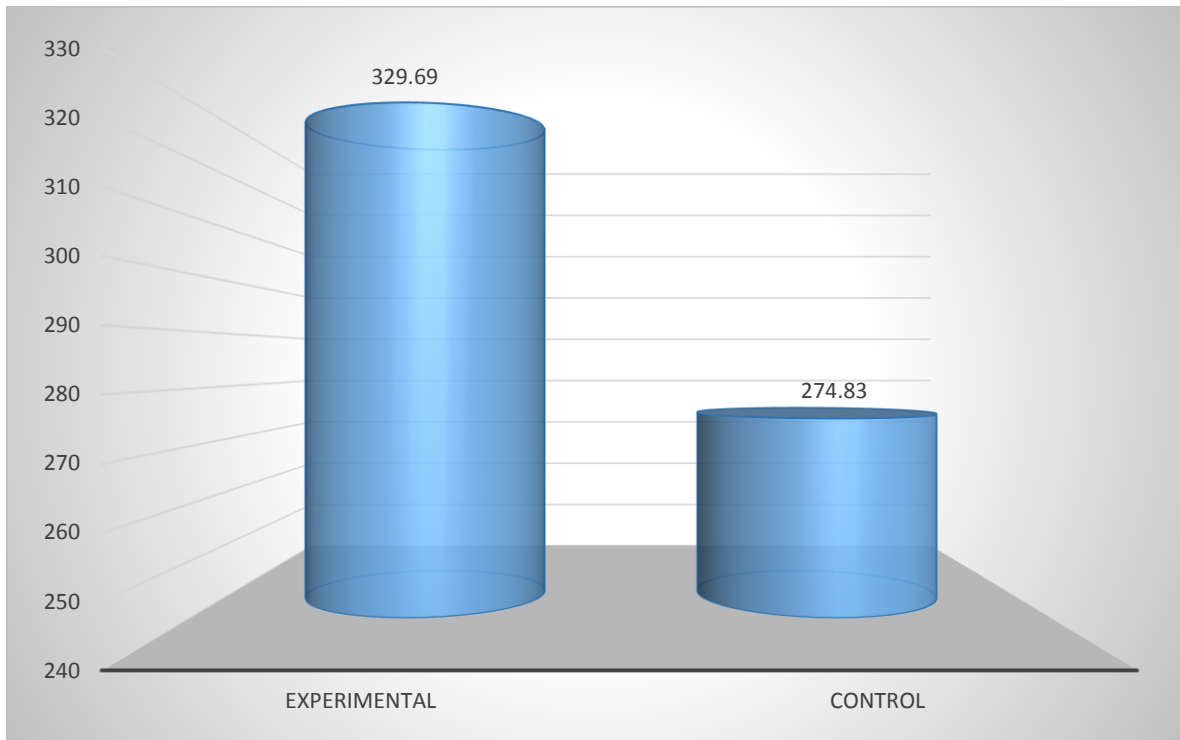
INTERPRETACIÓN:

La presente tabla nos muestra información respecto a la resistencia a la compresión que se obtuvo de los cilindros de resina al ser sometidos a la máquina de ensayos universal, en los grupos de estudio, tanto experimental (que fue sometida a fototermoneumopolimerización) como control (que únicamente se fotopolimerizó). Como se puede apreciar, para el grupo experimental, la resistencia compresiva fue de 329.69 MPa, en tanto para el control, ascendió a un valor de 274.83 MPa.

Según la prueba estadística aplicada, la diferencia encontrada entre el grupo experimental y control, fue significativa, es decir, la primera demostró tener mayor resistencia a las fuerzas de compresión que la segunda.

GRAFICO N°7

COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS CILINDROS DE RESINA NANOHÍBRIDA SEGÚN GRUPO DE ESTUDIO



DISCUSIÓN

Ha sido relatado por varios autores que la influencia de métodos complementarios a la fotopolimerización como el uso de calor y presión, de manera aislada o en conjunto, empleados de manera adecuada, aumentan el grado de conversión de los monómeros en polímeros, proporcionando una polimerización más uniforme, mejorando así el desempeño clínico de la resina. Resultados corroborados con los obtenidos en este estudio en el que se demuestra que existe diferencia significativa en la resistencia compresiva de la resina a favor del grupo experimental (fototermoneumopolimerización) respecto al grupo control (fotopolimerización) de 19.96% más.

