UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA SALUD HUMANA

CARRERA DE ODONTOLOGÍA

TÍTULO

Estudio in vitro de la resistencia a la compresión de resinas compuestas Bulk Fill.

Tesis previa a la obtención del Título de Odontóloga

AUTORA:

Lilibeth Jackeline Castillo Gordillo

DIRECTORA:

Odt. Esp. Tatiana Isabel Luna Salinas

LOJA – ECUADOR

2020

Certificación

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

CERTIFICA:

Haber dirigido, orientado y analizado en cada una de las partes el desarrollo de la tesis denominada: "**ESTUDIO IN VITRO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE RESINAS COMPUESTAS BULK FILL.**", de autoría de la Srta. Lilibeth Jackeline Castillo Gordillo, la misma que cumple con los requerimientos establecidos 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, 02 de marzo de 2020

.....

Odt. Esp. Tatiana Isabel Luna Salinas
DIRECTORA DE TESIS

Autoría

Yo, Lilibeth Jackeline Castillo Gordillo, declaro ser autora del presente trabajo de tesis: **ESTUDIO IN VITRO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE RESINAS COMPUESTAS BULK FILL.,** y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos posibles reclamos y acciones legales, por el contenido de la misma.

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

Autora: Lilibeth Jackeline Castillo Gordillo

Firma: .....

Cédula: 1104567779

Fecha: Loja, 02 de marzo del 2020

Carta de Autorización

Yo, Lilibeth Jackeline Castillo Gordillo, declaro ser autora de la tesis titulada: **ESTUDIO IN VITRO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE RESINAS COMPUESTAS BULK FILL.,** como requisito para optar por 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 siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo a través del RDI, en las redes de información del país y del exterior, con los cuales tenga convenio la Universidad.

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

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja a los 02 días del mes de marzo de dos mil veinte, firma la autora.

Firma: ……

Autora: Lilibeth Jackeline Castillo Gordillo
Cédula: 1104567779
Dirección: Barrio Los Operadores
Correo electrónico: lilicasgor@gmail.com
Celular: 0993705665

DATOS COMPLEMENTARIOS:

DIRECTORA DE TESIS: Odt. Esp. Tatiana Isabel Luna Salinas
TRIBUNAL DE GRADO
PRESIDENTA DEL TRIBUNAL: Odt. Esp. Darlen Díaz Pérez
MIEMBRO: Odt. Esp. María Gabriela Valladares Sotomayor
MIEMBRO: Blga. María Ximena Córdova Rodríguez, Mg. Sc.

Dedicatoria

A Dios, por darme la vida, salud, sabiduría, la fuerza, perseverancia y constancia para poder alcanzar esta meta.

A mi abuelita Macrina, por ser un ejemplo de vida puedo decir plenamente que eres además de mi abuela mi segunda madre, por los valores y aportes que has realizado en mi vida son simplemente invaluables.

A mis padres Servilio y Martha, por ser los principales promotores de mis sueños, brindarme los recursos necesarios, estar a mi lado siempre haciendo de mí una mejor persona a través de sus consejos, enseñanzas y sobre todo su infinito amor.

A mis hermanos Maricel, Tatiana, Servilio y Cayo, por ser la razón de sentirme tan orgullosa de culminar mí meta, gracias a ellos, por su cariño y confianza.

Finalmente dedico con todo cariño a Dennis Ramón, quien gracias por su amor, apoyo y confianza, me alentó para continuar en la realización de mi tesis. Así como también a mis compañeros que me supieron compartir sus conocimientos, alegrías y tristezas en todo el transcurso de mi carrera.

Este logro no sería lo mismo sin ustedes, gracias totales.

Lilibeth Jackeline Castillo Gordillo

Agradecimiento

A mis familiares, que han estado conmigo siempre brindándome su comprensión, paciencia y apoyo incondicional en todos los aspectos de mi vida, permitiéndome lograr los diferentes objetivos que me he propuesto hasta el momento.

También debo agradecer a los diferentes catedráticos de la carrera de Odontología, que contribuyeron en mi formación profesional y personal a través de la transmisión de conocimientos y experiencias, con las que enriquecieron mi aprendizaje académico y las que me han preparado para poder ir por el camino de la ética en mi vida profesional.

