



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
FACULTAD DE LA SALUD HUMANA
CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

TÍTULO

**“Estudio comparativo in vitro: resistencia
compresiva entre un sistema de resina compuesta
monoincremental y uno convencional sometidos a
termociclado”**

**Tesis previa a la obtención
del título de Odontóloga**

AUTORA:

Jackeline Cecibel Guamán Camacho

DIRECTORA:

Odt. Esp. Tatiana Isabel Luna Salinas

**LOJA – ECUADOR
2019**

Certificación


Odt. Esp. Tatiana Isabel Luna Salinas
DIRECTORA DE TESIS

CERTIFICO:

Haber dirigido, orientado y analizado en cada una de las partes del desarrollo de la tesis denominada: **“Estudio comparativo in vitro: resistencia compresiva entre un sistema de resina compuesta monoincremental y uno convencional sometidos a termociclado”**, de autoría de la Srta. Jackeline Cecibel Guamán Camacho, la misma que cumple con los requisitos de fondo y forma exigidos en el reglamento del Régimen Académico de la Universidad Nacional de Loja, certificando su autenticidad; por tal motivo autorizo su presentación, sustentación y defensa ante el tribunal designado para el efecto.

Loja, 31 de mayo del 2019

Atentamente;



.....
Odt. Esp. Tatiana Isabel Luna Salinas
DIRECTORA DE TESIS

Autoría

Yo, Jackeline Cecibel Guamán Camacho, con cedula de identidad N° 1900489459, declaro ser autora del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mis tesis en el Repositorio Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:

Autora: Jackeline Cecibel Guamán Camacho

Cédula: 1900489459

Fecha: Loja, 31 de mayo del 2019

Carta de Autorización

Yo, Jackeline Cecibel Guamán Camacho, declaro ser autora de la tesis titulada **Estudio comparativo in vitro: resistencia compresiva entre un sistema de resina compuesta monoincremental y uno convencional sometidos a termociclado**; como requisito para optar el grado de Odontóloga, autorizo al sistema bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguientes manera en el Depositario Digital Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional Biblioteca Virtual, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tengan convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización en la ciudad de Loja, a los 31 días del mes de mayo del 2019, firma la autora.

Firma:.....

Autora: Jackeline Cecibel Guamán Camacho

Cedula de identidad: 1900489459

Dirección: Cdla. Sauces Norte

Correo Electrónico: line21_@hotmail.es

Celular: 0990885708

DATOS COMPLEMENTARIOS

Directora de Tesis: Odt. Esp. Tatiana Isabel Luna Salinas

Tribunal de Grado

Presidenta: Odt. Esp. Cecilia Mariana Díaz López

Vocal: Odt. Esp. Cristian Fernando Palacio Mendieta

Vocal: Odt. Esp. David Oswaldo Campoverde Loyola

Dedicatoria

Dedico el presente trabajo a Dios, por iluminar mi mente y haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres Nicolás y Emilce, quienes con amor y cariño se sacrificaron para darme una carrera y poderme defender en el futuro.

A mis hermanos Magaly, Yanina, Byron y Luis, quienes me apoyaron en cada paso que di a lo largo de mi vida, por ser las personas que me alentaron a mejorar y a lograr un triunfo y seguir cumpliendo mis metas propuestas.

Finalmente dedico a una persona especial Jorge Cabrera, quien me ayudó a la realización de mi tesis y gracias a su apoyo pude sobrellevar los problemas que se me presentaron a lo largo de la carrera, también a todos mis amigos, quienes compartieron sus conocimientos, alegrías y tristezas durante estos 5 años de carrera y se han convertido en parte de mi familia María Fernanda, Jhuliana, Jorge y Julissa.

Jackeline Cecibel Guamán Camacho

Agradecimiento

Agradezco a mi familia, porque gracias a sus consejos han formado una persona luchadora y que anhela cumplir sus metas.

A mis docentes, quienes con sus conocimientos y dedicación han permitido la culminación de mi formación profesional en esta prestigiosa Universidad y a mi tutora de tesis Dra. Tatiana Luna quien me ha guiado en el desarrollo del presente trabajo realizando valioso aportes.

Así mismo agradezco a los Ingenieros de la Carrera de Electromecánica y Carrera de Geología y Minas de la Universidad Nacional de Loja y al Responsable de la Sección de “Biología y Genética” de la Universidad Técnica Particular de Loja, quienes me supieron brindar acceso a las instalaciones para la realización de diseño de la muestra y ejecución de las pruebas de resistencia compresiva y envejecimiento artificial (termociclado).

Jackeline Cecibel Guamán Camacho

Índice

Carátula.....	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de Autorización.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento	vi
Índice	vii
Índice de figuras	ix
Índice de tablas	ix
Índice de gráficos.....	x
Índice de anexos	x
1. Título	1
2. Resumen	2
Abstract.....	3
3. Introducción.....	4
4. Revisión de literatura.....	7
Capítulo I.....	7
4.1. Resinas	7
4.1.1. Concepto.....	7
4.1.2. Historia.	8
4.1.3. Composición.....	9
4.1.4. Clasificación.	12
4.1.5. Propiedades mecánicas de las resinas compuestas.	15
Capítulo II.....	20
4.2. Resinas Compuestas empleadas.....	20
4.2.1. Resina Filtek TM P60 - 3M	20
4.2.2. Resina Tetric N-Ceram Bulk Fill – Ivoclar Vivadent.....	22
Capítulo III	25
4.3. Envejecimiento Ambiental Acelerado	25
4.3.1. Concepto.....	25
4.3.2. Métodos de Envejecimiento Artificial Acelerado.	25

4.3.3. Termociclado.....	25
5. Materiales y Métodos	28
6. Resultados.....	36
7. Discusión	41
8. Conclusiones.....	45
9. Recomendaciones	46
10. Referencias bibliográficas	47
11. Anexos.....	51

Índice de figuras

Fig. 1. Resina Compuesta.....	7
Fig. 2. Clasificación de resinas de acuerdo a las partículas, sistemas de polimerización y tecnología adhesiva.....	8
Fig. 3. Componentes fundamentales de las resinas compuestas	10
Fig. 4. Enlace químico del silano	11
Fig. 5. Resina de macrorelleno	12
Fig. 6. Resina de microrelleno.....	13
Fig. 7. Resinas Híbridas.....	14
Fig. 8. Fractura por carga compresiva	17
Fig. 9. Resina Filtek P60 3M.....	20
Fig. 10. Resistencia Compresiva de Resina Filtek TM P60-3M	21
Fig. 11. Tetric [®] N-Ceram Bulk Fill Ivoclar Vivadent	22
Fig. 12. Termocicladora convencional	26
Fig. 13 Termociclador digital SimpliAmp	27
Fig. 14. Torno manual con visualizador digital modelo T-1840 marca Travis.....	31
Fig. 15. Molde para elaboración de especímenes	31
Fig. 16. Aislamiento del molde	32
Fig. 17. Elaboración de especímenes de Resina Filtek TM P60 3M.....	32
Fig. 18. Elaboración de especímenes de Resina Tetric [®] N-Ceram Bulk Fill	33
Fig. 19. Radiómetro Litex	33
Fig. 20. Prensa Hidráulica	34
Fig. 21. Caibrador Pie de rey.....	34
Fig. 22. Termociclador SimpliAmp.....	35

Índice de tablas

Tabla Nro. 1 Prueba ANOVA: Resistencia Compresiva.....	36
Tabla Nro. 2 Comparación de grupos del nivel de la fractura en el espécimen	38
Tabla Nro. 3 Prueba de Tukey.....	40

Índice de gráficos

Gráfico Nro. 1 Prueba ANOVA: Resistencia compresiva	37
Gráfico Nro. 2 Comparación de grupos del nivel de la fractura en el espécimen	38
Gráfico Nro. 3 Prueba de Tukey.....	40

Índice de anexos

Anexo 1. Permiso para elaboración de muestra y uso de calibrador pie de rey	51
Anexo 2. Permiso para utilización de prensa hidráulica para realizar resistencia compresiva.....	52
Anexo 3. Permiso para utilización de termociclador en la Universidad Técnica Particular de Loja	53
Anexo 4. Certificaciones de realización de resistencia compresiva y Termociclado.....	54
Anexo 5. Prueba piloto: resistencia compresiva resina Filtek P60-3M y Tetric® N-Ceram Bulk Fill (grupo control y experimental).....	57
Anexo 6. Ensayo definitivo: resistencia compresiva resina Filtek P60-3M y Tetric® N-Ceram Bulk Fill (grupo control y experimental).....	58
Anexo 7. Torno manual para elaboración de molde.....	60
Anexo 8. Matriz metálica para elaborar especímenes de resina compuesta.....	60
Anexo 9. Colocación de la resina compuesta dentro de la matriz metálica	60
Anexo 10. Fotopolimerización de los especímenes de resina compuesta	60
Anexo 11. Radiómetro marca Litex para controlar intensidad de lámpara de fotocurado ..	61
Anexo 12. Medición de bloques de resina con calibrador Pie de rey.....	61
Anexo 13. Prensa Hidráulica	61
Anexo 14. Certificado de la traducción del resumen.....	62
Anexo 15. Certificado de análisis estadístico.....	63
Anexo 16. Proyecto de tesis	64

1. Título

“Estudio comparativo in vitro: resistencia compresiva entre un sistema de resina compuesta monoincremental y uno convencional sometidos a termociclado”

2. Resumen

En la actualidad existe una amplia variedad de resinas compuestas y técnicas de restauración, las características y propiedades que poseen hacen que este material sea el más utilizado para el sector anterior y posterior. Sin embargo, debido a las fuerzas masticatorias y compresivas durante los movimientos funcionales y parafuncionales que se producen en el sector posterior se debe elegir adecuadamente el material que brinde mayor longevidad clínica a la restauración, y que pueda responder a las necesidades físicas y mecánicas del sistema estomatognático. El objetivo de la presente investigación fue determinar la resistencia compresiva entre un sistema de resina compuesta monoincremental Tetric® N-Ceram Bulk Fill – Ivoclar Vivadent y uno convencional Filtek™ P60 -3M, después de las 48 horas posteriores a su polimerización y sometidas a 1 año de termociclado, una temperatura que varía de 5°C, 37°C y 55°C. Para la realización del mismo se emplearon 60 muestras cilíndricas de 4x4 mm divididos en 4 grupos con 15 muestras en cada uno, las mismas que se dividirán aleatoriamente en grupo control y grupo experimental. Los resultados obtenidos y analizados estadísticamente mostró que la resistencia compresiva de la resina Filtek™ P60 del grupo control presentó una media 195,4078 MPa, mínima 115,2282 MPa y máxima 257,8231 MPa, mientras que, el grupo experimental presentó una media 201,8414 Mpa, mínima 86,4211 MPa y la máxima 290,9512 MPa. Por otro lado, la resina Tetric® N-Ceram Bulk Fill del grupo control presentó una media 212,4112 MPa, mínima 172,8423 MPa y máxima 285,1897 MPa, mientras que, el grupo experimental presentó una media 145,0013 MPa, mínima 100,8437 MPa y máxima 208,8905 MPa. Por lo anteriormente expuesto se llegó a la conclusión que la resina idónea para el sector posterior es la resina convencional en comparación con la resina monoincremental debido a que presenta mayor resistencia compresiva a largo plazo brindando mayor longevidad clínica a la restauración.

Palabras clave: resistencia compresiva, resinas compuestas, P60 3M, Bulk fill, termocicladora

Abstract

Nowadays, there is a wide variety of composite resins and restoration techniques, the characteristics and properties that they possess make this material the most used for the anterior and posterior sector. However, due to the chewing and compressive forces during functional and parafunctional movements that occur in the posterior sector, it's still about choosing the proper material that provides greater clinical longevity to the restoration, and that can respond to physical and mechanical needs of the stomatognathic system. The aim of the present investigation was to determine the compressive strength between a system of monoincremental resin Tetric® N-Ceram Bulk Fill – Ivoclar Vivadent and one conventional Filtek P60, after 48 hours after polymerization and subjected to 1 year of thermocycling, with a temperature that varies from 5°C, 37°C and 55°C. For the realization of it 60 cylindrical samples of 4x4 mm were used, divided into 4 groups with 15 samples in each one, the same ones that will be randomly divided into control group and experimental group. The results obtained in the laboratory and analyzed statistically showed that: the compressive strength of the Filtek™ P60 resin of the control group presented an average 195,4078 MPa, minimum 115,2282 MPa and maximum 257,8231 MPa, while the experimental group presented an average 201,8414 MPa, minimum 86,4211 MPa and maximum 290,9512 MPa. On the other hand the Tetric® N-Ceram Bulk Fill resin from the control group presented an average 212,4112 MPa, minimum 172,8423 MPa and maximum 285,1897 MPa, while the experimental group presented an average 145,0013 MPa, minimum 100,8437 MPa and maximum 208,8905 MPa. Therefore, the conclusion was reached, the resin suitable for the posterior sector is the conventional resin in comparison with the monoincremental resin because it presents greater compressive strength in the long term providing greater clinical longevity to the restoration.

Key words: Compressive strength, resin composites, P60 3M, Bulk fill, thermocycler

3. Introducción

Acurio, Falcón, Casas, & Montoya (2017) mencionan que para brindar mayor longevidad clínica a la restauración y responder adecuadamente a las necesidades físicas y mecánicas del sistema estomatognático se debe buscar un material restaurativo que tenga propiedades físicas, químicas y mecánicas similares a la estructura dental.

Existen diferentes técnicas de restauración: incremental convencional (2 mm) en la cual se pueden incorporar burbujas ocasionando falta de unión entre los incrementos e inhibidor parcial de la polimerización afectando la resistencia compresiva del material; y, en bloque o Bulk Fill (4mm) que permite obtener un bloque homogéneo y libre de imperfecciones que no influyen en las propiedades mecánicas luego de ser polimerizado (Acurio et al., 2017).

Una propiedad a considerarse es la resistencia compresiva que es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento, estas fuerzas durante la masticación ocasionan fracaso y recambio de las restauraciones por la microfiltración marginal y la fractura. Además, se considera a la cavidad bucal como un medio destructivo debido a sus frecuentes cambios de temperatura, a la humedad y la variación del pH hacia alcalinidad o acidez, (López, 2018).

Así mismo, López (2018) menciona que según Okeson durante la masticación especialmente en el sector posterior la mayoría de fuerzas son predominantemente compresivas y estas fuerzas según Anusavice tienen un rango de 400 a 890 N en molares, 133 - 334 N en premolares y 89 – 111 N en incisivos, repercutiendo sobre las propiedades del material restaurador.

Sepideh & Saman (2008) comprobaron en su estudio que la resistencia de un material resinoso es directamente proporcional a la cantidad de relleno inorgánico y al tamaño de sus partículas, esto se corrobora con otros autores Moezzyzadeh (2012) y Huayhua (2013) que expresan que a mayor disminución del tamaño de partículas existirá un incremento de la resistencia a la compresión de la resina compuesta.

Por otro lado (Baldión, Vaca, Álvarez, & Agaton, 2011) refieren que el contenido, tamaño y distribución de las partículas de relleno de las resinas compuestas tienen

influencia en sus propiedades físico-mecánicas, mejorando el módulo elástico, la resistencia a la fractura y la resistencia compresiva disminuyendo el tamaño de las partículas e incrementando la carga de relleno.

Como es de nuestro conocimiento la fotopolimerización de las resinas compuestas genera un estrés de contracción. Säilynoja et al. (2004) refieren que clínicamente la contracción de polimerización puede llevar a fallas adhesivas o cohesivas debido al estrés interno. Así mismo, Matallana et al. (2010) explica que la contracción de polimerización produce a largo plazo microfiltración entre el material de restauración y la cavidad preparada, sensibilidad postoperatoria, caries e inflamación pulpar. Para evitar estos inconvenientes se recomienda medir como mínimo semanalmente la intensidad de la lámpara de fotocurado con un radiómetro.

Además (Rodas & Villalta, 2018) mencionan la importancia del uso de lámparas de fotopolimerización con apropiadas intensidades lumínicas pues éstas influye en las propiedades mecánicas y físicas de los biomateriales dentales, en el grado de conversión de los monómeros a polímeros y en la longevidad de la restauración.

Abuelenain, Abou, & Al-Dharrab (2015) analizaron la resistencia a la compresión de 6 resinas diferentes entre ellas la resina Tetric® N-Ceram Bulk Fill utilizando especímenes de 8 x 4mm y empleando la técnica incremental dando como resultado que su resistencia fue de 260.0 ± 31.9 MPa.

Acurio et al. (2017) en su estudio comparó la resistencia compresiva de las resinas convencionales vs las resinas Bulk Fill utilizando medidas de 4x2mm y 4x4mm. Demostrando que la resistencia compresiva de la resina Tetric N- Ceram Bulk Fill fue de $303,87 \pm 27,53$ MPa concluyendo que esta resina puede ser una buena opción para restauraciones posteriores por su elevada resistencia a la compresión en comparación con las otras resinas convencionales.

Borja & Loyola (2018), en la Universidad de Ciencias aplicadas evaluaron la resistencia a la compresión y flexural de resinas Bulk Fill (Opus™ Bulk Fill, Tetric® N-Ceram Bulk Fill y Filtek™ Bulk Fill) donde se confeccionaron 132 especímenes de 3x5mm, obteniendo como resultado que la resistencia compresiva de la resina Tetric® N-Ceram Bulk Fill fue de 139.03 ± 23.56 MPa.

En cuanto a la resina Filtek P60, un estudio realizado por Baldión et al. (2011) demuestra que la resistencia compresiva es de 246.8 ± 26.7 MPa. De la misma forma Sepideh & Saman (2008) realizaron un estudio en Irán, donde evaluaron la resistencia compresiva de 120 especímenes incluida la resina Filtek™ P60, las mismas que se sometieron a diferentes periodos de tiempo y se obtuvo que la resistencia compresiva de la resina Filtek™ P60 después de 1 hora fue de 235 ± 44 MPa, a las 24 horas es 278 ± 31 MPa, a la semana de 317 ± 23 MPa y finalmente al mes 300 ± 48 MPa.

García (2017) en Perú realizó un estudio in vitro de la resistencia compresiva utilizando 10 bloques cilíndricos de 8 x 4mm de resinas compuesta Filtek P60® obteniendo un valor de 229,51 a 351,17 MPa con una media de $293,5 \pm 46,3$ Mpa.

Así mismo, López (2018) en su estudio realizado en la Universidad Nacional Federico Villareal, confeccionó 24 probetas cilíndricas de 4 x 8mm, y se dividieron en 3 grupos de 8 unidades cada uno, luego se colocaron en recipientes con 30ml de agua destilada y se almacenaron en una estufa a 37°C durante 24 horas. Se presentó la resistencia compresiva de 195,84 MPa para Filtek Bulk Fill; 289,39 MPa para Filtek Z250XT y 268,83 MPa para Filtek P60. Se concluyó que existe diferencia significativa entre la resina Filtek Bulk Fill con respecto a las resinas Filtek Z250XT y Filtek P60, pero entre éstas dos últimas resinas no existe diferencia significativa.