El Dr. Ronaldo Hirata, afirma que con la elevación de la temperatura aumentan las propiedades mecánicas de la resina y a la vez mejorara su capacidad de pulido y mantenimiento, ya que libera monómeros no polimerizados por la fotopolimerización y aumenta el grado de conversión de la resina, ya que si solo se usa la polimerización convencional se convierte entre el 60% y 65% de los monómeros en polímeros, que es un valor bastante bajo, afirmación que quedó validada con la presente investigación al obtener 19.96% de mayor resistencia compresiva en el grupo que fue sometido al calor más presión posterior a su proceso de fotopolimerización.

Gonçalves Mota E. y cols. En su estudio en el cuál evaluaron la influencia de la polimerización adicional en las propiedades de una resina Ormocer, mediante el uso de calor, calor y presión de vapor y calor con Nitrógeno presurizado, encontraron que los 3 métodos de sobrepolimerización eran eficaces para aumentar la resistencia compresiva, siendo el con uso de calor más presión (autoclave), el segundo con mejores resultados respecto a los demás; efecto que se corroboró con la presente investigación ya que el grupo que estuvo sometido a un ciclo de autoclave posterior a su polimerización por luz (fototermoneumopolimerización) obtuvo 54.86 Mpa de resistencia a la compresión más que el grupo que sólo fué fotopolimerizado.

Gomes Filho, Edevilson Barbosa y cols. quienes midieron el grado de dureza Knoop con cuatro métodos de polimerización complementaria con las técnicas de polimerización convencional con luz de lámpara halógena, polimerización complementada con calor seco (estufa), polimerización complementada con calor húmedo (autoclave), polimerización complementada con energía de microondas y polimerización complementada con calor y luz por 20 minutos. Encontraron en sus resultados que todas las técnicas de polimerización complementaria fueron eficientes en el aumento de microdureza Knoop del compósito, y por ende sus propiedades mecánicas; hecho que concuerda con el presente trabajo en el que se obtuvo un valor promedio de 329.69 Mpa en el grupo que siguió el proceso de polimerización complementaria frente a 274.83 Mpa para el grupo que sólo fue fotopolimerizado.

CONCLUSIONES

PRIMERA

Existe diferencia estadísticamente significativa en la resistencia compresiva de 19.96% a favor del grupo experimental, con un valor de prueba T de 14.61 y un valor de prueba P de 0.00000000825 ($p < 0.05$). El tratamiento de calor más presión posterior a la fotopolimerización, es recomendable como método alternativo de polimerización complementaria.

SEGUNDA

La resistencia compresiva de la resina nanohíbrida fotopolimerizada fue de 274.83 Megapascales.

TERCERA

La resistencia compresiva de la resina nanohíbrida fototermoneumopolimerizada fue de 329.69 Megapascales.

CUARTA

Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna que indica que existe diferencia en la resistencia a la compresión de la resina nanohíbrida con fototermoneumopolimerización respecto a la con fotopolimerización.

RECOMENDACIONES

PRIMERA

Se recomienda a los futuros tesisistas, evaluar otras propiedades mecánicas como la dureza y la resistencia al desgaste, además también este método en otras marcas de compósitos así como en diferentes formas y tamaños de partículas.

SEGUNDA

Se recomienda a los cirujanos dentistas y técnicos dentales, aplicar este método para complementar la polimerización en restauraciones indirectas de resina, ya que tendremos como resultado una restauración estética, funcional y con mayor resistencia que una restauración convencional de una forma más económica.

TERCERA

Se recomienda a los investigadores, experimentar con otros métodos de complementación de la polimerización en busca de la conversión total de monómeros en polímeros.

9.- BIBLIOGRAFIA:

1. PHILLIPS, R. *Ciencia de los materiales dentales*. Undécima edición. Editorial Elsevier. España 2004
2. RODRIGUEZ G. Douglas, PEREIRA S. Natalie. *Evolución y tendencias actuales de las resinas compuestas*. Acta odontológica venezolana. Vol 46 N° 3, 2007.
3. Resinas compuestas. Monografías.com. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos81/resinas-compuestas/resinas-compuestas3.shtml>.
4. HERVÁS G. Adela, MARTINEZ L. Miguel A, CABANES V. José. *Resinas compuestas. Revisión de los materiales e indicaciones clínicas*. Vol. 11 N° 2
5. PEUTZFELDT, A. *Resin composite in dentistry: the monomer systems*. Eur Journal Oral Sci 105. p. 97-116. 1997.
6. INOSTROSA Reyes, Mario. *Estudio comparativo del grado de sellado marginal de restauraciones realizadas con sonicfilltm (kerr), y una resina compuesta convencional herculite precis (kerr), (estudio in vitro)*. 2012.
7. HUAYHUA Revolledo, Edison D. *Estudio comparativo in vitro de la resistencia compresiva de resinas compuestas microhíbridas y nanohíbridas*. Lima 2013.
8. LUTZ F, Phillips R. *Classification and evaluation of composite resin systems*. J. Prosthetic Dental. p. 480-488. 1983.
9. BARRANCOS Mooney, Julio. *Operatoria dental: integración clínica*. Cuarta edición. Ed. Médica panamericana. 2006
10. VACA Merino, Evelyn L. *Sensibilidad postoperatoria al cambio de una amalgama a una resina compuesta considerando el umbral del dolor en los estudiantes de la Universidad Nacional de Loja en las edades comprendidas entre 18 a 30 años en el periodo marzo- julio 2015*. Ecuador.
11. FERRACANE J.L. *Resin composite state of the art*. Dent Mater. NCBI 2011 Jan 27. p. 29-38.

12. CHAIN, M. BARATIERI, L. *Restauraciones estéticas en dientes posteriores*. Primera Edición. Editorial artes médicas Ltda. 2001.
13. STURDEVANT CM. *Operatoria dental*. Tercera edición. Editorial Harcourt Brace, Madrid, 1996. p. 253-265.
14. HIRATA, Ronaldo. *TIPS: Claves en odontología estética*. Primera edición. Editorial Médica Panamericana. 2012.
15. BRILLANT NG. Disponible en:
<http://www.coadental.com/uploads/Archivo345.pdf>.
16. ZAFRA Vallejo, Mónica, CLEMÍN Viñuela, Alicia. *Estudio experimental, in vitro, sobre la estabilidad cromática de los compósitos amarillos (VOCO)* España junio 2012.
17. MACCHI, Ricardo. *Materiales dentales*. Tercera Edición. Editorial Médica Panamericana. 2004.
18. HENOSTROZA Haro, Gilberto. *Estética en odontología restauradora*. Editorial Ripano. 2006.
19. CARRILLO Sánchez, Carlos, MONROY Pedraza Montserrat. *Materiales de resinas compuestas y su polimerización parte I*. Revista ADM órgano oficial de la asociación dental mexicana Vol. LXV, No. 4 Julio-Agosto 2009.
20. SCHMIDSEDER, Josef. *Atlas de odontología estética*. Primera Edición. Editorial Masson. 1999.
21. ROBLES G V. *Contracción de polimerización de los nuevos composites utilizando diferentes protocolos de fotoactivación*. Tesis doctoral, Universidad de Granada, (2005).p.122-139.
22. MALLAT Calliz, Ernest. *Parámetros de interés en las lámparas de polimerizar. Tipos de lámparas*
23. BOTTINO, Marco. *Estética en rehabilitación oral metal free*. Primera Edición. Editorial Artes Médicas Ltda. Brasil 2001. p.129
24. STEENBECKER Gonzales, Oscar. *Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva*. Editorial Universidad de Valparaiso. 2006.