De igual manera agradezco a los Ingenieros del laboratorio ESTSUELCON, carrera de Electromecánica y Geología y Minas de la Universidad Nacional de Loja, por haber brindado su confianza y conocimientos; al permitirme el acceso a las instalaciones para la realización del diseño de muestra y ejecución de las pruebas de resistencia compresiva

Y por último un especial agradecimiento a mi tutora de tesis Odt. Esp. Tatiana Luna, por su generosidad al brindarme la oportunidad de recurrir a su capacidad, experiencia científica y profesional en un marco de confianza, afecto y amistad, fundamentales para la concreción de este trabajo.

Lilibeth Jackeline Castillo Gordillo

Índice

Carátula..... i
Certificación ii
Autoría iii
Carta de Autorización iv
Dedicatoria..... v
Agradecimiento vi
Índice vii
Índice de tablas ix
Índice de figuras ix
Índice de anexos x
1. Título 1
2. Resumen 2
Summary..... 3
3. Introducción..... 4
4. Revisión de literatura..... 6
CAPÍTULO I 6
4.1. Resinas Compuestas..... 6
4.1.1. Reseña histórica resina compuesta..... 6
4.1.2. Composición. 7
4.1.2.1. Matriz orgánica. 8
4.1.2.2. Matriz inorgánica. 9
4.1.2.3. Agente de conexión o de acoplamiento. 9
4.1.3. Clasificación. 10
4.1.3.1. Resinas de macrorelleno o convencionales..... 10
4.1.3.2. Resinas de microrelleno. 11
4.1.3.3. Resinas híbridas. 11
4.1.3.4. Resinas microhíbrida 11
4.1.3.5. Resinas nanohíbridas. 11
4.1.4. Resinas Bulkfill o resinas en bloque 12
4.1.4.1. Resina nanohíbrida Tetric EvoCeram. 13
4.1.4.2. Resina nanohíbrida Filtek™. 15

4.1.4.3. Resina nanohíbrida Admira fusion X-tra. 16
4.1.5. Propiedades Mecánicas de la Resina Compuesta Bulk Fill. 18
4.1.5.1. Resistencia a la Fatiga. 18
4.1.5.2. Resistencia a la compresión. 18
4.1.5.3. Resistencia a la Tracción. 19
4.1.5.4. Módulo de elasticidad. 19
4.1.5.5. Resistencia al Desgaste. 20
4.1.5.6. Dureza Superficial. 20
4.1.5.7. Resistencia a la flexión 20
CAPÍTULO II 22
4.2. Polimerización de la resina compuesta Bulk Fill y Técnicas de foto activación 22
4.2.1. Generalidades. 22
4.2.2. Fotopolimerización. 22
4.2.3. Tipos de emisores de luz. 23
4.2.3.1. Luz emitida por diodos (L.E.D). 23
4.2.4. Profundidad de polimerización. 24
4.2.5. Técnicas de foto activación. 25
CAPÍTULO III 27
4.3. Resistencia a la Compresión 27
4.3.1. Efectos de una fuerza compresiva sobre un cuerpo en reposo. 27
4.3.1.1. Cálculo de la resistencia compresiva. 28
4.3.1.2. Método de resistencia compresiva. 29
5. Materiales y métodos 31
6. Resultados 39
7. Discusión 45
8. Conclusiones 48
9. Recomendaciones 49
10. Referencias bibliográficas 50
11. Anexos 62

Índice de tablas

Tabla 1. Prueba ANOVA: Comparación de la Resistencia Compresiva entre los tres grupos de resina 39
Tabla 2. Pruebas post hoc 41
Tabla 3. Subconjuntos homogéneos 42
Tabla 4. Comparación del nivel de fractura en el especímen de cada grupo 43
Tabla 5. Prueba de Tukey 44