Finalmente un estudio realizado por (Bayona, Duarte, Jiménez, & Díaz, 2010) realizaron un estudio comparativo in vitro de la resistencia a la compresión de resinas para el sector posterior en donde se utilizaron las resinas Filtek P60 (3M ESPE), Tetric N-Ceram (Ivoclar Vivadent) y Surefil (Dentsply), para lo cual se utilizaron especímenes de 1 a 5 mm de altura x 4mm de diámetro y se empleó la técnica de restauración incremental, los resultados fueron para la resina Filtek P60 (4mmx 4mm) 176.1 ± 21.5 MPa y la resina Tetric N-Ceram (4mmx 4 mm) fue de 157.4 ± 46.4 MPa.

Los estudios antes mencionados destacan la influencia que tiene la técnica de restauración, la cantidad de relleno orgánico y la resistencia compresiva de las resinas compuestas en su durabilidad clínica en boca, es por ello que los resultados de la presente investigación se esperan que cumpla con los objetivos propuestos, permitiendo al profesional poder elegir el material más idóneo de acuerdo a las necesidades del sistema estomatognático y de ese modo mejorar la interfase diente-restauración prolongando el tiempo de permanencia en boca de la restauración y disminuyendo los fracasos a largo plazo.

4. Revisión de literatura

Capítulo I

4.1. Resinas



Fig. 1. Resina Compuesta

Fuente: (Higashia, Mongruel, García, Mongruel, & Gomes, 2011)

4.1.1. Concepto. Las resinas compuestas son biomateriales organicominales empleados en las restauración directa o indirecta de las cavidades en los órganos dentarios anteriores y posteriores (Henriquez, 2016).

De la Torre (2016) afirma: “La resina compuesta es un polímero resultado de la mezcla de componentes químicamente distintos pero con características propias, presentando en su composición una matriz orgánica o monómero, una matriz o carga inorgánica y un agente de unión o acople” (p.8). Además, se incluyen “otros aditivos para facilitar la polimerización, ajustar la viscosidad y mejorar la opacidad radiográfica” (Rodríguez & Pereira, 2008, p. 382).

Rodríguez & Pereira (2008) menciona que las resinas compuestas poseen color, translucidez y opacidad semejante a los dientes naturales siendo considerado por este motivo como el material más estético, además otra características es que se pueden realizar preparaciones cavitarias conservadoras preservando la mayor cantidad de estructura dental.

Las ventajas de las restauraciones dentales son:

- “Buena estética
- Ausencia de mercurio
- Adhesión a la estructura dental
- Refuerzo de la estructura dental” (Barrancos & Barrancos, 2006)
- Conservación de tejido dental sano

- Reducción de la microfiltración
- Prevención de la sensibilidad postoperatoria
- Transmisión o distribución de las fuerzas masticatorias a través de la interfase adhesiva del diente Rodríguez & Pereira (2008).

Sin embargo, presentan desventajas como:

- “ La caries en el espacio entre el diente y la restauración progresa más rápidamente que en la amalgama
- Menos durables que la amalgama y las restauraciones metálicas coladas
- La conductividad térmica del composite es baja” (Barrancos & Barrancos, 2006)
- Deficiencias por la contracción de polimerización
- Estrés en la interfase diente – restauración Rodríguez & Pereira (2008).

4.1.2. Historia. La resina compuesta inició durante la primera mitad del siglo XX con el uso de silicatos como material de restauración estético por su semejanza con el color dental pero entre sus desventajas se encuentran la alta solubilidad en el medio bucal e irritación pulpar (Monteza, 2018).

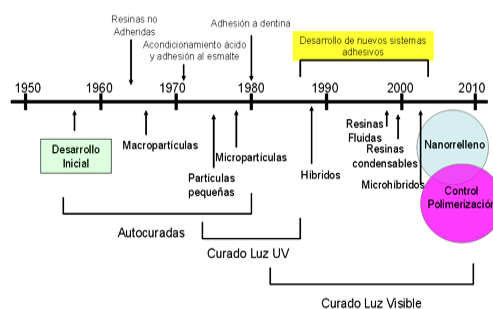


Fig. 2. Clasificación de resinas de acuerdo a las partículas, sistemas de polimerización y tecnología adhesiva
Fuente: (Rodríguez & Pereira 2008)

A finales de los años 40, los silicatos se reemplazaron por las resinas acrílicas de polimetilmetacrilato que presentaban un color similar a los dientes, eran insolubles a los fluidos orales, de fácil manipulación y bajo costo. Entre sus desventajas destacan baja resistencia al desgaste, inestabilidad de color, alto grado de contracción y generación de calor al polimerizar ocasionando filtraciones marginales y percolación (Huayhua, 2013).

“Las resinas compuestas se introdujeron en el campo de la odontología conservadora para minimizar los defectos de las resinas acrílicas. En 1955 Buonocore utilizó el ácido

ortofosfórico para incrementar la adhesión de las resinas acrílicas en la superficie adamantina” (Cabanés, Hervás, Martínez, Barjau, & Fos, 2006, p. 216).

En 1962 el Dr. Ray L Bowen desarrolló la resina constituida por matriz de Bisfenol-A-Glicidil Metacrilato (Bis-GMA), partículas de relleno y un agente de acoplamiento o silano. Debido a la mezcla pasta base - catalizador existían problemas con la proporción, batido y estabilidad de color (Montalvo, 2017). Además se incorporó partículas inorgánicas que mejoran la resistencia al desgaste, brindan mayor estética y mayor grado de conversión de monómero a polímero (Monteza, 2018).

En 1970 aparecieron las resinas compuestas polimerizadas con luz ultravioleta 365 nm pero debido a sus efectos iatrogénicos y poca profundidad de polimerización fue sustituida por lámparas de luz halógena y posteriormente por LED de 427- 491 nm, éstas últimas actualmente en uso y desarrollo (Monteza, 2018).

La primera generación de resinas compuestas en la década de 1980 mostró buen desempeño mecánico permitiendo elevar el grado de conversión del material restaurador mediante un proceso adicional de post curado y la reducción significativa de la contracción de polimerización; además, presenta adaptación marginal, contactos proximales idóneos, excelente morfología y estética óptima (Montalvo, 2017, págs. 22-23).

Las resinas diseñadas por Bowen se siguen manteniendo a lo largo de los años, realizándose cambios mínimos en la parte orgánica como la incorporación de moléculas de menor viscosidad UDMA que disminuyen la contracción de polimerización; y, los mayores cambios se realizaron en la parte inorgánica con partículas 20 y 50 μm cambiándose a rellenos nanométricos 1nm o 0,001 μm (Monteza, 2018).

4.1.3. Composición. Las propiedades físicas, mecánicas, estéticas y comportamiento clínico de las resinas compuestas dependen de su estructura, por lo que su composición está formada por matriz orgánica o monómero, matriz o carga inorgánica y un agente de unión o acople como el silano (Cabanés et al., 2006).

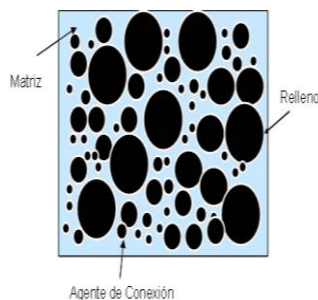


Fig. 3. Componentes fundamentales de las resinas compuestas
Fuente: (Rodríguez & Pereira, 2008)

Adicionalmente se incorporan sistemas activadores, pigmentos e inhibidores de la polimerización que facilitan la polimerización, ajustan la viscosidad y mejoran la opacidad radiográfica. Una resina compuesta está conformada por:

4.1.3.1. Matriz orgánica. Monteza (2018) afirma “La matriz orgánica está constituida por: monómeros, sistema iniciador/activador, inhibidores y modificadores de color” (p.9).

- **Monómero.** Pueden ser diacrilatos alifáticos o aromáticos, los más utilizados son el Bis-GMA (bisfenil - A- glicidil metacrilato) y el UDMA (uretano dimetil metracrilato). Estos monómeros debido a su alto peso molecular reducen la contracción de polimerización preservando la unión con el sustrato y reduce la formación de grietas (De la Torre, 2016). Debido a su alta viscosidad se agregaron diluyentes que tienen baja viscosidad como son MMA, EDMA, TEGMA (Garzón, 2016).
- **Sistema iniciador o activador.** Constituye el 0.5% de la composición (Monteza, 2018). Según (Restrepo, 2014) también se denominada alfa-dicetona o canforquinona cuyo espectro de absorción está en un rango de longitud de onda entre 450 y 500 nm, siendo su pico de absorción o sensibilidad los 470 nm.
- **Inhibidores o estabilizadores.** El sistema de inhibidores como el éter monometílico de hidroquinona maximiza la durabilidad de la resina antes de la polimerización y su estabilidad química tras la misma (Restrepo, 2014). También neutralizan los radicales libres controlando los tiempos e impidiendo la polimerización prematura. Constituye el 0.01% de peso, entre los más utilizados tenemos: hidroxitolueno butílico (HTB) que tiene mayor estabilidad de color, las hidroquinonas y oxígeno (Monteza, 2018).

- *Modificadores de color.* Son pigmentos que proporcionan las propiedades ópticas a las resinas compuestas similares a la estructura dentaria como son tono y translucidez. Se obtienen utilizando mínimas cantidades de partículas de óxidos metálicos (Botto, 2013).

4.1.3.2. Carga inorgánica. Huayhua (2013) asegura que está constituida por cuarzo, sílice, sílice pirolítica, vidrio de borosilicato, vidrio de bario y silicato de litio. Las partículas más utilizadas son las de cuarzo o vidrio de bario; las partículas de cuarzo son dos veces más duras y menos susceptible a la erosión que el vidrio, además proporcionan mejor adhesión con los agentes de conexión o silano. Por otro lado, las partículas de sílice tienen un tamaño aproximado de 0,04 mm y se obtienen a través de procesos pirolíticos (quema) o de precipitación (sílice coloidal).

Las partículas de relleno mejoran las propiedades físico-mecánicas del composite como son la dureza superficial, resistencia al desgaste, reducción de la contracción de polimerización, disminución de la absorción de agua, menor reblandecimiento y tinción, aumento de la radiopacidad y de la sensibilidad diagnóstica. (Botto, 2013, págs. 9-10)

4.1.3.3. Agente de unión. Las propiedades óptimas de la resina compuesta dependen de la unión entre la fase inorgánica y orgánica mediante un agente de acoplamiento que tiene las características de relleno y de matriz orgánica. El agente de unión más usado es el silano, una molécula bifuncional y anfótera que produce una unión química de partículas orgánicas a la matriz inorgánica mediante grupos silanos (Si-OH) y grupos metacrilatos (C=C) (Rodríguez & Pereira, 2008).

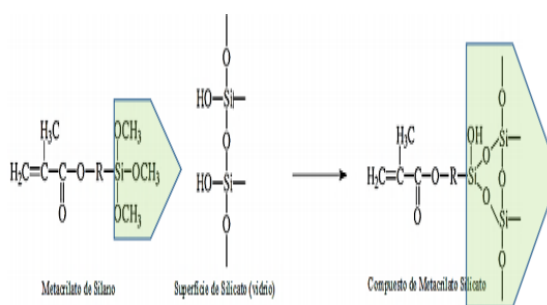


Fig. 4. Enlace químico del silano
Fuente: (Marroquín, 2015)

La correcta unión permite la transmisión homogénea de las fuerzas sobre la restauración impidiendo las posibles fisuras y con ello brinda mayor resistencia, caso contrario se produce la incorporación de líquidos en la interfase matriz - relleno provocando la

degradación hidrolítica de la resina con pérdida progresiva de su estructura y el consecuente desgaste prematuro y fracaso de la restauración (Marroquín, 2015).

4.1.4. Clasificación. Lutz y Phillips clasificaron a las resinas compuestas de acuerdo al tamaño y distribución de las partículas de relleno en: convencionales o macrorelleno con partículas de 0,1 a 100 μm , microrelleno con partículas de 0,04 μm y resinas híbridas con relleno de diferentes tamaños (Monteza, 2018).

4.1.4.1. Resinas de macrorelleno o convencionales. Se crearon en la década de los 70 y están constituidas por carga de sílice amorfa o cuarzo y el vidrio de estroncio o bario, siendo el tamaño de las partículas entre 8 y 12 μm aunque algunas pueden llegar a 100 μm ocupando del 60 a 70% de su composición (Monteza, 2018).

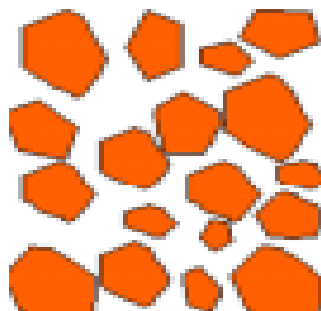


Fig. 5. Resina de macrorelleno
Fuente: (Monteza, 2018)

“Los rellenos más utilizados son: cuarzo que tiene buena estética y durabilidad pero carece de radiopacidad y produce un alto desgaste al diente antagonista; y, vidrio de estroncio o bario que son radiopacos pero desafortunadamente son menos estables que el cuarzo” (Rodríguez & Pereira, 2008, p. 386)

Las desventajas que presenta son:

- Porosidad superficial que se produce al quedar aire atrapado dentro de la resina compuesta durante su manipulación
- Dificultad de lograr una superficie pulida adecuada (Huayhua, 2013).
- Baja resistencia al desgaste especialmente en contactos fuertes por pérdida de resistencia, adhesión, abrasión y desintegración química o corrosión (De la Torre, 2016).

- Baja estética por su gran rugosidad superficial y difícil pulido provocando su pigmentación (Botto, 2013).
- Radiolucidez que dificulta observar grietas marginales o caries secundarias (Montalvo, 2017).
- Unión débil entre la matriz y las macropartículas propensa a la hidrólisis (Monteza, 2018).

4.1.4.2. Resina de microrelleno. Constituido por partículas de sílice coloidal con un 50% de carga con un tamaño de 0,01 – 0,05 μm siendo el promedio 0.04 μm (Botto, 2013).

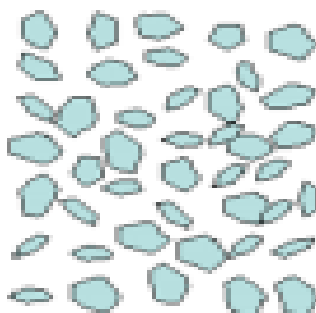


Fig. 6. Resina de microrelleno
Fuente: (Monteza, 2018)

- Ventaja
 - Resinas altamente estéticas ya que lograban una excelente superficie pulida (Botto, 2013)
- Desventajas

Monteza (2018) establece que las desventajas incluyen:

 - Mayor porcentaje de sorción acuosa
 - Alto coeficiente de expansión térmica
 - Menor módulo de elasticidad

4.1.4.3. Resinas híbridas. Como menciona Monteza (2018) “las resinas híbridas constituyen la mayoría de las resinas compuestas actualmente aplicados al campo de la Odontología” (págs. 14-15). Huayhua (2013) afirma: “éstas resinas compuestas buscan combinar las propiedades físicas y mecánicas de los sistemas de partículas convencionales y la capacidad de pulido de los sistemas de partículas de microrelleno, logrando resultados intermedios entre ambos sistemas” (p. 49).

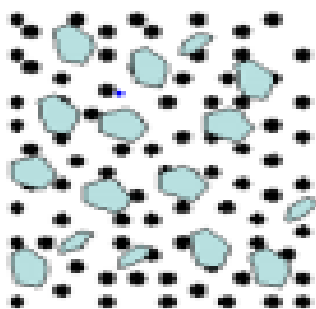


Fig. 7. Resinas Híbridas
Fuente: (Monteza, 2018)

Están constituidos por una fase inorgánica de vidrios de diferente composición y tamaño en un porcentaje de 70% o más, la doble fase dispersa está formada por micropartículas cerámico-vítreas y por los macrorrellenos de 10 y 50 μm , así como por partículas constituidas por sílice pirogénico típico de los microrrellenos 0,04-0,06 μm (Monteza, 2018).

- Ventajas

- Elevada resistencia para soportar las fuerzas masticatorias y su desgaste
- Capacidad de mimetización con la estructura dental
- Menor contracción de polimerización
- Baja sorción acuosa
- Excelentes características de pulido y texturización
- Abrasión, desgaste y coeficiente de expansión térmica similar a las estructuras dentarias (Montalvo, 2017)
- Uso en el sector anterior y posterior
- Diferentes grados de opacidad y translucidez en diferentes matices y fluorescencia. (Monteza, 2018)

4.1.4.4. Microhíbrido. Está constituido por “sílice coloidal entre 10 y 20% en peso y vidrios que contienen metales pesados de 0,4 y 1,0 μm constituyendo entre 75 y 80% del peso del composite” (De la Torre, 2016, p. 20).

- Ventajas

- Buenas propiedades estéticas
- Alta capacidad de pulido
- Buena resistencia a la abrasión y fractura (Huayhua, 2013, p. 49)
- Restauraciones estéticas anteriores y posteriores

- Mayor contracción de polimerización
- Tonalidades semejantes a las estructura dental
- Coeficientes de temperatura y sorción acuosa muy reducidos
- Módulos elásticos elevados (Marroquín, 2015)

Dentro de este grupo se encuentra la resina Filtek™ P60 de la casa comercial 3M, disponible con los matices: A1, A2, A3 y B2.

4.1.4.5. Nanohíbridas. Estas resinas incorporan nanopartículas 20 a 60 μm al material microhíbrido 0.7 micrones que actúa como soporte, otorgan viscosidad, regulan la consistencia, dan el color y la radiopacidad. Está constituido por sílice pirogénico de 0.04 μm o 40 nanómetros. (Monteza, 2018).

- Indicaciones
 - Restauraciones directas anteriores y posteriores clases I, II, III, IV, V
 - Reconstrucción de muñones
 - Ferulizaciones
 - Restauraciones indirectas como inlays, onlays y carillas
- Contraindicaciones
 - Alergia a componentes de composites y adhesivos
 - No reflejan la luz perdiendo sus propiedades ópticas de color y opacidad (Monteza, 2018).

Dentro de este grupo se encuentra la resina Tetric® N-Ceram Bulk Fill de la casa comercial Ivoclar Vivadent, disponible con los matices: IVA para dientes enrojecidos, IVB para dientes ligeramente amarillentos, IVW blanco para obturaciones en dientes muy claros. (Ivoclar Vivadent Clinical , 2013)

4.1.5. Propiedades mecánicas de las resinas compuestas. En la cavidad oral las restauraciones sufren tensiones durante la masticación, estas fuerzas producen en los dientes o el material restaurativo reacciones que conducen a la deformación y por ende comprometen su durabilidad (Monteza, 2018).

La mordida indica la máxima fuerza generada entre los dientes y depende de la acción, volumen y coordinación de músculos masticatorios, de los mecanismos de la articulación temporomandibular, de su regulación por el sistema nervioso y del estado clínico estomatológico. Las propiedades mecánicas de una resina compuesta permiten predecir su comportamiento en el medio bucal debido a que son sometidas a condiciones estáticas y a cargas oclusales por la masticación (Montalvo, 2017).