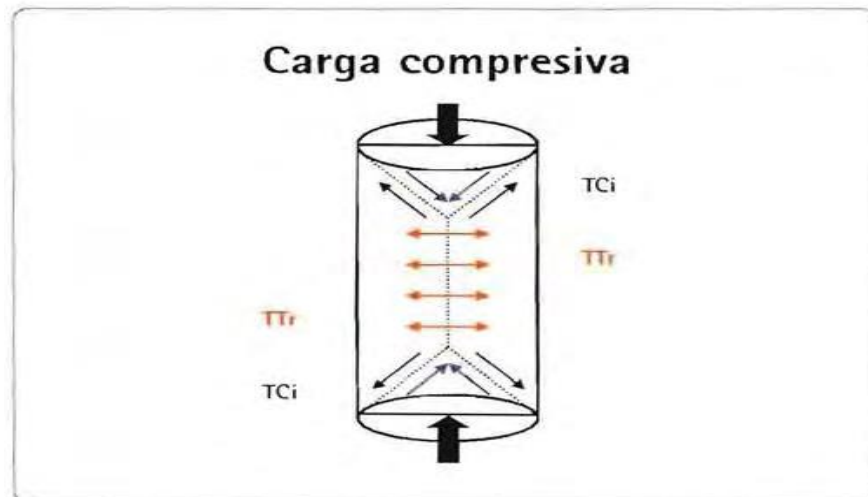
25. GOMES Filho, Edevilson, FONSECA Menezes, Paulo, VICENTE Da Silva, Claudio, COHELO Sinhoreti, Mario. *Evaluación de la dureza Knoop de la resina compuesta en función de la variación de la técnica de polimerización complementaria.*
26. GONÇALVES Mota E, MITSUO Silva, Oshima H, HENRIQUE Burnett Jr. L, SPOHR AM, PIBERNAT de Carvalho, Nogaret. *Influencia de la polimerización adicional en las propiedades de una resina ormocer®.*
27. ADABO, G.L. *Estudio de la influencia de diferentes métodos de polimerización complementaria sobre la dureza de resinas compuestas fotoactivadas.* 1997.
28. HINOJOSA Vilchez, Kevin Mijaíl. *Comparación de la resistencia compresiva, entre restauraciones indirectas de resina micro híbridas de fotopolimerizado y de resina micro híbridas de fotopolimerizado sometidas al calor (estudio in vitro).*
29. CALDERÓN Medina, Lindsay Madeleine. *Efecto de la sobrepolimerización con horno microondas en la dureza y resistencia de la resina para incrustaciones en la consulta privada.*
30. SERRANO Aguilar, Katherine Milagros. *Resistencia a la compresión de un resina compuesta fototermopresopolimerizable, resina compuesta indirecta fotopolimerizable, y una resina compuesta fotopolimerizable con luz estroboscópica en troqueles simulados.*

CAPITULO V

ANEXOS

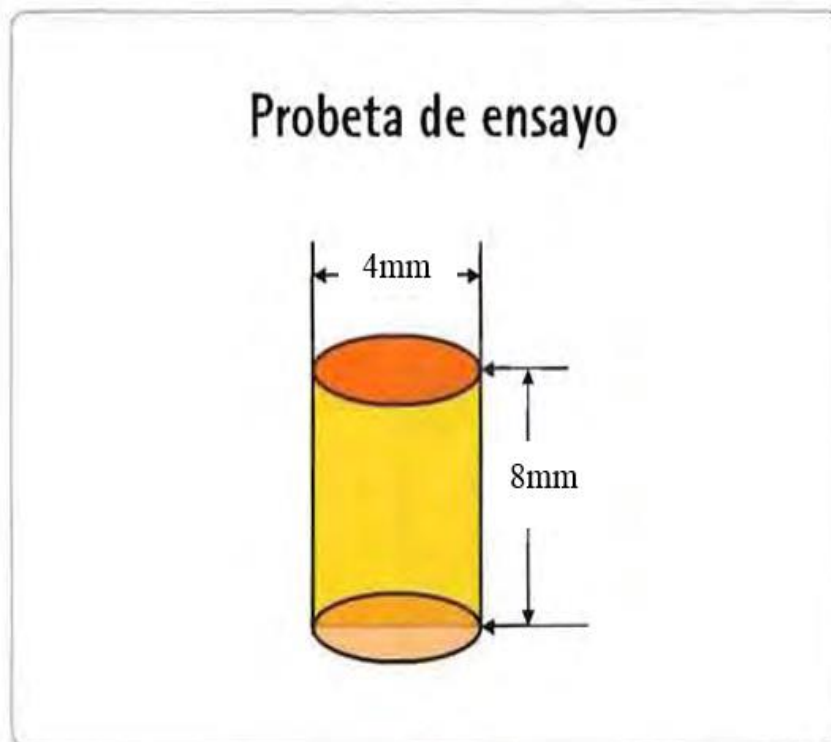
10.- ANEXOS:

Anexo 1:



Fractura por carga compresiva

Anexo 2:



ANEXO 3:**FICHAS DE OBSERVACIÓN EXPERIMENTAL PARA LA RESISTENCIA COMPRESIVA**

GRUPO EXPERIMENTAL	CARGA MÁXIMA SOPORTADA POR LA PROBETA (N)	APLICACIÓN DE LA FÓRMULA	RESISTENCIA COMPRESIVA (MPa)
E 1	4005.04	4005.04/12.38	323.55
E 2	4050.20	4050.20/12.32	328.85
E 3	4134.97	4134.97/12.57	329.05
E 4	4058.51	4058.51/12.44	326.22
E 5	4069.51	4069.51/12.44	327.10
E 6	4219.31	4219.31/12.44	339.14
E 7	4104.08	4104.08/12.44	329.88
E 8	4173.71	4173.71/12.50	333.80