Índice de figuras

Figura 1.Cronología del desarrollo de las resinas compuestas de acuerdo a las partículas,sistemas de polimerización y tecnología adhesiva disponible. 6
Figura 2. Composición básica de la resina compuesta. 7
Figura 3. Tipos de resinas compuestas según el tamaño de sus partículas de relleno 10
Figura 4. Los efectos de ivocerin y su relación con otros fotoiniciadores. 13
Figura 5. Ilustración de componentes especiales patentados de Tetric EvoCeram Bulk Fill 14
Figura 6. Disminución del estrés con AFM 15
Figura 7. Metacrilato tradicional v/s AUDMA 15
Figura 8. Protocolo de polimerizacion de la resina filtek bulk fill 16
Figura 9. Dispositivo para ensayo de compresión 18
Figura 10. Ensayo de tracción 19
Figura 11.Fractura por carga compresiva 27
Figura 12. Carga compresiva estática sobre un cuerpo 28
Figura 13.Cuerpo de prueba o probeta de ensayo 29
Figura 14.Cálculo de la resistencia compresiva. 29
Figura 15. Torno manual con visualizador digital modelo T-1840 marca Travis 34
Figura 16. Matriz para la confección de especímenes. 34
Figura 17. Aislamiento del porta objetos y molde cilíndrico 34
Figura 18.Proceso de elaboración de los especímenes de resina Filtek , Tetric Evoceram y Admira fusión 35

Figura 19. Resinas empleadas en el estudio 35
Figura 20.Calibración de la lima tipo K a 4mm y medición del primer incremento de resina..... 35
Figura 21. Lámpara de luz LED GNATUS Optilight, con potencia de 1200mW/Cm2..... 36
Figura 22. Fotopolimerización luz LED. (Incrementos de 4mm) 36
Figura 23. Cilindros de resina..... 36
Figura 24.Calibrador pie de rey..... 36
Figura 25. Cilindros de resina colocados en las bolsas ZIPLOC de sellado al vacío antes del ensayo 37
Figura 26. Estufa Memmert..... 37
Figura 27. Máquina para Ensayos prensa multiusos semiautomática 38

Índice de anexos

Anexo 1. Fichas de observación..... 62
Anexo *2*. Permiso para elaboración de la matriz cilíndrica y uso de calibrador pie de rey. 64
Anexo 3. Permiso para la elaboración de los especímenes de resina 65
Anexo 4. Certificación del almacenamiento de muestras en la estufa (Memmert)..... 66
Anexo 5. Certificacion de realización de resistencia compresiva 67
Anexo 6. Ensayo definitivo: resistencia compresiva resina Filtek -3M, Admira fusion X-tra y Tetric® EvoCeram Bulk Fill 68
Anexo 7. Materiales utilizados 70
Anexo 8. Certificado de la traducción del resumen..... 72
Anexo 9. Certificado de análisis estadístico..... 73
Anexo 10. Proyecto de tesis 74

1. Título

ESTUDIO IN VITRO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE RESINAS COMPUESTAS BULK FILL.

2. Resumen

La odontología restauradora, intenta mejorar en las resinas compuestas sus propiedades físicas, mecánicas y estéticas, incluyendo más de un tipo de partículas de relleno inorgánico, a fin de conferir cualidades mecánicas al material, para resistir fuerzas masticatorias en dientes anteriores como posteriores. El objetivo, fue determinar la resistencia a la compresión de tres resinas compuestas nanohíbridas, Bulk Fill, que corresponden a Filtek™ 3M, Tetric EvoCeram-Ivoclar Vivadent y Admira Fusion X-tra-Voco almacenadas en agua destilada a 37° durante 24 h. Materiales y Métodos: se realizó un estudio *in vitro*, transversal y comparativo, para lo cual se confeccionaron 60 muestras cilíndricas de 4x8 mm divididos en 3 grupos con 20 muestras en cada uno. Los datos obtenidos y analizados estadísticamente mostraron que la resistencia compresiva de la resina Filtek™ Bulk Fill presentó una media 51,964MPa, mínima 18,30MPa y máxima 85,15 MPa. Por otra parte, la resina Tetric® Evo-Ceram Bulk Fill presentó una media 111,607 MPa, mínima 77,19 MPa y máxima 185,42 MPa. Por último, la resina Admira Fusion X-tra Bulk Fill presentó una media 99,273 MPa, mínima 62,87 MPa y máxima 139,26 MPa. Como conclusión tenemos que la resina Tetric Evo-Ceram presenta mayor resistencia a la compresión en comparación con las otras resinas evaluadas.

Palabras clave: resistencia compresiva, resinas nanohíbridas, Bulk Fill.