Como menciona Henríquez (2016) las propiedades físicas, mecánicas, estéticas y comportamiento clínico dependen de la estructura del material. Entre las propiedades mecánicas se encuentra:

- Resistencia a la compresión
- Resistencia a la fatiga
- Resistencia a la tracción
- Módulo de elasticidad
- Resistencia al desgaste
- Dureza superficial
- Resistencia a la flexión

4.1.5.1. Resistencia a la compresión. De la Torre (2016), refiere que los músculos masticadores durante la masticación generan fuerzas compresivas soportadas por las piezas dentarias y los tejidos de soporte. Por lo anteriormente mencionado durante la rehabilitación de una pieza se deben considerar estas fuerzas para la elección del material con el objetivo de acercarse más a las características del tejido dental.

La cavidad bucal es un medio destructivo por los cambios de temperatura, variación del pH, humedad y la masticación especialmente en el sector posterior donde la mayoría de fuerzas son compresivas y estas fuerzas tienen un rango de 400 a 890 N en molares, 133 a 334 N en premolares y 89 a 111 N en incisivos, repercutiendo sobre las propiedades del material restaurador (López, 2018).

Por otro lado la fuerza oclusal tiene un valor promedio de 77 kg y varía según la persona, zona de la arcada y sexo, teniendo en la zona de molares una fuerza de 41 - 91 kg, en premolares 23 kg, caninos 30 - 75 kg e incisivos 9 - 25 kg (Garzón, 2016, p. 23).

Proffit, Fields, & Sarver (2008) afirma que durante la masticación, los dientes y las estructuras periodontales están sometidas a fuerzas intensas e intermitentes. Los contactos entre los dientes duran un segundo o menos, estas fuerzas son de 1-2 kg al masticar productos blandos y de 50 kg con objetos más resistentes.

La resistencia compresiva según López (2018) es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento, y debido a las fuerzas compresivas de la masticación ocasiona fracaso y recambio de las restauraciones por la microfiltración marginal y la fractura razón por la cual se realiza una continua investigación para encontrar la técnica o la resina ideal que elimine estos fracasos.

Según Garzón (2016) la resistencia a la compresión “se refiere cuando se sitúa un cuerpo bajo una carga que tiende a comprimirlo o acortarle longitudinalmente, la resistencia a dicha carga se denomina fuerza de compresión. Para calcular la fuerza de compresión se divide la fuerza aplicada sobre el área que recibe la tensión” (p.23).

“Las fuerzas compresivas se dan en igual dirección y sentidos opuestos, aplastando el cuerpo sobre el que actúan y disminuyendo su longitud. Para probar la resistencia a la compresión de un material, se aplican dos conjuntos axiales de fuerza a una muestra en una dirección opuesta, con el fin de aproximar la estructura molecular del material” (Monteza, 2018, p. 23).

“Estas fuerzas compresivas al actuar sobre un cuerpo cilíndrico generan dos tipos de tensiones, de cizallamiento y de tracción, las primeras actúan sobre los extremos de la probeta y toman la forma de cono, las de tracción se generan en la parte central de la probeta y se expanden hacia las paredes laterales de forma horizontal” (De la Torre, 2016, p. 30).

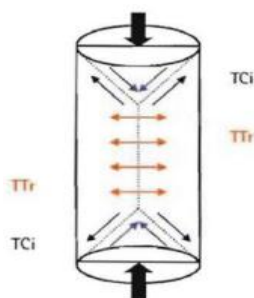


Fig. 8. Fractura por carga compresiva
Fuente: (De la Torre, 2016)

“Una fuerza que actúa sobre un cuerpo provoca dentro de él una reacción opuesta que se denomina tensión”. Experimentalmente, se puede medir la tensión como el resultado de dividir la fuerza aplicada sobre un área de superficie por la dimensión de la superficie es así, que si las fuerzas tienden a comprimir o disminuir el tamaño de un cuerpo, el resultado se denomina fuerza de compresión.

“El máximo esfuerzo compresivo que resiste un composite antes de romperse oscila entre 235 y 260 Mpa para los compuestos convencionales y microrellenos y 360 a 400 MPa para los híbridos” (Garzón, 2016, págs. 20-21)

La resistencia compresiva de los tejidos dentarios varía en el esmalte y la dentina. A nivel de la dentina es de 297 MPa y sus propiedades son independientes su estructura y dirección de la tensión. Mientras que a nivel del esmalte es de 384 MPa varía de acuerdo a la ubicación, a nivel de las cúspides es más resistente que en las zonas proximales; y, es más resistente en dirección paralela a los prismas del esmalte que en sentido perpendicular a ellos (Garzón, 2016).

4.1.5.2. Resistencia a la fatiga. La masticación normal provoca miles de ciclos de fuerza/ día, es por ello que el comportamiento de las resinas compuestas bajo estas tensiones son relativamente bajas pero intermitentes lo que muestra la resistencia a la fatiga, sin llegar a la fractura. El límite de fatiga en los materiales con superficies rugosas es menor en contraposición de las superficies más pulidas y la fractura se produciría en menos ciclos de fuerza (Monteza, 2018).

4.1.5.3. Resistencia a la tracción. “La fuerza traccional es provocada por una carga en igual dirección y sentido contrario, que tiende a estirar o alargar un cuerpo, produciendo deformación por tracción. En odontología hay pocas fuerzas de tracción y estas surgen al someter las estructuras a la flexión. Cuando un cuerpo está sometido a fuerzas axiales en línea recta y en sentido opuesto, produce tensión, la resistencia del material a esta carga se denomina resistencia a la tracción” (Monteza, 2018, p. 24)

4.1.5.4. Módulo de elasticidad. Según Montalvo (2017), el módulo de elasticidad indica la rigidez de un material, si es elevado será rígido y si es bajo será flexible. En las resinas compuestas el módulo de elasticidad se relaciona con el tamaño y porcentaje de las

partículas de relleno, por tanto mayor tamaño y porcentaje de las partículas de relleno mayor módulo elástico.

4.1.5.5. Resistencia al desgaste. Capacidad de las resinas compuestas de oponerse a la pérdida superficial que se produce durante el roce del bolo alimenticio, cerdas del cepillo o palillos de dientes con la estructura dental. Este desgaste provoca pérdida de la morfología de las restauraciones disminuyendo la longevidad por lo que esta propiedad depende del tamaño, forma y contenido de las partículas de relleno, de la localización de la restauración y de los contacto oclusales (Monteza, 2018).

4.1.5.6. Dureza superficial. La dureza superficial es la “resistencia de un material a la penetración, también es considerada como un indicativo directo de la resistencia del material al desgaste” (Garzón, 2016, p. 19)

4.1.5.7. Resistencia a la flexión. Fuerza por unidad de área en el instante de la fractura en un espécimen de prueba sujeto a la carga de flexión (Monteza, 2018).

Capítulo II

4.2. Resinas Compuestas empleadas

4.2.1. Resina Filtek™ P60 - 3M



*Fig. 9. Resina Filtek P60 3M
Fuente: (3M Dental Products Laboratory, 2019)*

Filtek™ P60 de 3M ESPE es un compuesto restaurador activado con luz visible, radiopaco y estético diseñado para utilizarse en restauraciones posteriores directa o indirectas (3M ESPE, 2014).

4.2.1.1. Composición. El material de relleno es zirconia - sílica. La carga de relleno inorgánico es del 61% por volumen, con partículas de 0,01 a 3,5 μ , además contiene resinas BIS-GMA, UDMA y BIS-EMA (3M ESPE, 2014).

4.2.1.2. Indicaciones. “El restaurador Filtek™ P60 está indicado en:

- Restauraciones posteriores directas incluidas superficies oclusales
- Reconstrucción de muñones
- Ferulización
- Restauraciones indirectas que incluyen inlay, onlay y carillas” (3M ESPE, 2014)
- “Técnica de sándwich en combinación con material de ionómero de vidrio modificado con resina” (3M Dental Products Laboratory, 2019)

4.2.1.3. Resistencia Compresiva. La resistencia compresiva es importante durante las fuerzas de la masticación. Se confeccionaron varillas del material y se aplican fuerzas simultáneamente en los extremos opuestos a lo largo de la muestra. Las fallas en la muestra son el resultado de las fuerzas de torsión y tensionales. (3M Dental Products Laboratory, 2019)

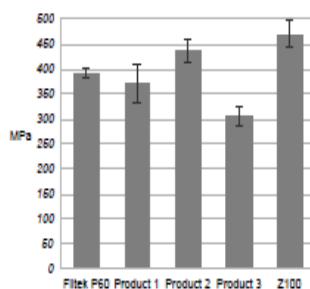


Fig. 10. Resistencia Compresiva de Resina Filtek™ P60-3M
Fuente: (3M Dental Products Laboratory, 2019)

La fuerza compresiva del restaurador Filtek™ P60 no fue estadísticamente diferente a la de SureFil™ o a la de Solitaire™. Sin embargo fue significativamente mayor que la mostrada por ALERT, teniendo una resistencia de 380 Mpa aproximadamente (3M Dental Products Laboratory, 2019).

4.2.1.4. Fotopolimerización. Un aspecto fundamental a tener en cuenta durante la fotopolimerización es el grado de conversión que es el porcentaje de enlaces dobles de carbono (C=C) que se convirtieron a simples pasando de monómeros a polímeros. Un grado de conversión del 50 al 70% es típico de las resinas compuestas, los grupos metacrilato que no reaccionaron tienen un efecto reblandecedor del polímero, por lo que podemos deducir que las propiedades mecánicas y físicas del material están ligadas al grado de conversión (Monteza, 2018).

Se debe combinar la intensidad de la luz $400\text{mW}/\text{cm}^2$ con el tiempo de exposición de 40 a 60 s para que la resina sea irradiada con una densidad de energía adecuada. Los fabricantes de resinas compuestas, en general, sugieren un tiempo de exposición de 20 a 40 s. Considerando que los fotoiniciadores poseen una intensidad de luz mayor que $450\text{mw}/\text{cm}^2$ (Reis & Loguercio, 2012, pp. 288-289).

La potencia de las lámparas L.E.D oscila entre 1000-1400 mW/cm² a pesar de que sólo se necesita 300 - 400 mW/cm² para lograr una buena polimerización. Debido a su alta potencia en comparación con una lámpara halógena convencional, las lámparas LED logran una mayor polimerización de las resinas compuestas con un menor tiempo de exposición provocando una activación muy brusca generando tensiones y afectando la calidad del sellado marginal de la restauración (Pineda, Zevallos , & Hoyos, 2013).

Las lámparas halógenas emiten luz a su máxima potencia desde el momento en que se encienden, lo que obliga a maniobras de compensación a diferencia de las LED que incrementan su potencia en forma automática en los primeros 5 segundos de exposición, con lo que el material restaurador lograría una mejor adaptación marginal, que podría reflejarse en un mejor sellado marginal (Pineda et al., 2013).

La resina Filtek TM P60 3M presenta como fotoiniciador la canforquinona que absorbe energía a un espectro de luz visible entre 400 y 500 nm con un peak ideal de 468 nm que coincide con el espectro emitido por las lámparas LED lo que produce una completa y mayor eficiencia de fotopolimerización (Pineda, Zevallos , & Hoyos, 2013).

La polimerización de la resina se debe realizar con una lámpara halógena o LED con una intensidad mínima de 400mW/cm² en el rango de 400-500nm. Se polimeriza cada incremento de 2mm como máximo, exponiendo toda la superficie a una fuente de luz visible de alta intensidad durante 20 segundos manteniendo la punta de la guía de la luz tan cerca como sea posible. (3M ESPE, 2014)

4.2.2. Resina Tetric N-Ceram Bulk Fill – Ivoclar Vivadent



Fig. 11. Tetric ® N-Ceram Bulk Fill Ivoclar Vivadent
Fuente: (Ivoclar Vivadent, 2019)

Tetric ® N-Ceram Bulk Fill es un composite fotopolimerizable, radiopaco, nanohíbrido para restauraciones directas en dientes posteriores. Su fotopolimerización es en un

intervalo de onda de 400-500 nm (luz azul) y puede aplicarse hasta en capas de 4mm. Presenta 3 colores universales: IVA, IVB, IVW (Ivoclar Vivadent Clinical , 2013).

4.2.2.1. Composición. La matriz monomérica está compuesta por dimetacrilatos 19 a 21% en peso. El relleno inorgánico constituye del 75-77% en peso o 53- 55% en volumen. Los rellenos consisten de vidrio de bario, prepolímero, trifloruro de iterbio y óxido mixto, contiene además aditivos, catalizadores, estabilizadores y pigmentos (<1,0% en peso). El tamaño de la partícula de relleno inorgánico oscila entre 0.04 y 3µm, siendo el tamaño medio de 0.6µm (Ivoclar Vivadent Clinical , 2013).

Presenta también partículas mitigadoras que atenúan el estrés inducido por la contracción. Estas partículas se fusionan parcialmente con silanos, adhiriéndose a la pared de la cavidad junto con la matriz de los monómeros y el adhesivo, resistiendo la fuerza de contracción pudiendo así actuar como amortiguadores durante la fotopolimerización. (Zambrano, 2016)

4.2.2.2. Indicaciones. Tetric ® N-Ceram Bulk Fill está indicada para su uso en:

- Restauración de dientes deciduos
- Restauración de dientes posteriores (Clase I, II y sustitución de cúspides individuales)
- Restauración Clase V (caries cervical, erosión de raíz, lesiones en forma de cuña)
- Reconstrucción de muñones
- Sellado de fisuras profundas en molares y premolares (Ivoclar Vivadent Clinical , 2013)

4.2.2.3. Resistencia Compresiva. Según Acurio et al. (2017) la resistencia compresiva de la resina Tetric® N-Ceram Bulk Fill varía entre un valor de 290 MPa y 310 MPa.

4.2.2.4. Fotopolimerización. Al fotopolimerizar se debe conseguir una profundidad efectiva que alcance los 4 mm en cada capa para lo cual la resina presenta una translucidez del 15 % similar al esmalte que facilita la penetración de los fotones que activan los foto iniciadores. Además presenta un fotoiniciador llamado Ivocerín que actúa en una longitud de onda entre 370 nm y 460 nm, logrando porcentajes muy buenos de conversión en profundidad. Es por ello que se debe emplear lámparas de alto poder que activen foto iniciadores en profundidad y aseguren la polimerización en un solo paso con una potencia mínima de 1.000mW/cm² (Zambrano, 2016).

Se debe polimerizar cada incremento de máximo 4 mm con una luz LED aplicando una intensidad dependiendo de la lámpara, si es de $\geq 500\text{mw/cm}^2$ durante 20s o $\geq 1000\text{mw/cm}^2$ durante 10 segundos. (Ivoclar Vivadent Clinical , 2013)

CUADRO COMPARATIVO DE LAS RESINAS EMPLEADAS

Marca comercial	Casa comercial	Tipo	Matriz orgánica	Matriz inorgánica	Tamaño de partículas
Tetric® N Ceram Bulk Fill	Ivoclar Vivadent	Nanohíbrida	Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA	75-77wt%, 53-55% vol, dimetacrilatos, prepolimero, vidrio de bario, trifluoruro, óxidos mixtos, pigmentos < 1%, iniciador Ivocerin	0,04 μm - 3 μm
Filtek™ P60	3M	Microhíbrida	Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA	84wt%, 61% vol, dióxido de silicio y zirconio, iniciador es canforquinona, sales de iodonio y donantes de electrones	0.01-3.5 μm

Cuadro. 1. Comparación de resina Filtek™ P60 y Bulk Fill

Fuente: (3M ESPE, 2014) (Ivoclar Vivadent Clinical , 2013) (Naranjo , Duque , & Pineda, 2016)

Elaboración: Jackeline Cecibel Guamán Camacho

Capítulo III

4.3. Envejecimiento Ambiental Acelerado

4.3.1. Concepto. Procedimiento de envejecimiento de los materiales restauradores que predice su comportamiento mecánico y durabilidad. (Nicoluzzi, Ribeiro, Candido, Rabelo, & Candido, 2008)

4.3.2. Métodos de Envejecimiento Artificial Acelerado. Menciona que existen varios métodos de envejecimiento, entre ellos se encuentran:

- Almacenamiento a seco durante varios días
- Envejecimiento con saliva artificial: consiste en colocar el material en saliva artificial durante 30 días a 37°C (Nicoluzzi et al., 2008).
- Envejecimiento con agua destilada: consiste en colocar el material dentro de bolsas plásticas con sellado hermético con agua destilada durante un tiempo de 60 a 37°C aproximadamente (Mujica, Ramírez, & Andrade, 2010).
- Envejecimiento con solución de Ringer
- Almacenamiento en estufa a 37°C
- Exposición a radiación ultravioleta
- Termociclaje que se especifica posteriormente (Nicoluzzi et al., 2008).

4.3.3. Termociclado. Método usado para envejecer la interface adhesiva y el material restaurador por almacenamiento en agua a diferentes temperaturas y diferentes períodos. Evalúa la capacidad de sellado del material de restauración al diente, el agua caliente acelera la hidrólisis de los componentes generando estrés en la interface al desencadenar un mayor coeficiente de expansión térmica de las resinas en relación con la estructura dentaria (Falconí, Molina, Velásquez, & Armas, 2016).

El termociclado somete un material a cambios bruscos de temperatura sumergiéndolas en baños de agua fría y caliente de manera alterna y durante un determinado tiempo (Ulloa, 2010).

4.3.3.1. Efectos del termociclado. El agua caliente acelera la hidrólisis de los componentes del material adhesivo, causando estrés por la expansión y contracción del

material al ser sometidos a cambios de temperatura continuos mayores a las estructuras dentarias provocando un envejecimiento acelerado (Luna, 2017).

El estrés térmico de los dientes al comer o hablar es nocivo para las restauraciones dentales causando dolor o sensibilidad, tinción marginal o caries secundaria debido a dos mecanismos: a. propagación de fisuras internas en las interfases adhesivas o dentro del material y b. modificando las dimensiones de los gaps creando percolación o succión de los fluidos orales. Además el termociclado puede provocar hidrólisis de los bondings y cementos, es decir, el desdoblamiento de la molécula orgánica (matriz resinosa) por un exceso de agua (Ulloa, 2010).

4.3.3.2. Termociclador convencional. Presenta dos fuentes de resistencia eléctrica que distribuye una temperatura homogénea a través de dos reverberos controlados por un reóstato durante tiempos programados con rangos de temperatura de 0° C a 99.9° C. Incluyen tres recipientes de aluminio inoxidable, de los cuales dos serán calentados constantemente, además presenta un brazo robótico encargado de trasladar las muestras por casa recipiente y la pantalla LED nos indica el número de ciclos y la temperatura (Romero, 2015).