GRUPO CONTROL	CARGA MÁXIMA SOPORTADA POR LA PROBETA (N)	APLICACIÓN DE LA FÓRMULA	RESISTENCIA COMPRESIVA (MPa)
C 1	3422.82	3422.82/12.32	277.91
C 2	3291.60	3291.60/12.32	267.26
C 3	3285.21	3285.21/12.38	265.39
C 4	3295.25	3295.25/12.32	267.55
C 5	3410.21	3410.21/12.38	275.49
C 6	3320.34	3320.34/12.32	269.59
C 7	3581.39	3581.39/12.19	293.74
C 8	3487.74	3487.74/12.38	281.75

ANEXO 4:

**FICHA DE RESULTADOS OBTENIDOS DE LA MEDICIÓN DE LA
RESISTENCIA COMPRESIVA**



- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES.
- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES.

INFORME DE ENSAYO N°	IE-0208-2017	EDICIÓN N° 1	Página 1 de 2
ENSAYO DE COMPRESIÓN			
TESIS	"COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA COMPRESIVA ENTRE LA RESINA NANOHÍBRIDA FOTOPOLIMERIZADA Y CON FOTOTERMONEUMOPOLIMERIZACIÓN, PARA LA REALIZACIÓN DE RESTAURACIONES INDIRECTAS (ESTUDIO INVITRO). AREQUIPA 2017"		
DATOS DEL SOLITANTE			
NOMBRE Y APELLIDOS	Julissa Alexandra Delgado Medina		
DNI	70222409		
DIRECCIÓN	Calle Tronchadero 405- Yanahuara		
CIUDAD	Arequipa		
EQUIPOS UTILIZADOS			
INSTRUMENTO	Maquina digital de ensayos universales CMT- 5L		
MARCA	LG		
APROXIMACIÓN	0.001 N		
INSTRUMENTO	Vernier digital de 200mm		
MARCA	Mifutoyo		
APROXIMACIÓN	0.01mm		
RECEPCION DE MUESTRAS			
FECHA DE INGRESO	26	Mayo	2017
LUGAR DE ENSAYO	Av. Paseo de la República 5544, Miraflores 15074		
CANTIDAD	2 Grupo		
DESCRIPCIÓN	Muestras Cilíndricas de resina		
IDENTIFICACIÓN	Grupo 1	Experimental	
	Grupo 2	Control	
REPORTE DE RESULTADOS			
FECHA DE EMISION DE INFORME	26	Mayo	2017


INFORME DE ENSAYO N°		IE-0208-2017		EDICION N° 1		Página 2 de 2	
RESULTADOS GENERADOS							
GRUPO 1				Experimental			
Espécimen	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Área (mm ²)	Fuerza máxima N	Esfuerzo Máximo (Mpa)		
E1	7.96	3.97	12.36	4 005.04	323.55		
E2	7.99	3.96	12.32	4 050.20	326.65		
E3	7.96	4.00	12.57	4 134.97	329.05		
E4	7.97	3.96	12.44	4 056.51	326.22		
E5	7.96	3.96	12.44	4 069.51	327.10		
E6	6.01	3.96	12.44	4 219.31	339.14		
E7	7.99	3.97	12.44	4 104.06	329.66		
E8	7.96	3.97	12.50	4 173.71	333.60		
GRUPO 2				Control			
Espécimen	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Área (mm ²)	Fuerza máxima N	Esfuerzo Máximo (Mpa)		
C1	7.97	3.96	12.32	3 422.62	277.91		
C2	7.96	3.96	12.32	3 291.60	267.26		
C3	7.99	3.97	12.36	3 265.21	265.39		
C4	7.96	3.96	12.32	3 295.25	267.55		
C5	7.96	3.97	12.36	3 410.21	275.49		
C6	7.99	3.96	12.32	3 320.34	269.69		
C7	7.96	3.94	12.19	3 561.39	293.74		
C8	6.00	3.97	12.36	3 467.74	281.75		
LA VELOCIDAD DE ENSAYO				1 mm/m			
CONDICIONES AMBIENTALES				TEMPERATURA : 19 °C HUMEDAD RELATIVA : 60 %			
VALIDEZ DE INFORME				VÁLIDO SOLO PARA LA MUESTRA Y CONDICIONES INDICADAS EN EL INFORME			
ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN				 HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE			
ESPECIALISTA DE ENSAYOS							
LABORATORIO HTL CERTIFICATE							



Figura Nro. 01, 02 y 03: Equipos.