Summary

Restorative dentistry attempts to improve its physical, mechanical and aesthetic properties in composite resins, including more than one type of inorganic filler particles, to confer mechanical qualities to the material, to resist masticatory forces in anterior and posterior teeth. The aim was to determine the compressive strength of three nanohybrid composite resins, Bulk Fill, which correspond to Filtek ™ 3M, Tetric EvoCeram-Ivoclar Vivadent and Admira Fusion X-tra-Voco stored in distilled water at 37o for 24 h. Materials and Methods: an in vitro, cross-sectional and comparative study was carried out, for which 60 cylindrical samples of 4x8 mm were divided into 3 groups with 20 samples in each. The data obtained and statistically analyzed showed that the compressive strength of Filtek ™ Bulk Fill resin had an average 51,964MPa, minimum 18.30MPa and maximum 85.15 MPa. On the other hand, Tetric® Evo-Ceram Bulk Fill resin had an average 111,607 MPa, minimum 77, 19 MPa and maximum 185, 42 MPa. Finally, the Admira Fusion X-tra Bulk Fill resin had an average 99.273 MPa, minimum 62.87 MPa and maximum 139.26 MPa. In conclusion, we have that Tetric Evo-Ceram resin has a higher compressive strength compared to the other resins evaluated.

Keywords: compressive strength, nanohybrid resins, Bulk Fill.

3. Introducción

Dentro de la odontología restauradora las resinas compuestas, han sido una de las contribuciones más significativas que incluyen; reparar el tejido dental enfermo o perdido, confiriendo la preservación de las piezas dentarias afectadas, devolviendo la funcionalidad así como la obtención de un excelente resultado estético. (Zeballos & Valdivieso , 2013)

La evolución sucesiva de estos materiales de restauración se fue dando al tratar de mejorar tanto las propiedades físicas, mecánicas como estéticas de los composites, en primera instancia se creó las resinas de macropartículas hasta llegar a la actualidad en donde tenemos a las resinas compuestas nanohíbridas. (Chalacán & Garrido, 2016)

Considerando que dentro de estas propiedades la más importante podría ser la mecánica, ya que nos muestra la resistencia del material frente a las fuerzas masticatorias, funcionales y parafuncionales (Besegato *et al*., 2018)

Teniendo en cuenta que la técnica incremental es una de las más usadas hoy en día en dientes del sector posterior, suele generar más pasos operatorios incrementando el tiempo clínico (Lafuente , 2016).

Las actuales resinas nanohíbridas permiten realizar restauraciones posteriores en un solo incremento sin embargo , no se sabe con certeza si su fotopolimeración es posible en grandes incrementos; para otorgar una adecuada resistencia mecánica por lo tanto surgen inteorrogantes sobre su comportamiento al ser utilizadas. (Guerrero & Chumi , 2018)

Las investigaciones aún son escasas en relación al estudio de las propiedades físicas, mecánicas y comportamiento clínico de las nuevas resinas Bulk Fill. Por tal motivo, el objetivo de este estudio fue determinar la resistencia a la compresión de tres resinas

compuestas nanohíbridas, Bulk Fill Tetric EvoCeram (Ivoclar Vivadent), Filtek™ (3M) y Admira Fusion X-tra (Voco).

4. Revisión de literatura

CAPÍTULO I

4.1. Resinas Compuestas

4.1.1. Reseña histórica resina compuesta. La historia de las resinas compuestas tuvo sus inicios en el siglo XX. Los únicos materiales de restauración estética eran los silicatos por su color similar al diente; que al poco tiempo de ser colocados sufrían desgaste siendo la principal desventaja. Para suplir los defectos de estas resinas hacia los años 40, las resinas acrílicas de polimetilmetacrilato reemplazaron los silicatos. (López , 2018)