Fig. 12. *Termocicladora convencional*
Fuente: (Marroquín, 2015)

Procedimiento. Consiste en trasladar el material restaurador por cada uno de los recipientes que contenían agua a 55°C, luego a 37°C y finalmente a 5°C, para después pasarlos nuevamente a los 55°C; en cada temperatura permanecieron durante 5 s. Este cambio de temperaturas fue considerado como un ciclo. Las equivalencias del termociclado es: 10800 ciclos equivale a 12 meses de envejecimiento, los 5400 ciclos equivalen a 6 meses de envejecimiento artificial. (Falconí et al., 2016)

4.3.3.3. Termociclador digital. El termociclador SimpliAmp™ es un equipo con una pantalla táctil LCD, 3 bloques (96 pozos) que permiten 3 zonas diferentes de temperatura y una tapa sencilla que protege las muestras. (Acceso Lab, 2015)



Fig. 13 Termociclador digital SimpliAmp
Fuente: (Acceso Lab, 2015)

Procedimiento. Colocamos las muestras en tubos de PCR de 0.2 ml y colocamos en el termociclador. Se programa a 18 estados con 3 pasos cada uno que corresponde a las temperaturas de 55°C, luego a 37°C y finalmente a 5°C, permaneciendo en cada temperatura 5 s, estos 3 pasos se realizarán por 600 ciclos los mismos que equivalen a 10800 ciclos de envejecimiento o 1 año.

5. Materiales y Métodos

- **Tipo y diseño de la investigación:** La presente investigación es un estudio de tipo experimental prospectiva, longitudinal a corto plazo, de dos grupos con medición pre y post prueba tipo panel.

- **Estudio experimental**, donde se evaluó la resistencia compresiva de las resinas monoincremental y convencional sometidas o no al termociclado con la ayuda de prensa hidráulica y termociclador.

- **Estudio prospectiva**, porque se llevó a cabo un registro de la resistencia compresiva dada en megapascales por una máquina universal de ensayos mecánicos.

- **Estudio comparativo** donde se evaluó el comportamiento de los materiales de restauración sometidos o no al termociclado, evaluando su resistencia compresiva.

- **Estudio In vitro**, porque se llevó a cabo fuera de boca con especímenes confeccionados en forma de bloques cilíndricos de resina Filtek P60 -3M y Tetric® N-Ceram Bulk Fill.

- **Longitudinal a corto plazo**, porque se evaluó la resistencia compresiva de los materiales restauradores transcurrido 1 año de termociclado que equivale a 10.800 ciclos.

- **Dos grupos con medición pre y post prueba tipo panel** en el grupo control se realizó prueba de resistencia compresiva pasadas las 48 horas tras su polimerización, y el grupo experimental donde se aplicó envejecimiento (termociclado) y posteriormente se lo sometió a resistencia compresiva.

- **Tipo de muestreo**

En la presente investigación se empleó el muestreo aleatorio simple que se caracteriza por que todos los miembros de la población tienen las mismas oportunidades de ser elegidos. En el presente estudio se utilizó 60 especímenes los mismos que se dividieron de forma aleatoria en cada grupo ya sea de control o experimental. (Bustamante, 2011)

- **Población y muestra**

Según De la Torre Maldonado (2016) menciona en su estudio de resistencia compresiva, que la población puede considerarse infinita al tratarse de un estudio in vitro, dado que podrían elaborarse tantos especímenes como se requiera. El presente estudio estuvo conformada de:

- Resina Tetric® N-Ceram Bulk Fill Ivoclar Vivadent
- Resina Filtek Filtek™ P60 - 3M

Para la determinación de la muestra se empleó la siguiente fórmula:

$$n_0 = p(1 - p) \left(\frac{Z}{e} \right)^2$$

Donde

p= probabilidad de ocurrencia, en este caso 25%

Z α /2 = Constante que indica el nivel de confianza, corresponde al 95% o 1,956.

e = error permitido, en este caso un error del 10%

Dando el tamaño de muestra estándar requerido de:

$$n_0 = 0,25 * (1 - 0,25) (1,956 / 0,1)^2$$

$$n_0 = 60$$

Los especímenes se elaboraron según el estudio de Acurio et al. (2017), es por ello que se realizó especímenes de 4mm de diámetro y 4 mm de altura. La muestra de la investigación se distribuyó en 4 grupos con 15 especímenes cada uno (Huayhua, 2013). Las mismas que se dividirán aleatoriamente en dos grupos de 30 muestras cada uno:

GRUPO CONTROL: 15 especímenes de resina Tetric® N-Ceram Bulk Fill y 15 especímenes de Filtek™ P60 - 3M, sometidos directamente a resistencia compresiva

GRUPO EXPERIMENTAL: 15 especímenes de resina Tetric® N-Ceram Bulk Fill y 15 especímenes de Filtek™ P60 - 3M, sometidas a envejecimiento (termociclado) y resistencia compresiva.

- **Criterios de Inclusión**

- Especímenes de resina Filtek™ P60 – 3M y Tetric® N-Ceram Bulk Fill – Ivoclar Vivadent
- Especímenes de resina cilíndricas de 4 mm de diámetro y 4 mm de altura
- Especímenes de resina compuesta íntegros, sin burbujas o grietas
- Especímenes de resina pasadas las 48 horas a su polimerización o sometidas a 1 año de envejecimiento (termociclado)
- Especímenes fotopolimerizados según especificaciones del fabricante: 2mm en resina convencional y 4mm en la resina monoincremental

- **Criterios de Exclusión**

- Especímenes de resina que no sean Filtek™ P60 – 3M y Tetric® N-Ceram Bulk Fill Ivoclar Vivadent
- Especímenes de resina sin las medidas adecuadas
- Especímenes de resina fracturados, con burbujas o mal empacadas
- Especímenes de resina antes de las 48 horas a su polimerización o no sometidas a 1 año de envejecimiento (termociclado)
- Especímenes no fotopolimerizados según especificaciones del fabricante

- **Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

La presente investigación es un estudio comparativo in vitro de la resistencia compresiva de una resina monoincremental y uno convencional sometidos a envejecimiento (termociclado) usadas en el sector posterior, cuyo desarrollo se realizó en tres fases detalladas a continuación:

Fase 1. Permisos

- Director de la Carrera de Geología Ambiental y Mejoramiento Territorial de la Universidad Nacional de Loja para el uso de la prensa hidráulica que nos ayudó en la medición del grado de resistencia compresiva de cada espécimen.

- Director de la Carrera de Electromecánica en donde se elaboró la matriz metálica prefabricada y con ellos los especímenes; y, el calibrador pie de rey donde se comprobó que las dimensiones de las muestras sean adecuadas.

- Responsable de Sección de Biología y Genética de la Universidad Técnica Particular de Loja para la utilización de un termociclador donde se realizó el envejecimiento artificial (termociclado).

Fase 2. Elaboración de especímenes

- **Elaboración de matriz metálica prefabricada para confección de especímenes.**

Se utilizó dos muestras cilíndricas prefabricadas en acero de transmisión 1018 con ayuda del torno manual con visualizador digital modelo T-1840 marca Travis, con medidas de 4mm x 4mm; los excesos del interior y exterior fueron eliminados con una lija de grano fino.



Fig. 14. Torno manual con visualizador digital modelo T-1840 marca Travis
Fuente: Jackeline Cecibel Guamán Camacho

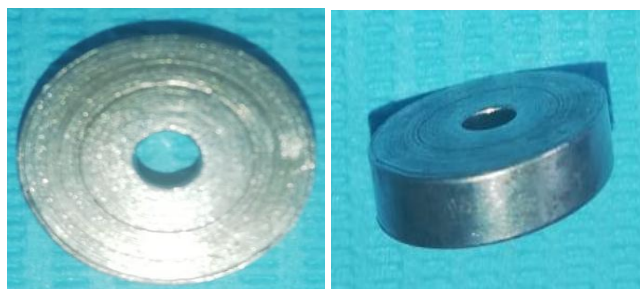


Fig. 15. Molde para elaboración de especímenes
Fuente: Jackeline Cecibel Guamán Camacho

- **Elaboración de muestra**

- Se aisló con vaselina el molde con un aplicador y la loseta de vidrio que se colocó debajo del molde prefabricado.

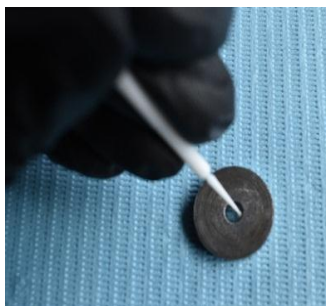


Fig. 16. Aislamiento del molde
Fuente: Jackeline Cecibel Guamán Camacho

- Resina Filtek™ P60 – 3M: Se colocó la resina con gutapercheros en incrementos de 2mm cada capa. El último incremento debe ser uniforme, para lo cual se colocó un porta objetos previamente aislado con vaselina y se ejerció presión durante 30 segundos. Se fotopolimerizó durante 20 segundos con lámpara Kavo de 1100mw/cm a una distancia estandarizada de 1mm de la muestra que equivale al grosor del porta objetos (Acurio et al., 2017).



Fig. 17. Elaboración de especímenes de Resina Filtek™ P60 3M
Fuente: Jackeline Cecibel Guamán Camacho

- Tetric® N-Ceram Bulk Fill: Se colocó la resina con gutapercheros en un monoincremento de 4mm. La superficie debe ser uniforme, para lo cual se colocó un porta objetos previamente aislado con vaselina y se ejerció presión durante 30 segundos. Se fotopolimeriza durante 10 segundos con lámpara Kavo de 1100mw/cm a una distancia

estandarizada de 1mm de la muestra que equivale al grosor del porta objetos (Acurio et al., 2017).



Fig. 18. *Elaboración de especímenes de Resina Tetric® N-Ceram Bulk Fill*
Fuente: *Jackeline Cecibel Guamán Camacho*

- Se controló la intensidad de la lámpara antes y finalizada la fabricación de los especímenes con un radiómetro de la marca Litex y finalizado el procedimiento se retiró el espécimen del molde y se procedió a su medición con el calibrador Pie de Rey.



Fig. 19. *Radiómetro Litex*
Fuente: *Jackeline Cecibel Guamán Camacho*

Grupo control: se sometió directamente a las pruebas de resistencia compresiva pasadas las 48 horas de su fotopolimerización.

Grupo experimental: se sometió a termociclado durante 10.800 ciclos que equivale a 1 año, a una temperatura que varía de 5°C, 37°C y 55°C.

El procedimiento para realizar el termociclado se realizó con la ayuda de un termociclado, donde se sometió los especímenes a cambios bruscos de temperatura, trasladándolos a recipientes que contenían agua a 55°C, luego a 37°C y finalmente a 5°C, para después pasarlos nuevamente a los 55°C; en cada temperatura permanecieron durante 5 s. Considerando este cambio de temperaturas como un ciclo (Falconí et al., 2016).

Fase 3. Prueba de resistencia compresiva



Fig. 20. Prensa Hidráulica
Fuente: Jackeline Cecibel Guamán Camacho



Fig. 21. Calibrador Pie de rey
Fuente: Jackeline Cecibel Guamán Camacho

Antes de realizar la determinación del grado de resistencia compresiva se midió los especímenes con el calibrador pie de rey. Posteriormente se sometió a la prueba de resistencia compresiva con ayuda de la máquina universal de ensayos mecánicos Prensa Hidráulica modelo 34-V0107/Z marca Controls Group, donde se aplicó una velocidad de desplazamiento fijo de 0.5 mm/ min, incidiendo sobre los especímenes con fuerza máxima hasta la ruptura de los mismos.

Las tablas para recolección de los datos se presentan en el Anexo 5 y 6.

Fase 4. Termociclado



Fig. 22. Termociclador SimplyAmp

Fuente: Jackeline Cecibel Guamán Camacho

Los especímenes del grupo experimental se sometieron a envejecimiento con un termociclador digital PCR SimplyAmp, modelo A24812. Se empleó 18 estados con 3 pasos (55 °C, 37°C y °C) cada uno por 600 ciclos, los mismos que equivalen a 10.800 ciclos o 1 año de envejecimiento.

Los especímenes se colocaron en tubos de PCR de 0.2ml, sometiéndolos a cambios bruscos de temperatura de 55°C, luego a 37°C y finalmente a 5°C permaneciendo en cada temperatura 5 segundos, considerando este cambio de temperaturas como un ciclo.

- Técnicas para procesamiento y análisis estadístico

Una vez recopilado los datos de la resistencia compresiva se procedió al análisis estadístico. Debido a que es un estudio de normalidad, los datos registrados fueron analizadas analizados con las pruebas de ANOVA y la Tukey para evaluar las significancias estadísticas de los valores obtenidos ($p > 0.05$).

6. Resultados

Se presentan a continuación los resultados obtenidos de los especímenes de resina Filtek™ P60 – 3M y Resina Tetric® N-Ceram Bulk Fill - Ivoclar Vivadent realizadas en el grupo control y experimental.

Para la identificación de cada espécimen se asignó un código de número arábigos de 1 al 15 designando las resinas del grupo control con la letra (C) y al grupo experimental con la letra (E). En todos los casos se aplicó la velocidad de 0.5 mm/mm, siendo su diámetro de 4mm y el área de 12.5664. Para la obtención del esfuerzo compresivo se dividió los 0.0181 Kilonewtons (KN) para el número de marcas de acuerdo a cada espécimen y los resultados se convirtieron en Megapascuales (MPa).

Finalmente en la tabla #2 se registró a qué nivel del espécimen se produjo la fractura.

Por lo tanto de acuerdo al tipo de estudio comparativo las pruebas estadísticas que corresponde a este tipo de estudio son ANOVA y Tukey, las mismas que especificamos.

Tabla Nro. 1

Prueba ANOVA: Resistencia Compresiva

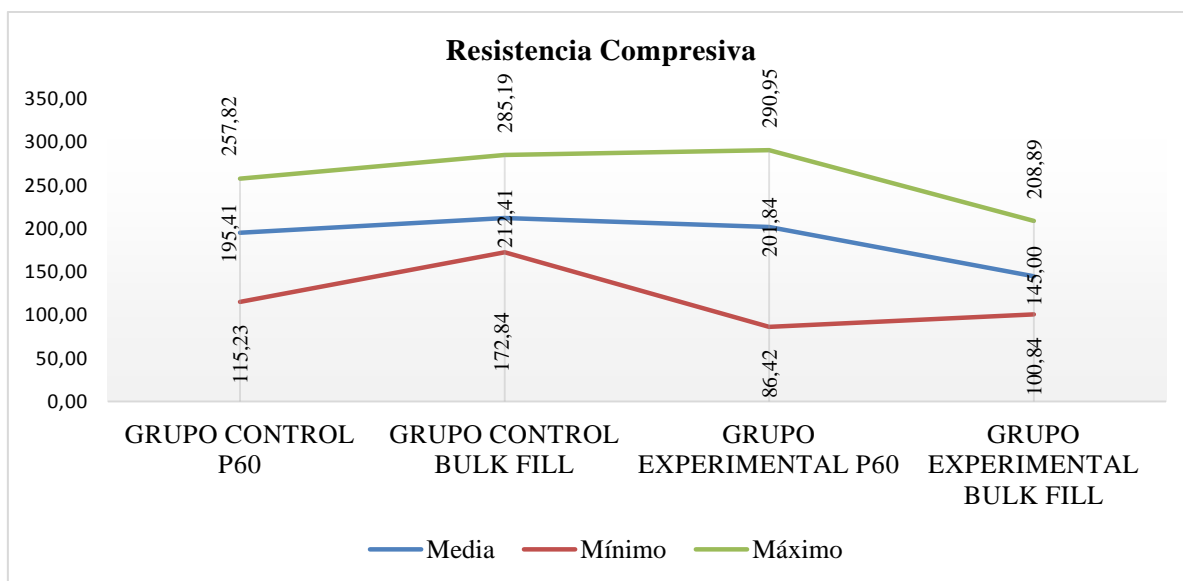
GRUPOS	N	Media	Desviación estándar	95% intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
				Límite inferior	Límite superior		
Control P60	15	195,4078	38,5245	174,0736	216,7420	115,2282	257,8231
Control Bulk Fill	15	212,4112	30,7136	195,4026	229,4198	172,8423	285,1897
Experimental P60	15	201,8414	59,5539	168,8615	234,8212	86,4211	290,9512
Experimental Bulk Fill	15	145,0013	32,7484	126,8658	163,1368	100,8437	208,8905
Total	60	188,6654	48,5370	176,1270	201,2039	86,4211	290,9512

Fuente: Laboratorio de Rocas y Laboratorio de Biología y Genética, 2019

Elaboración: Jackeline Cecibel Guamán Camacho

Gráfico Nro. 1

Prueba ANOVA: Resistencia compresiva



Fuente: Laboratorio de Rocas y Laboratorio de Biología y Genética, 2019

Elaboración: Jackeline Cecibel Guamán Camacho

En la Tabla y Grafico Nro. 1 se presenta lo siguiente:

Grupo Control Resina P60: resistencia compresiva media 195,4078 MPa, mínima 115,2282 Mpa y máxima 257,8231 MPa.

Grupo Experimental Resina P60: resistencia compresiva media 201,8414 MPa, mínima 86,4211 Mpa y máxima 290,9512 MPa.

Grupo Control Resina Bulk Fill: resistencia compresiva media 212,4112 MPa, mínima 172,8423 MPa y máxima 285,1897 MPa.

Grupo Experimental Resina Bulk Fill: resistencia compresiva media 145,0013 MPa, mínima 100,8437 MPa y máxima 208,8905 MPa.

Tabla Nro. 2

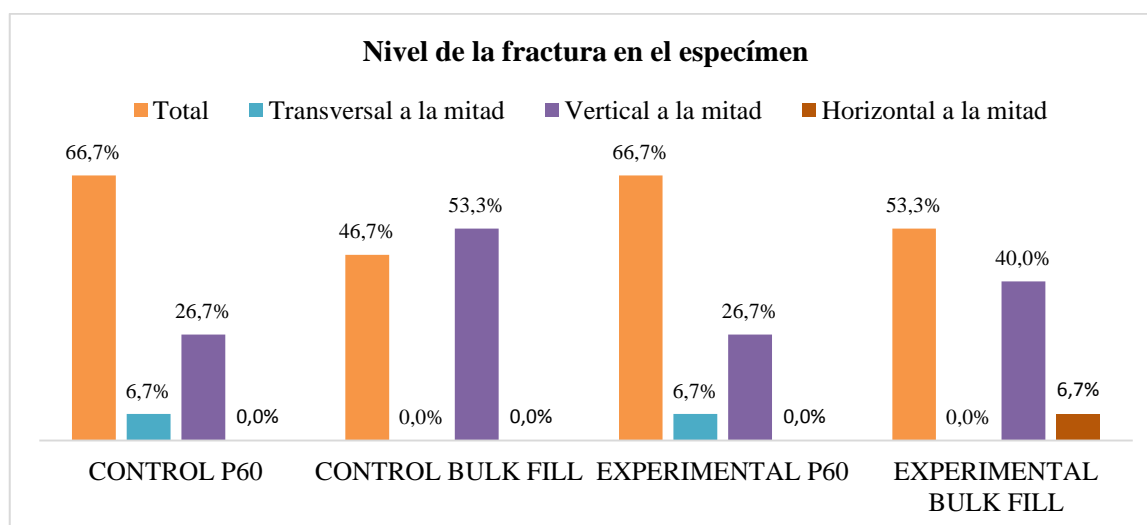
Comparación de grupos del nivel de la fractura en el espécimen

FRACTURAS	GRUPOS									
	Control P60		Control Bulk Fill		Experimental P60		Experimental Bulk Fill		Total	
	Cant	%	Cant	%	Cant	%	Cant	%	Cant	%
Total	10	66,7%	7	46,7%	10	66,7%	8	53,3%	35	58,3%
Transversal a la mitad	1	6,7%	0	0,0%	1	6,7%	0	0,0%	2	3,3%
Vertical a la mitad	4	26,7%	8	53,3%	4	26,7%	6	40,0%	22	36,7%
Horizontal a la mitad	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	6,7%	1	1,7%
Total	15	100,0%	15	100,0%	15	100,0%	15	100,0%	60	100,0%

Fuente: Muestras de resina, 2019

Elaboración: Jackeline Cecibel Guamán Camacho

Gráfico Nro. 2

Comparación de grupos del nivel de la fractura en el espécimen

Fuente: Muestras de resina, 2019

Elaboración: Jackeline Cecibel Guamán Camacho

En la Tabla y Gráfico 2 se presenta lo siguiente en cuanto a las fracturas de las muestras:

Grupo control Resina P60: tienen el 66.7% de fracturas totales, el 6.7% transversales a la mitad, el 26.7% verticales a la mitad y el 0.0% horizontales a la mitad.