Figura Nro. 04, 05, y 06: Instrumental y Materiales.

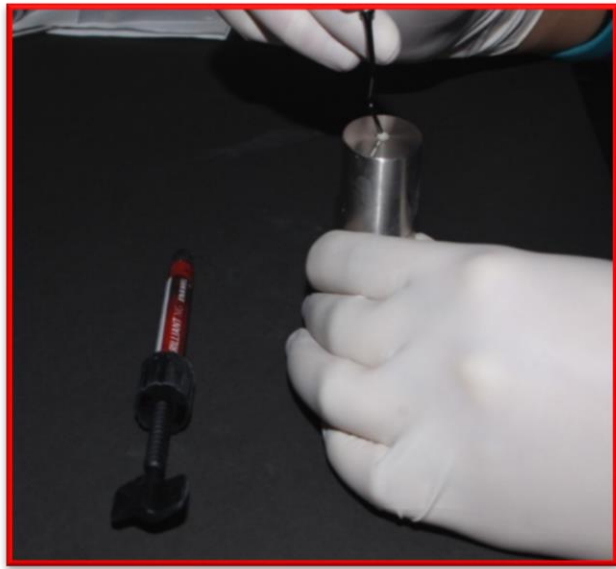


Figura Nro. 07 y 08: Toma de porción 1er. Incremento y atacado en el molde.

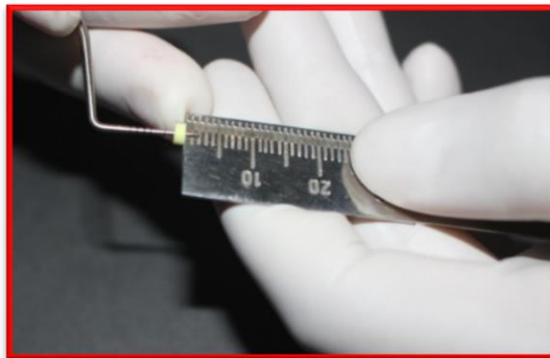
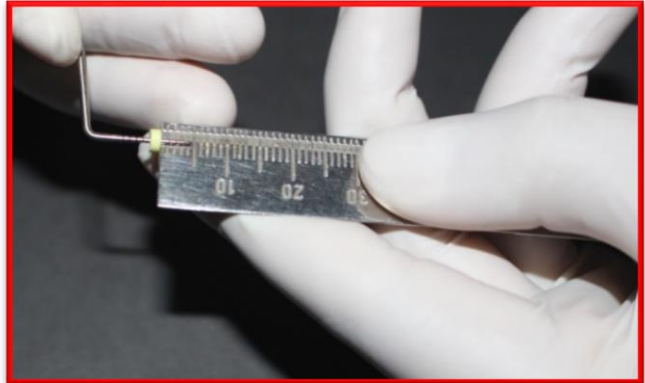
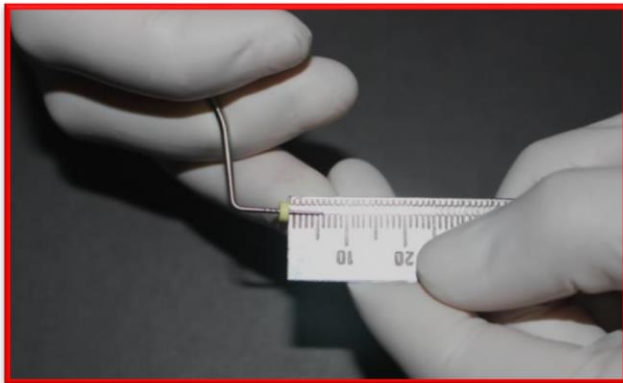


Figura Nro. 09, 10 y 11: Calibración de sonda periodontal para medir incrementos.