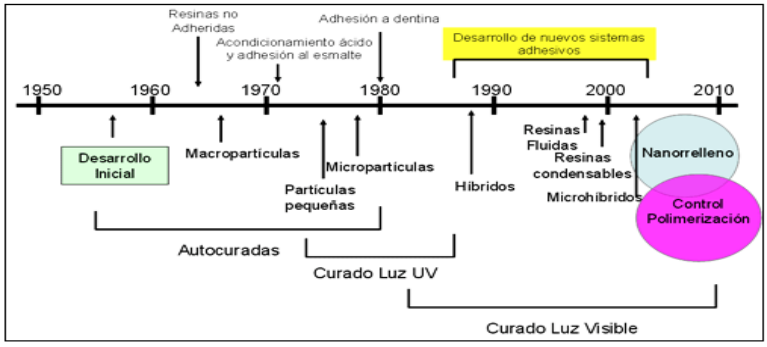


Figura 1.*Cronología del desarrollo de las resinas compuestas de acuerdo a las partículas,sistemas de polimerización y tecnología adhesiva disponible.*
Fuente: (Rodriguez & Pereira , 2008)

Peutzfeldt 1997 como se citó en (Cuevas , 2010) , afirmó que la era de las resinas modernas empieza en 1962 cuando el Dr. Ray. L. Bowen desarrolló un nuevo tipo de resina compuesta.

La principal innovación fue la matriz de resina de Bisfenol-A-Glicidil Metacrilato (Bis-GMA) y un agente de acoplamiento o silano entre la matriz de resina y las partículas de relleno.Tratando de mejorar las propiedades físicas de las resinas acrílicas (Hervás , Martínez, Cabanes , Barjau, & Fos , 2006).

4.1.2. Composición. Los composites dentales están básicamente compuestos por: una matriz orgánica (monómero Bis-GMA y UDMA.), (TEGDMA, EGDMA), matriz inorgánica (rellenos de vidrio, cuarzo y/o sílice); y un agente de unión o acoplamiento (silano) (Anusavice, 2004); (Vasudeva, 2009); (Joubert, 2010); (Geissberger, 2012)

Para facilitar la polimerización del composite se incluyen otros aditivos en su formulación, tales como:

- ***Sistema iniciador/activadores*:** para resinas químicamente activadas: peróxido de benzoílo (iniciador) y una amina terciaria dimetil paratoluidina (activador) (Macchi, 2007)

En resinas fotoactivadas: las más usadas, canforoquinonas, lucerinas, fenilpropanodionas entre otros (Cova, 2010, pág. 248).

- ***Pigmentos:*** inorgánicos (óxidos metálicos).
- ***Inhibidores de la polimerización*:** hidroxitolueno butílico, hidroquinonas y oxígeno con la finalidad de ajustar la viscosidad y mejorar la opacidad radiográfica. (Reis & Loguercio, 2012, pág. 144)

Figura 2. *Composición básica de la resina compuesta.*
Fuente: *(Malucín , 2016)*

4.1.2.1. Matriz orgánica. es responsable de la contracción volumétrica, durante el proceso de polimerización (Henostroza, 2009).

Constituida por: monómeros, sistema iniciador\activador; estabilizadores o inhibidores y modificadores de color (Malucín , 2016) .

- ***Monómeros:*** más usados, son los dimetacrilatos *aromáticos* el Bisfenol-A-Glicidil Metacrilato (Bis-GMA) y UDMA (uretano dimetil metracrilato), (Ferracane, 2011)

Sin embargo por su alto peso molecular, su viscosidad se ve aumentada por lo tanto lo vuelve al material difícil de manipular. Para contrarrestar estas deficiencias, se añaden monómeros de bajo peso molecular tales como el TEGDMA (trietilenglicol dimetacrilato) y y EGDMA (dimetacrilato de etilenglicol). (Nocchi , 2008)

- ***Sistema Iniciador-activador***: se generan la acción de los radicales libres a través de un estímulo externo (físico o químico) para iniciar la reacción de polimerización de monómeros en las resinas compuesta (Anusavice, 2004); (Rodriguez & Pereira , 2008); (Henostroza, 2009).

Según Yearn citado por (González, 2012) afirma: que resinas auto-curadas el estímulo proviene de la mezcla de dos pastas, una tiene un activador químico (amina terciaria aromática como el dihidroxietil-p-toluidina) y la otra un iniciador (peróxido de benzoílo).