Grupo experimental resina P60: tienen el 66.7% de fracturas totales, el 6.7% transversales a la mitad, el 26.7% de fracturas verticales a la mitad y el 0.0% de fracturas horizontales a la mitad.

Grupo control resina Bulk Fill: tienen el 46,7% de fracturas totales, el 0,0% transversales a la mitad, el 53,3% verticales a la mitad y el 0,0% horizontales a la mitad.

Grupo Experimental resina Bulk Fill: tienen el 53,3% de fracturas totales, el 0,0% de fracturas transversales a la mitad, el 40,0% de fracturas verticales a la mitad y el 6,7% de fracturas horizontales a la mitad.

En la mayoría de grupos mayores porcentajes se tienen en fracturas totales y verticales a la mitad

Tabla Nro. 3

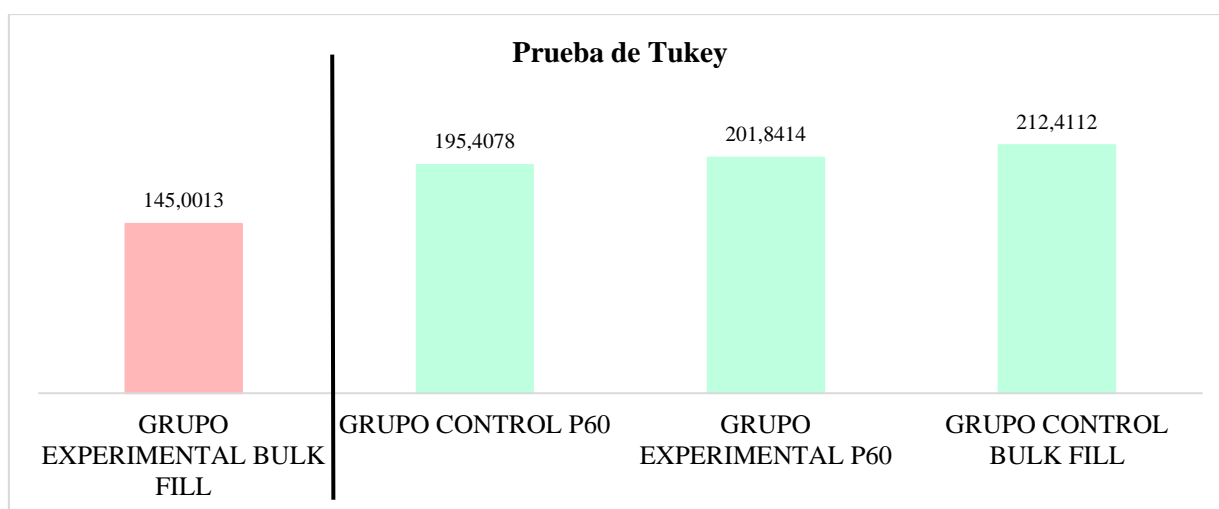
Prueba de Tukey

HSD Tukey CÓDIGO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Grupo Experimental Bulk Fill	15	145,0013	
Grupo Control P60	15		195,4078
Grupo Experimental P60	15		201,8414
Grupo Control Bulk Fill	15		212,4112
Sig.		1,0000	0,6850

Fuente: Muestras de resina, 2019

Elaboración: Jackeline Cecibel Guamán Camacho

Gráfico Nro.3

Prueba de Tukey

Fuente: Muestras de resina, 2019

Elaboración: Jackeline Cecibel Guamán Camacho

La muestra del grupo experimental Bulk Fill tiene la media más baja con un valor de 145,0013 y esta es estadísticamente inferior a las otras muestras, con valores más altos se ubican las muestras de grupo control P60 con una media de 195,4078, el grupo experimental P60 con una media de 201,8414 y el grupo control Bulk Fill con una media de 212,4112, las cuales no tienen diferencias significativas entre si esto es son similares.

7. Discusión

El presente estudio tuvo como objetivo determinar la resistencia compresiva entre un sistema de resina compuesta monoincremental Tetric® N-Ceram Bulk Fill y uno convencional Filtek™ P60 -3M, después de las 48 horas posteriores a su polimerización y sometidas a 1 año de envejecimiento, a una temperatura que varía de 5°C, 37°C y 55°C con especímenes de un espesor de 4mm x 4mm con el objetivo de medir el grado de resistencia compresiva en el tiempo.

La resistencia a las diferentes fuerzas oclusales o tangenciales que una resina compuesta puede soportar en la cavidad oral es un indicador que evalúa la calidad del material restaurador para el sector tanto anterior como posterior (Acurio et al., 2017).

Como menciona Acurio et al. (2017) existen dos técnicas de restauración de acuerdo al tipo de resina utilizada: la incremental o convencional y en bloque o Bulk Fill. Cada una de ellas presenta ventajas y desventajas, es por ello que en el presente estudio se ha decidido comparar la resistencia compresiva de una resina convencional (técnica incremental) y una resina monoincremental (técnica en bloque). Así mismo, en el presente estudio se ha decidido comparar las resinas más utilizadas en nuestro medio como son la resina microhíbrida Filtek™ P60 de la casa comercial 3M y una actualmente en auge que es la resina Tetric® N-Ceram Bulk Fill de la casa comercial Ivoclar Vivadent.

Sepideh & Saman (2008) comprobó que la resistencia de un material resinoso es directamente proporcional a la cantidad de relleno inorgánico y al tamaño de sus partículas, esto se corrobora con otros autores que expresan que a mayor disminución del tamaño de partículas, existiría un incremento de la resistencia a la compresión de la resina compuesta (Moezzyzadeh, 2012) (Huayhua, 2013). La composición de materia inorgánica de las resinas utilizadas es de 61 % en Filtek™ P60 y de 53-55 % en Tetric® N Ceram Bulk Fill.

Por su parte, Baldión et al. (2011) demostró que el contenido, tamaño y distribución de las partículas de relleno tienen gran influencia en las propiedades físico-mecánicas de estos materiales, teniendo que la resina Filtek™ P60 presenta partículas de 0.01-3.5 µm mientras que la resina Tetric® N-Ceram Bulk Fill presenta partículas de 0,04 µm - 3µm.

Según Matallana et al. (2010) la inadecuada intensidad de luz de fotocurado puede producir alteraciones en las propiedades mecánicas del material restaurador, profundidad de curado y estrés de contracción de la resina. Así mismo, (Rodas & Villalta, 2018) mencionan que una intensidad baja - $400\text{mW}/\text{cm}^2$ evita que se produzcan cantidades suficientes de radicales libres durante la fotopolimerización afectando las propiedades del material observándose clínicamente microfiltración, decoloración del material y menor resistencia al desgaste produciendo mayor susceptibilidad a las fracturas. Por otro lado, si se aplica intensidades altas como $1200\text{ mW}/\text{cm}^2$ se mejora la resistencia a la tracción, compresión y la microdureza del biomaterial. Por lo anteriormente mencionado en el presente estudio se empleó la lámpara KaVo que tiene un rango de potencia de $1100\text{mw}/\text{cm}^2$.

De acuerdo con el tipo de composición, en el presente estudio se evaluaron una resina nanohíbridas (Tetric® N-Ceram Bulk Fill) y una resina microhíbrida (Filtek™ P60) entre un grupo de control a las 48 horas posteriores a su polimerización y un grupo experimental sometidos a 1 año de envejecimiento (termociclado). Hallándose diferencias estadísticamente significativas en la resistencia compresiva de cada material usado en este estudio, la diferencia de resultados radica en la composición y propiedades de cada una de ellas.

En una investigación realizada por Abuelenain, Abou, & Al-Dharrab (2015) analizaron la resistencia a la compresión de la resina compuesta Tetric® N-Ceram Bulk Fill donde obtuvo un valor de $260.0\pm 31.9\text{ MPa}$ resultado semejante al realizado por Acurio et al. (2017) donde fue de $303,87\pm 27,53\text{ MPa}$ donde concluyeron que esta resina puede ser una buena opción para restauraciones posteriores por su elevada resistencia a la compresión en comparación con las otras resinas convencionales. Estos datos son similares al presente estudio donde se obtuvo como media 212.4112 MPa , su valor máximo de 285.1897 MPa y el mínimo 172.8423 MPa 48 horas posteriores a su polimerización.

Borja & Loyola (2018) evaluaron la resistencia a la compresión de diferentes resinas Bulk Fill, entre ellas la resina Tetric® N-Ceram Bulk Fill con un valor de $139.03\text{ MPa} \pm 23.56$ similar a nuestro estudio donde se obtuvo como media $212.4112\text{ MPa} \pm 30.7136$.

En cuanto a la resina Filtek™ P60 un estudio realizado por Baldión et al. (2011) demuestra que la resistencia compresiva es de $246.8 \pm 26.7\text{ MPa}$ mientras que García

(2017) obtuvo un valor de 229,51 a 351,17 MPa con una media de $293,5 \pm 46,3$. Siendo el resultado similar a nuestro estudio de la resina Filtek™ P60 con una media de 195.4078 ± 38.5245 .

Por otro lado, López (2018) colocó bloques de resina en recipientes con 30ml de agua destilada y se almacenaron en una estufa a 37°C durante 24 horas y se obtuvo como resultados que la resistencia compresiva fue de 268,83 MPa para Filtek P60 en comparación con la resina que sometimos a envejecimiento tuvo una media de 201.8414 MPa, valor máximo 290.9512 MPa y mínimo de 86.4211 MPa.

Respecto al efecto del envejecimiento sobre la resistencia compresiva podemos mencionar.

Niccoluzzi et al. (2008) estudió la influencia del envejecimiento sobre la resistencia compresiva utilizando 16 especímenes cilíndricos de 4 x 8mm con tres resinas compuestas Charisma; Filtek Supreme YT y Filtek Z250 sometidas a 24 horas de almacenamiento y a 5 años. La resistencia a compresión de la resina Filtek Z- 250 a las 24 horas (302,7 MPa) y a los 5 años (285 MPa); la resina Charisma a las 24 horas (280,5 MPa) y a los 5 años (169,4 MPa) y la resina Filtek Supreme a las 24 horas (249,1 MPa) y a los 5 años (231,5 MPa). Dichos resistencias compresivas disminuyeron conforme aplicamos mayor tiempo de envejecimiento como en el presente estudio, la resina Filtek™ P60 tuvo 195.4078 sin envejecimiento y de 201.8414 con envejecimiento y la Tetric® N-Ceram Bulk Fill con un valor de 212.4112 sin envejecimiento y 145.0013 MPa sometido a envejecimiento.

Este estudio ha permitido demostrar que la resina Filtek™ P60 presenta mayor resistencia compresiva a largo plazo. Si se aplica la técnica de restauración incremental, es decir, de 2mm se redujo el estrés de contracción durante la polimerización, motivo por el cual podrían emplearse para realizar restauraciones posteriores soportando así mayor cantidad de fuerzas masticatorias en comparación que la resina Tetric® N-Ceram Bulk Fill.

Además, como se ha demostrado en estudios anteriormente mencionados sus propiedades físicas aumentaron por sus pequeñas partículas de 0.01-3.5 μm y la mayor cantidad de relleno inorgánico que posee en este caso 61%, en comparación con el otro tipo de resina utilizada.

Finalmente, este estudio ha permitido demostrar que la resina Filtek™ P60 presenta mayor resistencia compresiva a largo plazo, motivo por el cual podrían emplearse para realizar restauraciones posteriores soportando así mayor cantidad de fuerzas masticatorias en comparación que la resina Tetric® N-Ceram Bulk Fill.

La resistencia compresiva de la resina Filtek™ P60 demostrada en el presente estudio es mayor debido a que al aplicar la técnica de restauración incremental, es decir, de 2mm se redujo el estrés de contracción durante la polimerización. Además, como se ha demostrado en estudios anteriormente mencionados sus propiedades físicas aumentaron por sus pequeñas partículas de 0.01-3.5 μm y la mayor cantidad de relleno inorgánico que posee en este caso 61%, en comparación con el otro tipo de resina utilizada, lo cual nos da una pauta para elegir adecuadamente el material restaurativo que semeje las propiedades el sistema masticatorio posterior.

8. Conclusiones

De acuerdo, a la investigación realizada se llegó a las siguientes conclusiones:

- La resina monoincremental Tetric® N-Ceram Bulk Fill presentó mayor grado de resistencia compresiva que la resina convencional Filtek™ P60 48 horas posteriores a su polimerización en contraposición de los datos obtenidos después de someterlas a envejecimiento a 1 año (termociclado) donde la resina Filtek™ P60 presentó mayor grado de resistencia compresiva que la resina Tetric® N-Ceram Bulk Fill.
- La resina convencional Filtek™ P60 del grupo control obtuvo un grado de resistencia media de 195,4078 MPa, mínimo de 115,2282 MPa y máximo de 257,8231 MPa. Mientras que el grupo experimental P60 obtuvo un grado de resistencia compresiva media de 201,8414 MPa, mínimo de 86,4211 MPa y máximo de 290,9512 MPa.
- La resistencia de la resina monoincremental Tetric® N-Ceram Bulk Fill grupo control bulk fill tuvo un grado de resistencia compresiva media de 212,4112 MPa, el valor mínimo de 172,8423 MPa y el máximo de 285,1897. Mientras que el grupo experimental tuvo un grado de resistencia compresiva media de 145,0013 MPa, el valor mínimo de 100,8437 MPa y el máximo de 208,8905 MPa.
- La resina Filtek™ P60 del grupo control presentó un grado de resistencia compresiva media de 195,4078 MPa, mínimo de 115,2282 y máximo 257,8231; y, el grupo experimental presentó una media de 201,8414 MPa, mínimo de 86,4211 y máximo de 290,9512. En comparación con la resina Tetric® N-Ceram Bulk Fill del grupo control que presentó un grado de resistencia compresiva media de 212,4112 MPa, mínimo de 172,8423 MPa y el máximo de 285,1897 MPa; y, el grupo experimental presentó una media de 145,0013 MPa, un mínimo de 100,8437 MPa y el máximo de 208,8905 MPa.

9. Recomendaciones

En base a la metodología empleada y resultados obtenidos se cree conveniente enfatizar las siguientes recomendaciones para el abordaje de futuras investigaciones acerca de ésta temática.

- Se recomienda realizar estudios comparando dos tipos de envejecimiento por ejemplo envejecimiento con saliva artificial o envejecimiento con agua destilada.
- Se recomienda ejecutar estudios de resistencia compresiva inmediatamente después de su fotopolimerización y pasadas las 48 horas para evaluar si existe una diferencia significativa.
- Se recomienda realizar estudios en los que se empleen resinas convencionales en las cuales se analice su resistencia compresiva.
- Se recomienda comparar la resistencia de las resinas compuestas utilizadas en el sector anterior.
- Se recomienda comparar diferentes periodos de envejecimiento sobre la resistencia compresiva de las resinas compuestas.
- Se recomienda realizar estudios donde se comparen lámparas de fotocurado que tengan de mayor y menor intensidad.
- Se recomienda emplear la técnica incremental en la resina monoincremental y convencional comparando la resistencia compresiva.

10. Referencias bibliográficas

- 3M Dental Products Laboratory. (2019). *3™ Filtek™ P60 Restaurador Posterior*. Obtenido de multimedia.3m.com/mws/media/2051340/filtektm-p60-technical-profile.pdf
- 3M ESPE. (2014). Filtek™ P60.
- Abuelenain, D., Abou, E., & Al-Dharrab, A. (2015). Surface and mechanical properties of different dental composites. *Austin J Dent*; 2(2): 1-5. *Austin Journal of Dentistry*, 2(2).
- Acceso Lab. (2015). *Life technologies*. Obtenido de Termociclador SimpliAmp: <http://www.accesolab.com/wp-content/uploads/2015/02/promo-termociclador.pdf>
- Acurio, P., Falcón, G., Casas, L., & Montoya, P. (2017). Comparación de la resistencia compresiva de resinas convencionales vs resinas tipo Bulk fill. *SciELO*, 2(27).
- Baldión, P., Vaca, D., Álvarez, C., & Agaton, D. (2011). Estudio comparativo de las propiedades mecánicas de diferentes tipos de resina. *Revista Colombiana de Investigación en Odontología*, 1(3).
- Barrancos, M., & Barrancos, P. (2006). *Operatoria Dental Integración Clínica* (Vol. 4ta). Argentina: Editorial Médica Panamericana.
- Bayona, A., Duarte, L., Jiménez, K., & Díaz, J. (2010). Estudio comparativo in vitro de la resistencia a la compresión de resinas para el sector posterior de acuerdo con su espesor. *UstaSalud*, 9(2). doi:<https://doi.org/10.15332/us.v9i2.1155>
- Borja, N., & Loyola, O. (2018). *Comparación in vitro de la resistencia a la compresión y resistencia flexural de resinas Bulk Fill (Opus™ Bulk Fill, Tetric® N-Ceram Bulk Fill y Filtek™ Bulk Fill)*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú. Obtenido de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/624900/borja_fn%20%20loyola_ld.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Botto, I. (2013). *Estudio Comparativo in vitro de la resistencia compresiva y la dureza superficial de un sistema de resina compuesta monoincremental (SonicFill™) y uno convencional (Herculite® Precis)*. Universidad de Chile, Santiago. Obtenido de http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/117406/Botto%20_I.pdf?sequence=1
- Bustamante, G. (2011). Aproximación al muestreo estadístico en investigaciones científicas. *Revistas Bolivianas*, 10.