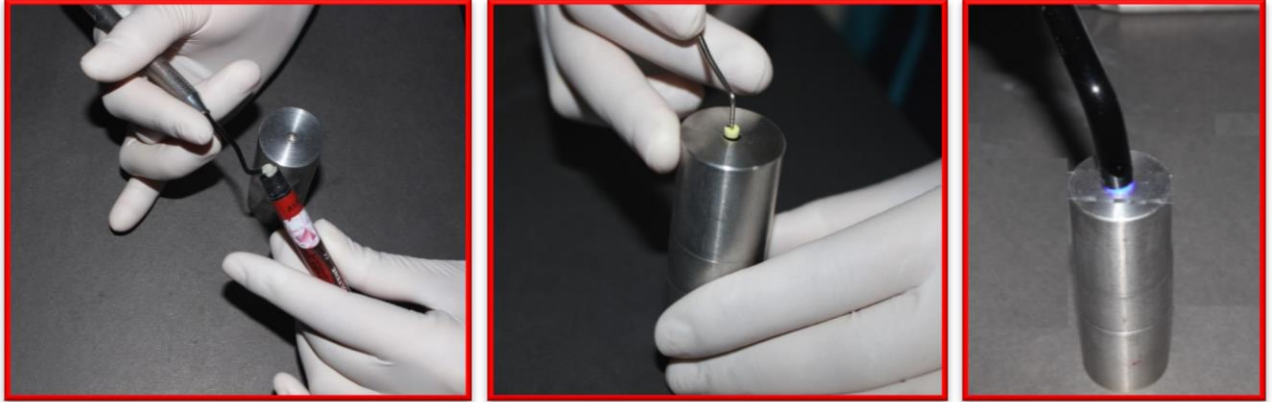


Figura Nro. 12, 13 y 14: Segundo incremento, calibración y fotopolimerización.

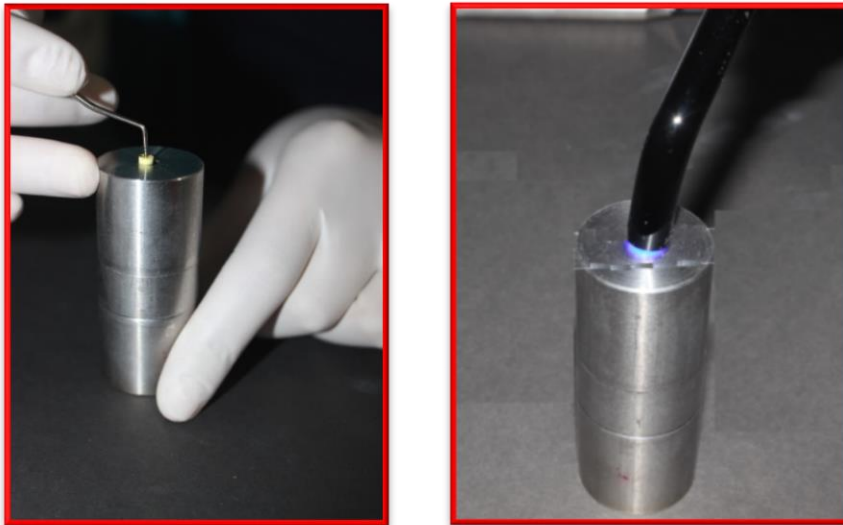


Figura Nro. 15 y 16: Tercer incremento, calibración y fotopolimerización.

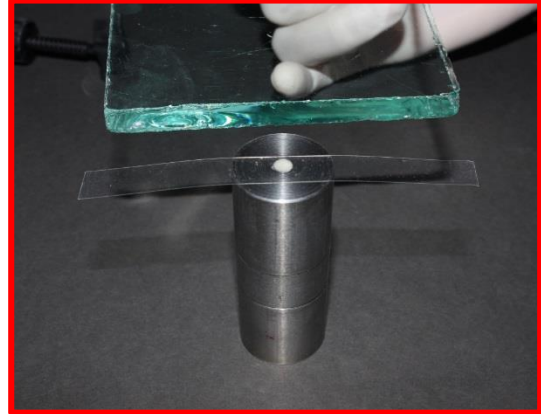


Figura Nro. 17 y 18: Último incremento y colocación de cinta matriz.