El proceso de polimerización de las resinas fotopolimerizables ocurre al activar su iniciador (canforoquinona, lucerina u otras dicetonas). Es necesario que la resina sea expuesta a una fuente de luz con la adecuada longitud de onda entre 400 y 500 nm en el espectro de luz visible. (Chen, 2010) ; (Carrillo & Monroy, 2009)

- ***Inhibidores.*** "Para evitar la polimerización espontánea o accidental de las resinas y por otro lado aumentar su vida útil, se le agregan sustancias inhibidoras o estabilizadoras como la hidroquinona" (Guillen, 2015, pág. 149) .

Los inhibidores más utilizados tenemos: hidroxitolueno butílico (HTB) que tiene mayor estabilidad de color, las hidroquinonas y oxígeno (Reis & Loguercio, 2012).

4.1.2.2. Matriz inorgánica. Proporciona estabilidad dimensional a la matriz resinosa, por lo tanto reduce la contracción de polimerización, sorción acuosa y el coeficiente de variación dimensional térmica, aumentando la resistencia a la tracción, compresión, abrasión, módulo de elasticidad (rigidez), viscosidad y radiopacidad. (Cova, 2010)

Anteriormente se utilizaba partículas de cuarzo, pero su uso disminuyó por ser duras, grandes difíciles de triturar además de no tener radiopacidad. Las partículas de vidrio de bario o de estroncio y sílice coloidal son las más utilizadas, por su tamaño pequeño y su radiopacidad. (Palma & Sanchez, 2013); (Reis & Loguercio, 2012)

La tendencia actual es la disminución del tamaño de las partículas cerámicas, lo más cercana posible, en torno a 0.05 µm (Sabbagh *et al*., 2004).

4.1.2.3. Agente de conexión o de acoplamiento. El silano que se utiliza con mayor frecuencia es el γ- metacril-oxipropil trimetoxi-silano (MPS) (…), posee grupos metacrilatos, que forman uniones covalentes con la resina durante el proceso de polimerización ofreciendo una adecuada interfase resina/partícula de relleno. Además, el silano mejora las propiedades físicas y mecánicas de la resina compuesta. (Blanco, 2013, pág. 128)

4.1.3. Clasificación. Los composites se clasifican según el tamaño y partículas de relleno. Teniendo en cuenta que la localización y tipo de restauración a realizar será las que determinen el tipo de resina compuesta a utilizar en cada caso. Sin embargo, cada tipo presenta unas características mecánicas y estéticas concretas. (Fahl, 2010)

Actualmente se pueden reunir las resinas compuestas en cinco categorías principales:

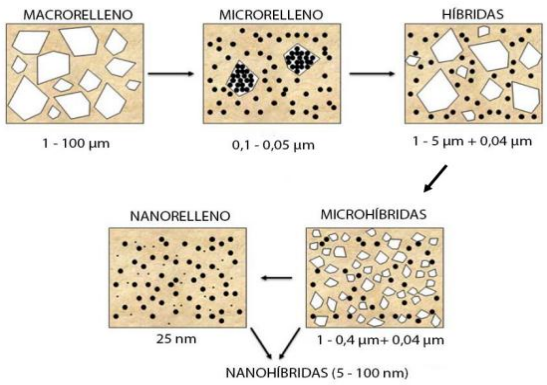


Figura 3. *Tipos de resinas compuestas según el tamaño de sus partículas de relleno.*
Fuente*: (Bader , 2014)*

4.1.3.1. Resinas de macrorelleno o convencionales. El tamaño de sus partículas tenía un promedio que superaban 1 µm, con rellenos de tamaños cercanos o que excedían el diámetro de un pelo humano (~50 µm). Estos materiales eran muy resistentes, pero difíciles de pulir e imposibles de mantener una superficie homogénea. (Ferracane, 2011)

Su desempeño clínico y el acabado superficial deficiente, por el desgaste de matriz resinosa. Además, la rugosidad influencia el poco brillo superficial con una mayor susceptibilidad a la pigmentación. (Chain & Baratieri, 2001)

Los rellenos más utilizados en este tipo de resinas fueron el cuarzo y el vidrio de estroncio o bario (Dean, 2018)

4.1.3.2. Resinas de microrelleno. Son de gran facilidad de pulimento, por lo que se usan en restauraciones cosméticas, como carillas anteriores, cierre de diastemas, restauraciones de clase III, IV y V. Su material de relleno es el sílice coloidal, con partículas de 0,01 a 0.05 µm aproximadamente. Tienen baja resistencia a la fractura. (Nocchi , 2008); (Salazar, 2009)

4.1.3.3. Resinas híbridas. La tecnología de los híbridos esta reforzadas con una fase inorgánica de vidrio, constituida por micropartículas de sílice coloidal típico de los microrrellenos en (dimensiones aproximadas de 0,04- 0,06 µm) y los macrorrellenos (entre 0,6 y 1 µm) (Re, Cerutti, Mangani, & Putignano, 2009).