- Cabanes, J., Hervás, A., Martínez, M., Barjau, A., & Fos, P. (2006). Resinas compuestas. Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. *Medicina Oral Patología Oral Cirugía Bucal*, 11(2), 215-220.
- De la Torre, J. (2016). *Resistencia Compresiva: Estudio comparativo in vitro entre un cerómero y una resina de nanotecnología sometida a dos tipos de complementación de polimerización*. Universidad Central del Ecuador, Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/5672/1/T-UCE-0015-235.pdf>
- Domínguez, R. (2014). *Análisis comparativo in vitro del grado de sellado marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con un material monoincremental (Tetric N-Ceram Bulk Fill), y uno convencional (Tetric N-Ceram)*. Universidad de Chile, Chile. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/137691/An%C3%A1lisis-comparativo-in-vitro-del-grado-de-sellado-marginal-de-restauraciones-de-resina.pdf?sequence=1>
- Falconí, G., Molina, C., Velásquez, B., & Armas, A. (2016). Evaluación del grado de microfiltración en restauraciones de resina compuesta, comparando dos sistemas adhesivos tras diferentes períodos de envejecimiento. *Scielo*, 27(2). doi:<http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfo.v27n2a3>
- García, J. (2017). *Estudio comparativo in vitro de la resistencia compresiva de las resinas compuestas Filtek P60® Y Filtek™ Bulk Fill® para restauracion de piezas posteriores, 2017*. Universidad Alas Peruanas, Ica, Perú. Obtenido de http://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/uap/6984/1/T059_71468464_T.pdf
- Garzón, J. (2016). *Estudio Comparativo de Resistencia a la Compresión de la Resina Filtek P60 3M sometida a calor y presión; estudio in vitro*. Universidad Central del Ecuador, Quito. Obtenido de Universidad Central del Ecuador: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/6683/1/T-UCE-0015-341.pdf>
- Henriquez, H. (2016). *Restauración de dientes anteriores con resina compuesta*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/19024/1/HENRIQUEZHilda.pdf>
- Higashia, C., Mongruel, G., García, E., Mongruel, O., & Gomes, J. (2011). Color y características ópticas para restauraciones estéticas de dientes anteriores. *Acta Odontológica Venezolana*, XXXIX(4).
- Huayhua, E. (Perú de 2013). *Estudio comparativo in vitro de la resistencia compresiva de resinas compuestas microhíbridas y nanohíbridas*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. Obtenido de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/3073/Huayhua_re.pdf?sequence=1
- Ivoclar Vivadent. (2019). Obtenido de Tetric N-Ceram Bulk Fill: <http://www.ivoclarvivadent.co/es-co/p/todos/composites/tetric-n-ceram-bulk-fill>
- Ivoclar Vivadent Clinical . (2013). Tetric N-Ceram Bulk Fill. (Rev 1).

- López, J. (2018). *Resistencia compresiva de tres resinas compuestas indicadas para restauración posterior, in vitro, lima 2018*. Universidad Nacional Federico Villarreal , Lima, Perú.
- Luna, T. (2017). *Estudio comparativo invitro: resistencia a la tracción del cemento resinoso dual y la resina compuesta precalentada como agente cementante en restauraciones indirectas a base de cerómeros*. Universidad Central del Ecuador, Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/8299/1/T-UCE-0015-469.pdf>
- Marroquín, J. (2015). *Influencia de Adhesivos Convencional y Autocondicionante sobre la adaptación de Restauraciones Directas y Semidirectas Clase II en terceros molares, sometidas a Termociclaje. Estudio in Vitro*. Universidad Central del Ecuador, Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/5340/1/T-UCE-0015-210.pdf>
- Matallana, J., Ortiz, A., Rincón , M., Sánchez, A., Aránzazu, G., & Concha , S. (2010). Intensidad de la luz emitida por lámparas de fotocurado en los consultorios odontológicos de Bucaramanga y su área metropolitana. *UstaSalud*, 41-49.
- Moezzyzadeh, M. (2012). Evaluation of the compressive strength of hybrid and nanocomposites. *Journal Dental School*, 30(1), 24-29.
- Montalvo, I. (2017). *Influencia de los tipos de polimerización ante el efecto de fuerzas compresivas sobre una resina de nano partícula, una resina Bulk Fill y un cerómero. Estudio in vitro*. Universidad Central del Ecuador, Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/11064/1/T-UCE-0015-695.pdf>
- Monteza, S. (2018). *Resistencia flexural de una resina compuesta nanohíbrida sometida a técnicas de termopolimerización adicional*. Universidad Nacional de Loja, Loja. Obtenido de <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/21347/1/TESIS%20SHEYLA%20MONTEZA.pdf>
- Mujica, T., Ramírez, R., & Andrade, J. (2010). Influencia del envejecimiento, la marca y la ubicación de las fibras de refuerzo en la resistencia flexural de la resina compuesta Gradia. *Acta Odontológica Venezolana*, 48(4).
- Naranjo , R., Duque , S., & Pineda, A. (2016). *Evaluacion de la microdureza en tres tipos de resinas dentales*. Universidad CES. Obtenido de http://bdigital.ces.edu.co:8080/jspui/bitstream/10946/959/1/Evaluacion_Microdureza.pdf
- Nicoluzzi, A., Ribeiro, M., Candido, A., Rabelo, J., & Candido, S. (2008). Influencia del envejecimiento artificial acelerado sobre la resistencia a compresión de resinas compuestas. *Revista Odontológica Venezolana*, 46(4).
- Pineda, M., Zevallos , W., & Hoyos, T. (2013). Efecto del fotocurado con luz led en la filtración marginal de un sellante de fosas y fisuras. *Odontología Sanmarquita*, 16(2), 25-28.
- Proffit , W., Fields , H., & Sarver , D. (2008). *Ortodoncia contemporánea* (4 edición). Barcelona: Elsevier.

- Reis, A & Loguercio, A (2012). *Materiales Dentales Directos*. Sao Paulo. Editorial Santos
- Restrepo, J. (2014). *Influencia del espesor de tres resinas*. Universidad Complutense de Madrid, Madrid. Obtenido de <https://eprints.ucm.es/28362/1/TFM%20Final.pdf>
- Rodas, A., & Villalta, F. (2018). *Evaluación de la intensidad lumínica generada por lámparas de fotopolimerización utilizadas en consultorios privados de la ciudad de Cuenca*. Universidad de Cuenca. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/31973/1/Trabajo%20de%20titulaci%C3%B3n.pdf>
- Rodriguez , D., & Pereira, N. (2008). Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. *Scielo*, 46(3), 381-392.
- Romero, P. (2015). *Estudio in vitro del efecto erosivo en la superficie de esmalte dental, por acción de tres bebidas industrializadas valoradas a través del peso dental*. Universidad Central del Ecuador, Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/3559/1/T-UCE-0015-95.pdf>
- Säilynoja, E., Shinya, A., Koskinen , M., Salonen, J., Masuda, T., Shinya , A., . . . Koide, N. (2004). Heat curing of UTMA-based hybrid resin: effects on the degree of. *Odontology*, 27-35. doi:10.1007/s10266-004-0037-2
- Sepideh, B., & Saman, S. (2008). In vitro Comparative study of compressive strength of different types of composite. *Iranian Journal of Pharmaceutical Sciences* , 4(1).
- Simancas, Y., Rosales, J., & Vallejo, E. (2012). Efecto del Termociclado y el acondicionamiento en el sellado de una Resina Microhibrida. *Acta Odontológica Venezolana*, 50(2).
- Ulloa, A. (2010). *Viscosidad de las resinas compuestas y su influencia en la microfiltración de las restauraciones clase v*. Lima. Obtenido de <http://www.cop.org.pe/bib/tesis/ARTUROMATEOULLOAZEVALLOS.pdf>
- Zambrano, N. (2016). *Efectividad del uso de lámparas de alta potencia en la profundidad de fotocurado en resinas compuestas*. Universidad AndrésBello, Chile. Obtenido de http://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/3177/a117546_Zambrano_N_Efectividad_del_uso_de_lamparas_2016_Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y

11. Anexos

Anexo 1. Permiso para elaboración de muestra y uso de calibrador pie de rey



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA SALUD HUMANA
CARRERA DE ODONTOLOGIA

Loja, 05 de Diciembre del 2018

Ing. Numan León Tapia

ENCARGADO DEL TALLER MECÁNICO DE FACULTAD DE ENERGÍA


Ciudad.-

De mis consideraciones:

Yo, **Jackeline Cecibel Guamán Camacho**, estudiante de la Carrera de Odontología del X Ciclo paralelo B, con **C.I 1900489459**, por medio de presente solicito a usted muy comedidamente se me autorice la utilización de Calibrador Pie de Rey para medición de muestras y Torno para la elaboración del molde para las muestras que utilizare en mi proyecto de tesis denominado "ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO: RESISTENCIA COMPRESIVA ENTRE UN SISTEMA DE RESINA COMPUESTA MONOINCREMENTAL Y UNO CONVENCIONAL SOMETIDOS A TERMOCICLADO"

Por la favorable atención que le dé a la presente le anticipo mis sinceros agradecimientos.

Atentamente:



Jackeline Cecibel Guamán Camacho
C.I 1900489459
ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE ODONTOLOGÍA



Anexo 2. Permiso para utilización de prensa hidráulica para realizar resistencia compresiva



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA SALUD HUMANA
CARRERA DE ODONTOLOGIA

Loja, 05 de Diciembre del 2018

Ing. Julio Romero

GESTOR ACADÉMICO DE LA CARRERA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y MEJORAMIENTO
TERRITORIAL


Ciudad.-

De mis consideraciones:

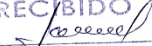
Yo, **Jackeline Cecibel Guamán Camacho**, estudiante de la Carrera de Odontología del X Ciclo paralelo B, con C.I 1900489459, por medio de presente solicito a usted muy comedidamente se me autorice la utilización de la Prensa Hidráulica del laboratorio de la Carrera de Geología Ambiental y Mejoramiento Territorial, para realizar mi proyecto de tesis denominado "ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO: RESISTENCIA COMPRESIVA ENTRE UN SISTEMA DE RESINA COMPUESTA MONOINCREMENTAL Y UNO CONVENCIONAL SOMETIDOS A TERMOCICLADO"

Por la favorable atención que le dé a la presente le anticipo mis sinceros agradecimientos.

Atentamente:



Jackeline Cecibel Guamán Camacho
C.I 1900489459
ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE ODONTOLOGÍA

RECIBIDO
POR: 
FECHA: 05.12.2018
HORA: 16h22

Anexo 3. Permiso para utilización de termociclador en la Universidad Técnica Particular de Loja



**UNIVERSIDAD
NACIONAL DE LOJA**

CARRERA DE ODONTOLOGÍA

Of. N.º 312-DCO-FSH-UNL

Loja, 17 de abril de 2019

Dr. Pablo Herrera

RESPONSABLE DE SECCIÓN BIOLÓGICA Y GENÉTICA DE LA UTPL

Ciudad.

De mi consideración

Por medio de la presente me dirijo a Usted, para solicitarle de la manera más comedida se le conceda el permiso pertinente a la señorita **JACKELINE GUAMÁN CAMACHO** con número de cédula 1900489459, egresada de la carrera de Odontología de la Universidad Nacional de Loja, a fin de que pueda realizar una prueba piloto y el ensayo definitivo del termociclado (Termocicladora PCR) en la semana del 22 al 24 de abril de 2019, esto con la finalidad pueda concluir con el desarrollo de su tesis titulado: **“ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO: RESISTENCIA COMPRESIVA ENTRE UN SISTEMA DE RESINA COMPUESTA MONOINCREMENTAL Y UNO CONVENCIONAL SOMETIDO A TERMOCICLADO”**.

Por la favorable atención que se dé al presente, le anticipo mis agradecimientos.

Atentamente:

Dra. Mgs. Deisy Sañaguro Ortega

**GESTORA ACADÉMICA DE LA CARRERA
DE ODONTOLOGÍA FSH-UNL**



Recibido.
Pablo Herrera
22-04-2019.

C.c Archivo

Anexo 4. Certificaciones de realización de resistencia compresiva y Termociclado



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS
NATURALES NO RENOVABLES
CARRERA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y MEJORAMIENTO
TERRITORIAL

Loja, 26 de Abril de 2019

Ing. Diego Israel Castillo Jaramillo

**DOCENTE DE LA CARRERA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y
MEJORAMIENTO TERRITORIAL**

Ciudad.

De mi consideración.-

Certifico:

Que, la Srta. **Jackeline Cecibel Guamán Camacho** con número de cedula N° **1900489459** egresada de la Universidad Nacional de Loja, Carrera de Odontología, realizó la prueba piloto y ensayo definitivo de la resistencia compresiva correspondiente a su tema de tesis denominado **“ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO: RESISTENCIA COMPRESIVA ENTRE UN SISTEMA DE RESINA MONOINCREMENTAL Y UNO CONVENCIONAL SOMETIDOS A TERMOCICLADO”**. Para el procedimiento se empleó una máquina universal de ensayos mecánicos Prensa Hidráulica modelo 34-V0107/Z, con una velocidad de desplazamiento de 0.05 mm/min incidiendo sobre los especímenes hasta su ruptura.

Los especímenes que se sometieron a la resistencia compresiva fueron 80, correspondientes a la **prueba piloto** 20, *Grupo Control* 10 (5 resina Filtek™ P60 3M y 5 resina Tetric ® N-Ceram Bulk Fill Ivoclar Vivadent) y *Grupo Experimental* 10 (5 resina Filtek™ P60 y 5 resina Tetric ® N-Ceram Bulk Fill Ivoclar Vivadent) y **ensayo definitivo** *Grupo Control* 30 (15 resina Filtek™ P60 3M y 15 resina Tetric ® N-Ceram Bulk Fill Ivoclar Vivadent) y *Grupo Experimental* 30 (15 resina Filtek™ P60 3M y 15 resina Tetric ® N-Ceram Bulk Fill Ivoclar Vivadent)

Adjunto los resultados obtenidos y cronograma de las pruebas realizadas. Es todo cuanto puedo manifestar, permitiendo hacer uso del presente para los fines pertinentes de la interesada.

Ing. **Diego Israel Castillo Jaramillo**

**DOCENTE DE LA CARRERA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y
MEJORAMIENTO TERRITORIAL**





UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS
NATURALES NO RENOVABLES
CARRERA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y MEJORAMIENTO
TERRITORIAL

Loja, 26 de Abril de 2019

Ing. Víctor Hugo Orellana

**TÉCNICO DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE ROCAS DE LA
CARRERA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y MEJORAMIENTO
TERRITORIAL**
Ciudad.

De mi consideración.-

Certifico:

Que, la Srta. **Jackeline Cecibel Guamán Camacho** con número de cedula N° **1900489459** egresada de la Universidad Nacional de Loja, Carrera de Odontología, realizó la prueba piloto y ensayo definitivo de la resistencia compresiva correspondiente a su tema de tesis denominado **“ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO: RESISTENCIA COMPRESIVA ENTRE UN SISTEMA DE RESINA MONOINCREMENTAL Y UNO CONVENCIONAL SOMETIDOS A TERMOCICLADO”**. Para el procedimiento se empleó una máquina universal de ensayos mecánicos Prensa Hidráulica modelo 34-V0107/Z, con una velocidad de desplazamiento de 0.05 mm/min incidiendo sobre los especímenes hasta su ruptura.

Los especímenes que se sometieron a la resistencia compresiva fueron 80, correspondientes a la **prueba piloto** 20, *Grupo Control* 10 (5 resina Filtek™ P60 3M y 5 resina Tetric ® N-Ceram Bulk Fill Ivoclar Vivadent) y *Grupo Experimental* 10 (5 resina Filtek™ P60 y 5 resina Tetric ® N-Ceram Bulk Fill Ivoclar Vivadent) y **ensayo definitivo** *Grupo Control* 30 (15 resina Filtek™ P60 3M y 15 resina Tetric ® N-Ceram Bulk Fill Ivoclar Vivadent) y *Grupo Experimental* 30 (15 resina Filtek™ P60 3M y 15 resina Tetric ® N-Ceram Bulk Fill Ivoclar Vivadent)

Adjunto los resultados obtenidos y cronograma de las pruebas realizadas. Es todo cuanto puedo manifestar, permitiendo hacer uso del presente para los fines pertinentes de la interesada.

Ing. Víctor Hugo Orellana

**TÉCNICO DEL LABORATORIO DE ROCAS DE LA CARRERA DE
GEOLOGÍA AMBIENTAL Y MEJORAMIENTO TERRITORIAL**





Loja, 26 de Abril del 2019

Dr. Paulo Ignacio Herrera Vargas

RESPONSABLE DE SECCION "BIOLOGÍA Y GENÉTICA"

Ciudad.-

Certifico:

Que, la Srta. **Jackeline Cecibel Guamán Camacho** con número de cedula N° **1900489459** egresada de la Universidad Nacional de Loja de la Carrera de Odontología, realizó la prueba piloto y ensayo definitivo del Termociclado correspondiente a su tema de tesis denominado **"ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO: RESISTENCIA COMPRESIVA ENTRE UN SISTEMA DE RESINA MONOINCREMENTAL Y UNO CONVENCIONAL SOMETIDOS A TERMOCICLADO"**.


Cuyo procedimiento experimental se realizó mediante el uso del termociclador digital PCR SimplyAmp, modelo A24812, empleando 18 estados con 3 pasos cada uno correspondientes a las temperaturas de 55°, 37° y 5° por 600 ciclos con una duración de 5 segundos en cada una de las temperaturas, los mismos que equivalen a 10.800 ciclos o 12 meses de envejecimiento.

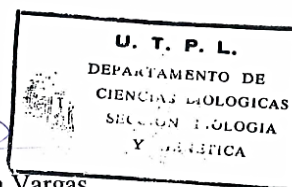
Los especímenes que se sometieron al termociclado fueron 40, 10 correspondientes a la prueba piloto (5 resina Filtek™ P60 3M y 5 resina Tetric® N- Ceram Bulk Fill Ivoclar Vivadent) y 30 de ensayo definitivo (15 resina Filtek™ P60 3M y 15 resina Tetric® N- Ceram Bulk Fill Ivoclar Vivadent).

Este procedimiento se realizó los días miércoles 25 y 26 de abril del 2019.

Es todo cuanto puedo manifestar, permitiendo hacer uso del presente para los fines pertinentes de la interesada.