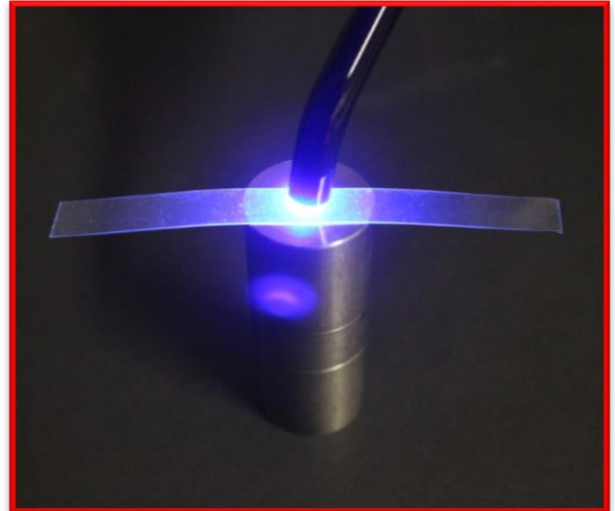
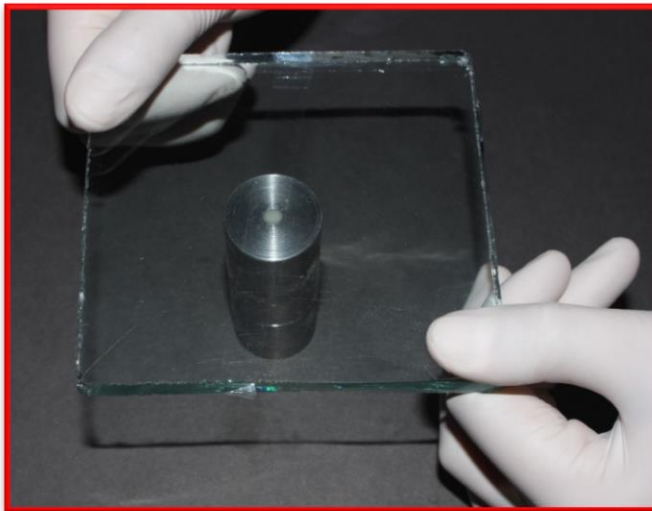


Figura Nro. 19 y 20: Compresión con platina de vidrio y polimerización final.



Figura Nro. 21 y 22: Calibración de Probetas.

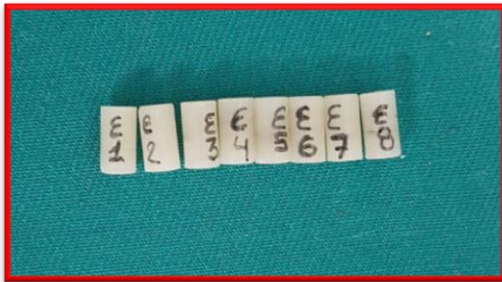


Figura Nro. 23 y 24: Probetas del grupo experimental y Probetas del grupo control

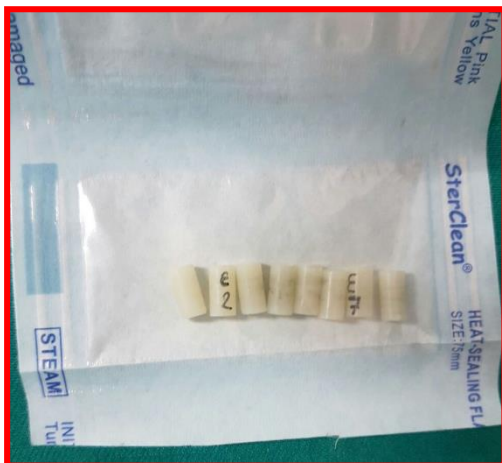


Figura Nro. 25 y 26: Empaquetado y sellado de las probetas del grupo experimental, Autoclavado de las probetas del grupo experimental.

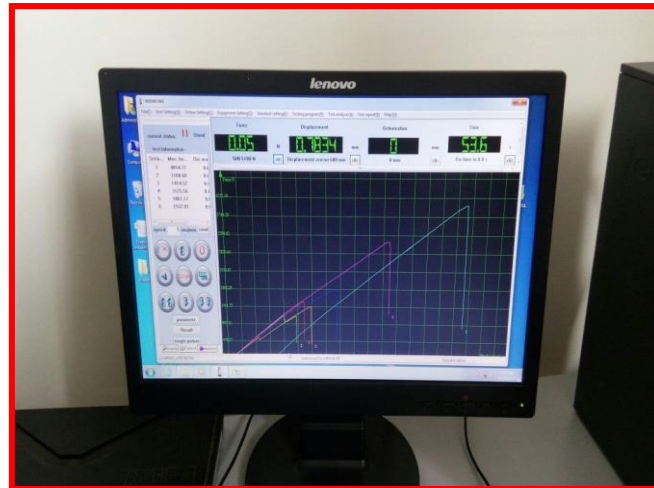


Figura Nro. 27, 28 y 29: Probeta cargada en máquina de compresión, prueba de resistencia a la compresión de las probetas y registro de datos resultantes de la compresión.