Atentamente,


Dr. Paulo Ignacio Herrera Vargas



RESPONSABLE DE SECCION "BIOLOGÍA Y GENÉTICA"

e-mail: piherrera@utpl.edu.ec

Anexo 5. Prueba piloto: resistencia compresiva resina Filtek P60-3M y Tetric® N-Ceram Bulk Fill (grupo control y experimental)

a. Grupo Control

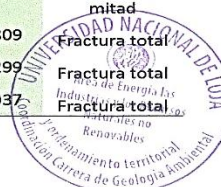
Resina Filtek™ P60 – 3M								
Código	Velocidad (mm/min)	Diámetro (mm)	Área (mm ²)	Fuerza Compresiva (KN/marca)	# Marcas	Fuerza Final (KN)	Esfuerzo Compresivo (MPa)	Observaciones
1C	0,5	4	12,5664	0,0181	90	1,629	129,6317	Fractura vertical a la mitad
2C	0,5	4	12,5664	0,0181	96	1,7376	138,2738	Fractura total
3C	0,5	4	12,5664	0,0181	120	2,172	172,8423	Fractura total
4C	0,5	4	12,5664	0,0181	100	1,81	144,0352	Fractura total
5C	0,5	4	12,5664	0,0181	102	1,8462	146,9159	Fractura vertical a la mitad

Tetric® N-Ceram Bulk Fill								
Código	Velocidad (mm/min)	Diámetro (mm)	Área (mm ²)	Fuerza Compresiva (KN/marca)	# Marcas	Fuerza Final (KN)	Esfuerzo Compresivo (MPa)	Observaciones
1C	0,5	4	12,5664	0,0181	127	2,2987	182,9247	Fractura transversal a la mitad
2C	0,5	4	12,5664	0,0181	95	1,7195	136,8335	Fractura vertical a la mitad
3C	0,5	4	12,5664	0,0181	103	1,8643	148,3563	Fractura total
4C	0,5	4	12,5664	0,0181	97	1,7557	139,7142	Fractura total
5C	0,5	4	12,5664	0,0181	125	2,2625	180,0444	Fractura total

b. Grupo Experimental

Resina Filtek™ P60 – 3M								
Código	Velocidad (mm/min)	Diámetro (mm)	Área (mm ²)	Fuerza Compresiva (KN/marca)	# Marcas	Fuerza Final (KN)	Esfuerzo Compresivo (MPa)	Observaciones
1E	0,5	4	12,5664	0,0181	100	1.81	144.0352	Fractura total
2E	0,5	4	12,5664	0,0181	130	2.353	187.2458	Fractura vertical a la mitad
3E	0,5	4	12,5664	0,0181	100	1.81	144.0352	Fractura vertical a la mitad
4E	0,5	4	12,5664	0,0181	117	2.1177	168.5212	Fractura total
5E	0,5	4	12,5664	0,0181	170	3.077	244.8599	Fractura total

Tetric® N-Ceram Bulk Fill								
Código	Velocidad (mm/min)	Diámetro (mm)	Área (mm ²)	Fuerza Compresiva (KN/marca)	# Marcas	Fuerza Final (KN)	Esfuerzo Compresivo (MPa)	Observaciones
1E	0,5	4	12,5664	0,0181	115	2.0815	165.6405	Fractura total
2E	0,5	4	12,5664	0,0181	90	1.629	129.6317	Fractura horizontal a la mitad
3E	0,5	4	12,5664	0,0181	116	2.0996	167.0809	Fractura total
4E	0,5	4	12,5664	0,0181	85	1.5385	122.4299	Fractura total
5E	0,5	4	12,5664	0,0181	124	2.2444	178.6037	Fractura total



Anexo 6. Ensayo definitivo: resistencia compresiva resina Filtek P60-3M y Tetric® N-Ceram Bulk Fill (grupo control y experimental)

a. Grupo Control

Resina Filtek™ P60 – 3M								
Código	Velocidad (mm/min)	Diámetro (mm)	Área (mm ²)	Fuerza Compresiva (KN/marca)	# Marcas	Fuerza Final (KN)	Esfuerzo Compresivo (MPa)	Observaciones
1C	0,5	4	12,5664	0,0181	135	2,4435	194,45	Fractura transversal a la mitad
2C	0,5	4	12,5664	0,0181	140	2,534	201,65	Fractura vertical a la mitad
3C	0,5	4	12,5664	0,0181	130	2,353	187,25	Fractura vertical a la mitad
4C	0,5	4	12,5664	0,0181	148	2,6788	213,17	Fractura total
5C	0,5	4	12,5664	0,0181	145	2,6245	208,85	Fractura total
6C	0,5	4	12,5664	0,0181	155	2,8055	223,25	Fractura vertical a la mitad
7C	0,5	4	12,5664	0,0181	173	3,1313	249,18	Fractura total
8C	0,5	4	12,5664	0,0181	102	1,8462	146,92	Fractura total
9C	0,5	4	12,5664	0,0181	120	2,172	172,84	Fractura vertical a la mitad
10C	0,5	4	12,5664	0,0181	163	2,9503	234,78	Fractura total
11C	0,5	4	12,5664	0,0181	179	3,2399	257,82	Fractura total
12C	0,5	4	12,5664	0,0181	80	1,448	115,23	Fractura total
13C	0,5	4	12,5664	0,0181	115	2,0815	165,64	Fractura total
14C	0,5	4	12,5664	0,0181	135	2,4435	194,45	Fractura total
15C	0,5	4	12,5664	0,0181	115	2,0815	165,64	Fractura total

Resina Tetric® N-Ceram Bulk Fill - IVOCLAR VIVADENT								
Código	Velocidad (mm/min)	Diámetro (mm)	Área (mm ²)	Fuerza Compresiva (KN/marca)	# Marcas	Fuerza Final (KN)	Esfuerzo Compresivo (MPa)	Observaciones
1C	0,5	4	12,5664	0,0181	140	2,534	201,6493	Fractura vertical a la mitad
2C	0,5	4	12,5664	0,0181	130	2,353	187,2458	Fractura total
3C	0,5	4	12,5664	0,0181	165	2,9865	237,6581	Fractura total
4C	0,5	4	12,5664	0,0181	198	3,5838	285,1897	Fractura vertical a la mitad
5C	0,5	4	12,5664	0,0181	135	2,4435	194,4476	Fractura vertical a la mitad
6C	0,5	4	12,5640	0,0181	142	2,5702	204,5686	Fractura total
7C	0,5	4	12,5664	0,0181	145	2,6245	208,8511	Fractura vertical a la mitad
8C	0,5	4	12,5664	0,0181	165	2,9865	237,6581	Fractura vertical a la mitad
9C	0,5	4	12,5664	0,0181	167	3,0227	240,5388	Fractura total
10C	0,5	4	12,5664	0,0181	171	3,0951	246,3002	Fractura total
11C	0,5	4	12,5664	0,0181	137	2,4797	197,3283	Fractura vertical a la mitad
12C	0,5	4	12,5640	0,0181	122	2,2082	175,7561	Fractura total
13C	0,5	4	12,5664	0,0181	137	2,4797	197,3283	Fractura total
14C	0,5	4	12,5664	0,0181	120	2,172	172,8423	Fractura vertical a la mitad
15C	0,5	4	12,5640	0,0181	138	2,4978	198,8061	Fractura vertical a la mitad



b. Grupo Experimental

Resina Filtek™ P60 – 3M								
Código	Velocidad (mm/min)	Diámetro (mm)	Área (mm ²)	Fuerza Compresiva (KN/marca)	# Marcas	Fuerza Final (KN)	Esfuerzo Compresivo (MPa)	Observaciones
1E	0,5	4	12,5664	0,0181	140	2.534	201.65	Fractura transversal a la mitad
2E	0,5	4	12,5664	0,0181	158	2.8598	227.58	Fractura total
3E	0,5	4	12,5664	0,0181	82	1.4842	118.11	Fractura vertical a la mitad
4E	0,5	4	12,5664	0,0181	145	2.6245	208.85	Fractura total
5E	0,5	4	12,5664	0,0181	159	2.8779	229.02	Fractura total
6E	0,5	4	12,5664	0,0181	167	3.0227	240.54	Fractura vertical a la mitad
7E	0,5	4	12,5664	0,0181	202	3.6562	290.95	Fractura total
8E	0,5	4	12,5664	0,0181	60	1.086	86.42	Fractura vertical a la mitad
9E	0,5	4	12,5664	0,0181	158	2.8598	227.58	Fractura total
10E	0,5	4	12,5664	0,0181	195	3.5295	280.87	Fractura total
11E	0,5	4	12,5664	0,0181	150	2.715	216.05	Fractura total
12E	0,5	4	12,5664	0,0181	128	2.3168	184.37	Fractura total
13E	0,5	4	12,5664	0,0181	103	1.8643	148.36	Fractura vertical a la mitad
14E	0,5	4	12,5664	0,0181	85	1.5385	122.43	Fractura total
15E	0,5	4	12,5664	0,0181	170	3.077	244.86	Fractura total

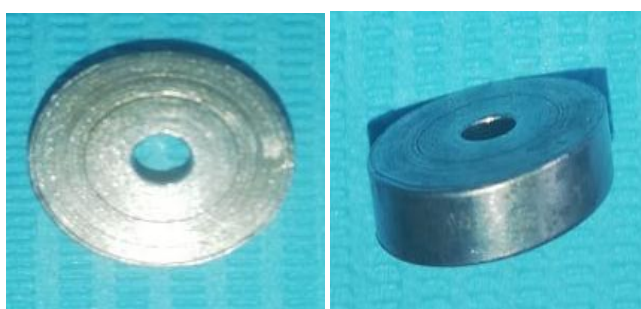
Resina Tetric® N-Ceram Bulk Fill - IVOCCLAR VIVADENT								
Código	Velocidad (mm/min)	Diámetro (mm)	Área (mm ²)	Fuerza Compresiva (KN/marca)	# Marcas	Fuerza Final (KN)	Esfuerzo Compresivo (MPa)	Observaciones
1E	0,5	4	12,5664	0,0181	125	2.2625	180.0440	Fractura total
2E	0,5	4	12,5664	0,0181	90	1.629	129.6317	Fractura vertical a la mitad
3E	0,5	4	12,5664	0,0181	92	1.6652	132.5124	Fractura horizontal a la mitad
4E	0,5	4	12,5664	0,0181	132	2.3892	190.1265	Fractura vertical a la mitad
5E	0,5	4	12,5664	0,0181	115	2.0815	165.6405	Fractura vertical a la mitad
6E	0,5	4	12,5640	0,0181	107	1.9367	154.1468	Fractura total
7E	0,5	4	12,5664	0,0181	72	1.3032	103.7054	Fractura total
8E	0,5	4	12,5664	0,0181	100	1.81	144.0352	Fractura total
9E	0,5	4	12,5664	0,0181	77	1.3937	110.9071	Fractura total
10E	0,5	4	12,5664	0,0181	76	1.3756	109.4668	Fractura total
11E	0,5	4	12,5664	0,0181	90	1.629	129.6317	Fractura vertical a la mitad
12E	0,5	4	12,5640	0,0181	70	1.267	100.8437	Fractura total
13E	0,5	4	12,5664	0,0181	115	2.0815	165.6405	Fractura vertical a la mitad
14E	0,5	4	12,5664	0,0181	104	1.8824	149.7966	Fractura total
15E	0,5	4	12,5640	0,0181	145	2.6245	208.8905	Fractura vertical a la mitad



Anexo 7. Torno manual para elaboración de molde



Anexo 8. Matriz metálica para elaborar especímenes de resina compuesta



Anexo 9. Colocación de la resina compuesta dentro de la matriz metálica



Anexo 10. Fotopolimerización de los especímenes de resina compuesta



Anexo 11. Radiómetro marca Litex para controlar intensidad de lámpara de fotocurado



Anexo 12. Medición de bloques de resina con calibrador Pie de rey



Anexo 13. Prensa Hidráulica



Anexo 14. Certificado de la traducción del resumen

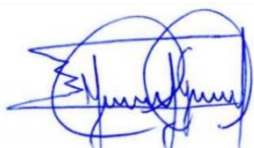
Loja, 6 de mayo de 2019

Ciudad.-

De mis consideraciones,

A quien corresponda, dirijo el presente documento indicando lo siguiente: Yo Yanina Elizabeth Guamán Camacho con número de cédula 1900489434 certifico que he realizado la traducción del resumen de la tesis denominada: **“Estudio comparativo in vitro: resistencia compresiva entre un sistema de resina compuesta monoincremental y uno convencional sometidos a termociclado”** como constancia firmo el presente documento a la Srta. **Jackeline Cecibel Guamán Camacho**, con número de cedula **1900489459**.

Atentamente,



Lic. Yanina Guamán

LICENCIADA EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN MENCIÓN INGLÉS

CI: 1900489434

Correo: yanelizabeth@hotmail.com

Cel: 0991615933

Anexo 15. Certificado de análisis estadístico

Quito, 05 de Mayo del 2019

A quien corresponda:

Yo, Jaime Reinaldo Molina Arauz con CI: 1709175275., por el presente renuncio a todos los derechos de autor y propiedad intelectual relacionado con el trabajo estadístico que realice sobre el **“ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO: RESISTENCIA COMPRESIVA ENTRE UN SISTEMA DE RESINA COMPUESTA MONOINCREMENTAL Y UNO CONVENCIONAL SOMETIDOS A TERMOCICLADO”** de la Srta. Jackeline Cecibel Guamán Camacho, con cedula de identidad 1900489459 de la Universidad Nacional de Loja, por lo tanto puede hacer uso del presente como a bien tuviere.

Atentamente:

.....
Ing. Jaime Molina

CC: 1709175275

Registro SENESCYT: 1001-04-529985

Anexo 16.**Proyecto de tesis****1. TEMA**

“ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO: RESISTENCIA COMPRESIVA ENTRE
UN SISTEMA DE RESINA COMPUESTA MONOINCREMENTAL Y UNO
CONVENCIONAL SOMETIDOS A TERMOCICLADO”

2. ANTECEDENTES

La Odontología Restauradora ha evolucionado en el transcurso de los últimos diez años en los procedimientos diagnósticos, clínicos y técnicos de laboratorio dental. Actualmente el uso de las resinas compuestas se encuentra muy extendido siendo la alternativa más eficiente y el procedimiento más conservador, introducido por Dr. Ray. L. Bowen en 1962 quien patentó la resina compuesta que utilizó Bisfenol-A-Glicidil Metacrilato (Bis-GMA) y un agente de acoplamiento de silano que permitía la adhesión entre las partículas de relleno y la matriz de resina, pero a través del tiempo, se han ido modificando sus componentes estructurales y por ende se han mejorado sus propiedades físicas, estéticas y mecánicas. (1)

Los parámetros estéticos y las técnicas de manejo clínico de la Odontología Restauradora han permitido el desarrollo de diferentes biomateriales dentales y obtener restauraciones biocompatibles que logran mimetizar el color de la estructura de la corona dental y ofrecen una rehabilitación altamente estética (2)

En el mercado odontológico existe una amplia gama de resinas compuestas y diferentes técnicas de restauración como son la incremental o convencional que consiste en colocar la resina compuesta en capas de 2mm de espesor. Sin embargo, en la actualidad se ha desarrollado una nueva técnica de restauración en bloque o monoincremental denominado Bulk fill, en la cual la resina compuesta es aplicada en incrementos de hasta 4mm de espesor. (3)

Como es de nuestro conocimiento, la polimerización de las resinas compuestas genera una contracción de polimerización entre la interface diente-restauración, debilitando la integridad de la restauración o causando una separación de la restauración de las paredes de la cavidad, lo que ocasiona la microfiltración de bacterias causando caries adyacente a la restauración e hipersensibilidad. (4)

Así mismo, debemos tener en cuenta que una resina compuesta debe presentar buenas propiedades físicas y mecánicas, siendo importante considerar la resistencia compresiva, propiedad que tiene gran relevancia durante la masticación sobre todo en el sector posterior en donde se producen las grandes cargas compresivas. (5)

Las cargas compresivas durante el acto masticatorio son transmitidas sobre las restauraciones pudiendo fracturarlas o provocar la fractura del órgano dental. Según Nicoluzzi, A & colab, mencionan que la resistencia a compresión del esmalte es de 384 MPa, de la dentina 297 MPa y la resistencia a la fractura de los dientes naturales en el molar de 305 MPa y premolar 248 MPa, pueden servir como padrón mecánico para seleccionar la resistencia ideal de las resinas compuestas para dientes posteriores. (6)

Por este motivo el presente trabajo de investigación pretende comprobar y dar a conocer mediante pruebas en laboratorio el grado de resistencia a la compresión de la resina monoincremental y la resina convencional al ser sometida o no al termociclado.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La disponibilidad de una amplia variedad de resinas compuestas es de interés investigativo por sus propiedades mecánicas, debido a que presentan deficiencias como baja resistencia al desgaste, microfiltración, pigmentación y polimerización incompleta, por lo que se ve comprometida su duración en boca que es relativamente corta. (7)

Según Cabanes, J et ál (8) una resina compuesta está constituida químicamente por matriz orgánica, matriz inorgánica y un agente de unión. Así mismo Taron, A et ál (9) aseguran que para solucionar problemas con el color o sus propiedades físicas, se ha realizado modificaciones en su composición para garantizar mayor longevidad a la restauración y mejor capacidad frente a las necesidades físicas y mecánicas del sistema estomatognático.

Las principales causas de fracasos en las restauraciones posteriores son sensibilidad post-operatoria debido a la contracción de polimerización, microfiltración por deficiencias en el proceso adhesivo, baja resistencia al desgaste con pérdida de la anatomía por la atrición durante el proceso masticatorio, fractura del cuerpo y márgenes de la restauración, y dificultad en el terminado y pulido. (10)

A pesar de los resultados estéticos y funcionales de las resinas compuestas como sustitutos del tejido dentario y su avance tecnológico se busca un material con propiedades físicas, químicas y mecánicas similares a la estructura dental con un adecuado módulo de elasticidad; resistencia flexural, al desgaste y buena resistencia compresiva a largo tiempo. (3) Entendiéndose por resistencia a la compresión como la capacidad de un material para resistir presiones verticales; es decir, la tensión máxima que puede soportar un material antes de fracturarse, la misma que es importante durante el acto masticatorio o los movimientos parafuncionales debido a que la mayoría de las fuerzas transmitidas en la región posterior de nuestra boca son particularmente compresivas las mismas que podría ocasionar fracturas tanto en la restauración como en la pieza dentaria. (3)

Por lo anteriormente mencionado el presente proyecto de investigación se centra en conocer el efecto del envejecimiento ambiental acelerado sobre la resistencia a la compresión de las restauraciones en el sector posterior utilizando dos tipos de resinas P60 de la casa Comercial 3M y Tetric® N-Ceram Bulk Fill, con el fin de determinar cuál de las dos tipos de resinas compuesta tienen mejor durabilidad y resistencia a las fuerzas masticatorias o parafuncionales.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

- Determinar la resistencia compresiva entre un sistema de resina compuesta monoincremental Tetric® N-Ceram Bulk Fill y uno convencional Filtek P60 -3M, después de las 48 horas posteriores a su polimerización y sometidas a 1 año de termociclado, a una temperatura que varía de 5°C, 37°C y 55°C.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el grado de resistencia compresiva de la resina compuesta monoincremental Tetric® N-Ceram Bulk Fill, después de las 48 horas posteriores a su polimerización y sometidas a 1 año de termociclado.
- Establecer el grado de resistencia compresiva de la resina compuesta convencional Filtek P60 -3M, después de las 48 horas posteriores a su polimerización y sometidas a 1 año de termociclado.
- Comparar la diferencia significativa de los grados de resistencia compresiva de las resinas monoincremental y convencional, después de las 48 horas posteriores a su polimerización y sometidas a 1 año de termociclado, con el fin de establecer si existe o no diferencia significativa entre ambas.

5. JUSTIFICACIÓN

La Odontología Mínimamente Invasiva en la actualidad, tiene como finalidad restaurar los órganos dentarios lo más conservador posible. Es por ello que algunos materiales restauradores como la amalgama se encuentran en desuso debido a que requieren de preparaciones extensas para poder adquirir resistencia y adhesión con la estructura dental, y han sido sustituidos por las resinas compuestas. (7)

Uno de los aspectos que es de mucha consideración para realizar un procedimiento restaurativo es la resistencia compresiva del material a utilizar, ya que si estamos en la búsqueda del producto más idóneo para dicho tratamiento, el material debería acercarse a los niveles de resistencia natural de una pieza dental, para así tener una restauración mucho más cercana a lo fisiológico de los tejidos dentarios. (11)

En virtud de lo antes expuesto la presente investigación nos permitirá determinar el efecto del termociclado sobre la resistencia a compresión de resinas compuestas Filtek™ P60 3M y Tetric® N Ceram Bulk Fill Ivoclar Vivadent en el sector posterior, y demostrar cuál de los dos tipos de resina tiene mayor grado de resistencia a la compresión.

La importancia de la investigación radica en la dar a conocer la resina compuesta más idónea a ser utilizada en el sector posterior y que mejoraría el aspecto estético y funcional de los órganos dentarios perdidos por diversas causas. Además de crear una base científica para futuras investigaciones aumentando el conocimiento de los estudiantes, Odontólogos y población en general.

6. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

CAPÍTULO I

6.1. RESINA

6.1.1. CONCEPTO

6.1.2. HISTORIA

6.1.3. COMPOSICIÓN

6.1.4. PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS RESINAS COMPUESTAS

6.1.5. CLASIFICACIÓN DE RESINAS

CAPÍTULO II

6.2. RESINA P60 3M

6.2.1. COMPOSICIÓN

6.2.2. INDICACIONES

6.2.3. RESISTENCIA COMPRESIVA

6.3. RESINA TETRIC® N-CERAM BULK FILL

6.3.1. COMPOSICIÓN

6.3.2. INDICACIONES

6.3.3. RESISTENCIA COMPRESIVA

CAPÍTULO III

6.4. ENVEJECIMIENTO AMBIENTAL ACELERADO

6.4.1. CONCEPTO

6.4.2. MÉTODOS DE ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL ACELERADO

6.4.3. TERMOCICLADO

6.4.3.1. CONCEPTO

6.4.3.2. EFECTOS DEL TERMOCICLADO

6.4.3.3. PROCEDIMIENTO

7. HIPÓTESIS

H0: El sistema de resina compuesta monoincremental presenta mayor grado de resistencia compresiva con relación a la resina convencional, después de las 48 horas posteriores a su polimerización y sometido a 1 año de termociclado.

H1: El sistema de resina compuesta convencional presenta mayor grado de resistencia compresiva con relación a la resina monoincremental, después de las 48 horas posteriores a su polimerización y sometidas a 1 año de termociclado.

H2: El sistema de resina compuesta monoincremental y resina convencional no presenta igual grado de resistencia compresiva, después de las 48 horas posteriores a su polimerización y sometidas a 1 año de termociclado.

8. CONCEPTUALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLE	TIPO	CLASIFICACIÓN	CATEGORIAS	ESCALA
Resina Convencional Filtek P60 3M	Independiente	Cuantitativa	Resistencia a la compresión	Nw-MPa
Resina Monoincremental Tetric® N-Ceram Bulk Fill Ivoclar Vivadent	Independiente	Cuantitativa	Resistencia a la compresión	Nw-MPa
Termociclado	Independiente	Cuantitativa	Envejecimiento de la muestra	Temperatura varía de 5°C, 37°C y 55°C.
Resistencia a la compresión	Dependiente	Cuantitativa	Máximo de fuerza	Nw-MPa

9. METODOLOGÍA

9.1. TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación es un estudio de tipo experimental prospectiva, longitudinal a corto plazo, de dos grupos con medición pre y post prueba tipo panel.

- *Estudio experimental*, donde se evaluará la resistencia compresiva de las resinas monoincremental y convencional sometidas o no al termociclado con la ayuda de prensa hidráulica y termociclador.
- *Estudio prospectiva*, porque se llevará a cabo un registro de la resistencia compresiva dada en megapascales por una máquina universal de ensayos mecánicos.
- *Estudio comparativo* donde se evaluarán el comportamiento de los materiales de restauración sometidos o no al termociclado, evaluando su resistencia compresiva.
- *Estudio In vitro*, porque se llevará a cabo fuera de boca con especímenes confeccionados en forma de bloques cilíndricos de resina Filtek™ P60 -3M y Tetric® N-Ceram Bulk Fill.
- *Longitudinal a corto plazo*, porque evaluaremos la resistencia compresiva de los materiales restauradores transcurrido 1 año de termociclado que equivale a 10.800 ciclos.
- *Dos grupos con medición pre y post prueba tipo panel*: al tener un grupo control que se realizará prueba de resistencia compresiva pasadas las 48 horas tras su polimerización, y el grupo experimental donde aplicaremos termociclado y lo someteremos a resistencia compresiva.

Tipo de muestreo: Según Bustamante G, 2011 (12) se utilizará el muestreo aleatorio simple que se caracteriza por que todos los miembros de la población tienen las mismas oportunidades de ser elegidos. En el presente estudio se utilizarán 60 especímenes los mismo que se dividirán de forma aleatoria a cada grupo ya sea de control o experimental.

9.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

Según de la Torre, J (11) menciona en su estudio de resistencia compresiva, que la población puede considerarse infinita al tratarse de un estudio in vitro, dado que podrían elaborarse tantos especímenes como se requiere, ya que estará conformada de:

- Resina Tetric® N-Ceram Bulk Fill Ivoclar Vivadent
- Resina Filtek™ P60 - 3M

Para la determinación de la muestra se seleccionó el proceso estadístico de determinación a partir de una muestra infinita a partir de la siguiente fórmula:

$$n_0 = p(1 - p) \left(\frac{Z}{e} \right)^2$$

Donde p= probabilidad de ocurrencia, en este caso 25%

$Z_{\alpha/2}$ = Constante que indica el nivel de confianza, que al 95% sugiere trabajar con el valor de 1,956.

e = error permitido, en este caso un error del 10%

Dando el tamaño de muestra estándar requerido de:

$$n_0 = 0,25 * (1 - 0,25) (1,956 / 0,1)^2$$

$$n_0 = 60$$

Los especímenes se elaborara según el estudio de Acurio, P et ál (3), en su estudio, es por ello que se realizarán especímenes de 4mm de diámetro y 4 mm de altura.

Según Huayna, E (5), la muestra de la investigación será distribuida en 4 grupos con 15 muestras en cada uno, las mismas que se dividirán aleatoriamente en dos grupos de 30 muestras cada uno:

GRUPO CONTROL: 15 especímenes de resina Tetric® N-Ceram Bulk Fill y 15 especímenes de Filtek P60 - 3M, sometidos directamente a resistencia compresiva

GRUPO EXPERIMENTAL: 15 especímenes de resina Tetric® N-Ceram Bulk Fill Ivoclar Vivadent y 15 especímenes de Filtek™ P60 3M, sometidas a termociclaje y resistencia compresiva.

9.2.1. Criterios de Inclusión

- Especímenes de resina Filtek™ P60 3M y Tetric® N-Ceram Bulk Fill Ivoclar Vivadent
- Especímenes de resina cilíndricas de 4 mm de diámetro y 4 mm de altura
- Especímenes de resina compuesta íntegros, sin burbujas o grietas
- Especímenes de resina pasadas las 48 horas a su polimerización o sometidas a 1 año de termociclaje
- Especímenes fotopolimerizados según especificaciones del fabricante: 2mm en resina convencional y 4mm en la resinal monoincremental.

9.2.2. Criterios de Exclusión

- ✓ Especímenes de resina que no sean Filtek™ P60 – 3M y Tetric® N-Ceram Bulk Fill
- ✓ Especímenes de resina sin las medidas adecuadas
- ✓ Especímenes de resina fracturados, con burbujas o mal empacadas.
- ✓ Especímenes de resina antes de las 48 horas a su polimerización o no sometidas a 1 año de termociclaje
- ✓ Especímenes no fotopolimerizados según especificaciones del fabricante.

9.3. MATERIALES Y MÉTODOS

9.3.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .

La presente investigación es un estudio comparativo in vitro de la resistencia compresiva de una resina monoincremental y uno convencional sometidos a termociclado usadas en el sector posterior, cuyo desarrollo se realizará en tres fases detalladas a continuación:

FASES 1: PERMISOS PARA REALIZAR PRUEBAS DE COMPRESIÓN, ELABORACIÓN DE MATRIZ METALICA PREFABRICADA Y MEDICIÓN DE ESPECÍMENES

Se solicitara la autorización al Director de la Carrera de Geología Ambiental y Mejoramiento Territorial de la Universidad Nacional de Loja para el uso de la máquina universal de ensayos mecánicos como es la prensa hidráulica, la misma que nos ayudara a la medición de la resistencia compresiva.

Además se solicitara el respectivo permiso al Director de la Carrera de Electromecánica para elaboración de la matriz metálica prefabricada para elaborar los especímenes y el calibrador pie de rey para comprobar que las dimensiones de las muestras sean adecuadas.

FASE 2: ELABORACIÓN DE ESPECÍMENES

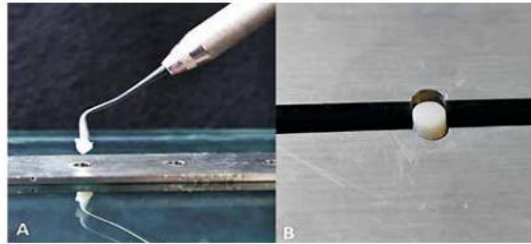


Figure 1 Torno manual

a. Elaboración de matriz metálica prefabricada para confección de especímenes

Se utilizarán dos muestras cilíndricas prefabricadas de metal, las mismas que se confeccionarán con ayuda del torno, la matriz tendrá 4mm de diámetro x 4mm de espesor y finalmente se eliminan los excesos con una lija de grano fino.

b. Elaboración de muestra



Aislamos la loseta de vidrio con vaselina que se encontrará debajo del molde prefabricado y procedemos a compactar con el gutaperchero la resina convencional en incrementos de 2mm y fotopolimerizar durante 20 segundos cada capa, mientras que la resina monoincremental se coloca en incrementos de 4 mm y se fotopolimeriza durante 10 segundos.

Se debe tener en cuenta que el último incremento de resina debe ser uniforme, para lo cual se colocó un porta objetos previamente aislado con vaselina por el extremo libre y se ejerció presión durante 30 segundos y se fotopolimeriza la última capa. Se utilizará una lámpara Kavo de 1100mw/cm para el proceso de fotocurado. (3)

Se controlará la intensidad de la lámpara antes y finalizada la fabricación de los especímenes con un radiómetro de la marca Litex y finalizado el procedimiento se retira el espécimen del molde y se procede a su medición con el calibrador Pie de Rey.



Grupo control: se someterá directamente a las pruebas de resistencia compresiva pasadas las 48 horas de su fotopolimerización.

Grupo experimental: se someterá a termociclado durante 10.800 ciclos que equivale a 1 año, a una temperatura que varía de 5°C, 37°C y 55°C.

El procedimiento para realizar el termociclado se realizara con la ayuda de un termociclado convencional, donde someteremos los especímenes a cambios bruscos de temperatura, trasladándolos a recipientes que contendrán agua a 55°C, luego a 37°C y finalmente a 5°C, para después pasarlos nuevamente a los 55°C; en cada temperatura permanecieron durante 5 s. Considerando este cambio de temperaturas como un ciclo. (13)

FASE 3: PRUEBA DE RESISTENCIA COMPRESIVA

Antes de realizar la determinación del grado de resistencia compresiva se medirá los especímenes con el calibrador pie de rey, posteriormente se someterá a la prueba de resistencia compresiva con ayuda de la máquina universal de ensayos mecánicos, se utilizará una prensa hidráulica específicamente, donde se aplicará velocidad de desplazamiento fijo de 0.5 mm/ min, incidiendo sobre los especímenes con fuerza máxima hasta la ruptura de los mismos. A continuación se colocan las tablas para recolección de los datos.

GRUPO CONTROL: RESINA SOMETIDA A RESISTENCIA COMPRESIVA DESPUÉS DE LAS 48 HORAS POSTERIORES A SU FOTOPOLIMERIZACIÓN		
Nº	RESINA P60 3M	RESINA TETRIC® N-CERAM BULK FILL
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		

13		
14		
15		
Promedio		

GRUPO CONTROL: RESINA SOMETIDA A RESISTENCIA COMPRESIVA DESPUÉS DE REALIZAR TERMOCICLADO A 1 AÑO		
Nº	RESINA P60 3M	RESINA TETRIC® N-CERAM BULK FILL
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
Promedio		

9.3.2. Técnicas para procesamiento y análisis estadístico

Según Acurio, P (3), los datos serán analizados con las pruebas de ANOVA y Kruskal Wallis para evaluar las significancias estadísticas de los valores obtenidos ($p > 0.05$). Asimismo, se utilizará la prueba de t de Student y U de Mann Whitney para muestras independientes a fin de comparar la resistencia compresiva de las resinas monoincremental tipo Bulk Fill con las resinas convencionales. ANEXO 1

10. CRONOGRAMA

ACTIVIDAD	OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ORGANIZACIÓN LOGÍSTICA DE LA INVESTIGACIÓN	X																			
RECONOCIMIENTO DE CAMPO		X	X																	
TRABAJO DE CAMPO				X	X	X	X	X	X	X	X	X								
SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN/ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS													X	X	X					
ELABORACIÓN DE CONCLUSIONES																X	X			
LEVANTAMIENTO DE TEXTO DE INFORME FINAL																		X	X	
PRIMER BORRADOR																				X

11. PRESUPUESTO

DETALLE	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	TOTAL	FINANCIAMIENTO
Resina Filtek ™ P60	1	Juego	265	265.00	Tesista
Tetric N- Ceram Bulk Fill	1	Juego	300	300.00	Tesista
Termociclado	1	Máquina	30	30.00	Tesista
Lámpara de Fotocurado	1	Unidad	200	200.00	Tesista
Espátulas	2	Unidades	40	80.00	Tesista
Prensa Hidráulica	1	Unidad	-	-	Tesista
Calibrador Pie de Rey	1	Unidad	-	-	Tesista
Otros			10.00	10.00	Tesista
TOTAL				885.00	

12. BIBLIOGRAFÍA

1. Garzón JE. Estudio comparativo de resistencia a la compresión de la resina Filtek P60 3M sometida a calor y presión: Estudio in vitro. [Tesis Dctoral]. Quito: Universidad Central del Ecuador; 2016.

Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/6683/1/T-UCE-0015-341.pdf>

2. Arce N, Cabezas C, Posada E, López Moreno L, Garzón RH. Comparación de la resistencia de dos resinas microhíbridas para la restauracion dental. Colombia: Rev Estomatol; 2005. XIII (2). p. 39-28.

Disponible en: <http://estomatologia.univalle.edu.co/index.php/estomatol/article/view/225/224>

3. Acurio P, Falcón G, Casas L. Comparación de la resistencia compresiva de resinas convencionales vs resinas tipo Bulk fill. Lima: Rev. Scielo; 2017. II (27).p. 69-77

Disponible en: <http://www.scielo.sa.cr/pdf/odov/n27/1659-0775-odov-27-00069.pdf>

4. Montalvo M. Influencia de los tipos de polimerización ante el efecto de fuerzas compresivas sobre una resina de nano partícula, una resina Bulk Fill y un cerómero. Estudio in vitro. [Tesis Doctoral]. Quito: Universidad Central del Ecuador; 2017.

Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/11064/1/T-UCE-0015-695.pdf>

5. Huayhua ED. Estudio comparativo in vitro de la resistencia compresiva de resinas compuestas microhíbridas y nanohíbridas. [Tesis Doctoral]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2013.

Disponible en: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/3073/Huayhua_re.pdf?sequence=1

6. Nicoluzzi A, Ribeiro M, Candido R, Rabelo JC, Candido D. Influencia del envejecimiento artificial acelerado sobre la resistencia a compresión de resinas compuestas. Caracas: Rev. Odontol. Ven; 2008. XXXIV (4).

Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652008000400011.

7. Blanco S, Frías S, Tarón A, Bustillo JM, Díaz A. Resistencia a la compresión del ionómero de vidrio y de la resina compuesta. Estudio in vitro. Cartagena: Rev Odontol Mex; 2017. XXI

(2). p.109-113.

Disponible en: <http://scielo.isciii.es/pdf/odonto/v31n6/original2.pdf>

8. Cabanes J, Hervás A, Martínez MA, Barjau E, Fos G. Resinas compuestas. Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. Valencia: Oral Surg Oral Med Oral Pathol; 2006. XI (2).p. (8)

Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S169869462006000200023

9. Taron A, Frías S, Blanco S, Camacho A, Bustillo JM, Díaz A. Comparación de la dureza superficial de diferentes tipos de materiales restauradores en premolares birradiculares, un estudio in vitro. Scielo. Abril 2015. XXXI (6).

Disponible en: <http://scielo.isciii.es/pdf/odonto/v31n6/original2.pdf>

10. Baldión E, Vaca H, Álvarez S, Agaton A. Estudio comparativo de las propiedades mecánicas de diferentes tipos de resina compuesta. Colombia: Rev Colomb Invest Odont; 2010. I (3).p. 355-361.

Disponible en: <https://www.rcio.org/index.php/rcio/article/view/15/21>

11. De la Torre S. Resistencia Compresiva: Estudio comparativo in vitro entre un cerómero y una resina de nanotecnología sometida a dos tipos de complementación de polimerización. [Tesis Doctoral]. Quito: Universidad Central del Ecuador; 2016.

12. Bustamante CG. Aproximación al muestreo estadístico en investigaciones científicas. La Paz: Rev Act Clin – Rev Boliv; 2011. X. (12). P 476-480

Disponible en: <http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2304-37682011000700>

00 6&script=sci_arttext

13. Falconí B, Molina G, Velásquez R, Armas AC. Evaluación del grado de microfiltración en restauraciones de resina compuesta, comparando dos sistemas adhesivos tras diferentes períodos de envejecimiento. Quito: Rev Scielo; 2016. XXVII (2).p. 281-295

Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfoua/v27n2/0121-246X-rfoua-27-02-00281.pdf>

13. ANEXOS

ANEXO 1: TABLA PARA RECOLECCION DE LOS DATOS DE RESISTENCIA COMPRESIVA

GRUPO CONTROL: RESINA SOMETIDA A RESISTENCIA COMPRESIVA DESPUÉS DE LAS 48 HORAS POSTERIORES A SU FOTOPOLIMERIZACIÓN		
Nº	RESINA FILTEK P60 3M	RESINA TETRIC® N-CERAM BULK FILL
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
Promedio		

GRUPO CONTROL: RESINA SOMETIDA A RESISTENCIA COMPRESIVA		
DESPUÉS DE REALIZAR TERMOCICLADO A 1 AÑO		
Nº	RESINA FILTEK P60 3M	RESINA TETRIC® N-CERAM BULK FILL
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
Promedio		