Poseen características mejoradas en sus propiedades físico-mecánicas, en especial con matices, opacidades diferentes, excelente tersura al pulimento. Este tipo de resina sirve para realizar restauraciones estéticas en dientes anteriores y también restauraciones en el sector posterior (Joubert, 2010).

***4.1.3.4. Resinas microhíbrida*s.** Son consideradas como resinas compuestas universales ya que pueden utilizar tanto en restauraciones anteriores como posteriores basándose en su combinación de fuerza y capacidad de pulido (Ferracane, 2011).

Su relleno inorgánico de sílice coloidal y vidrios tamaños entre 0,4 y 1,0 µm (Bayne, Heymann, J, & Swift, 1994); (Ferracane, 2011); (Hirata, 2012).

Su principal desventaja de estas resinas es la pérdida del pulido a corto plazo. (Echevarria & Pumarola, 2008)

4.1.3.5. Resinas nanohíbridas. Son la evolución de las resinas microhíbridas, la distribución del tamaño de sus partículas oscila entre los 5 y 100 nm. Estas resinas se

caracterizan por su alta compresión y resistencia a la fractura en comparación con otros tipos de relleno; Además de buenas propiedades físicas, mecánicas y estéticas. (Tanthanuch *et al.*, 2014)

Contienen sílice pirogénico de (0.04um), partículas nanométricas entre 20 a 60 nm en su parte inorgánica. Difiere de los nanorrellenos ya que no poseen nano clúster , otorga viscosidad al material así como regula la consistenciaya que posee un microrelleno en promedio de 0.7 micrones. (Delgado, 2017)

Las indicaciones de las resinas compuestas de nanotecnología, ya sean de nanorrelleno o nanohíbridas, son las siguientes:

- Restauraciones directas anteriores y posteriores clases I, II, III, IV, V
- Reconstrucción de muñones
- Ferulizaciones
- Restauraciones indirectas incluyendo inlays, onlays y carillas (Monteza, 2018).

Dentro de este tipo de resinas recientemente han aparecido las resinas compuestas “bulk-fill” que se utilizan con técnica monoincremental o “en bloque”, aplicando espesores mayores a 4mm según especificación del fabricante (Campos *et al.*, 2014).

4.1.4. Resinas Bulkfill o resinas en bloque. Afirman ofrecer su aplicación en un solo incremento que van desde 4 hasta 6 mm, en lugar del valor convencional de 2 mm (Furness, Tadros, Looney, & Rueggeberg, 2014).

Composición: de las resinas Bulk Fill no difiere mucho de las resinas compuestas convencionales. La matriz de estas resinas se basa principalmente en monómeros de Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, EBPDMA. Sin embargo, en algunos casos se han agregado

monómeros distintos y/o modificado por monómeros de menor viscosidad con la finalidad de mejorar sus propiedades. (Corral, Vildósola, Bersezio, Alves, & Fernández, 2015)

Dentro de las resinas Bulk-fill podemos encontrar las siguientes:

4.1.4.1. Resina nanohíbrida Tetric EvoCeram. Tetric EvoCeram Bulk Fill de la casa comercial Ivoclar Vivadent. Es un composite radiopaco modelable para la restauración directa de piezas posteriores en incrementos de hasta 4 mm. Y no requiere aplicar una capa adicional de composite para el acabado (Ivoclar Vivadent , 2014) .

Composición:

- **Matriz orgánica:** o matriz monomérica representa del (19 al 21% en peso), compuesta por los mismos dimetacrilaros (Bis-GMA, EMA y UDMA). (Ivoclar Vivadent , 2014)

Utiliza como iniciadores la canforquinona, lucerin, óxido de acil fosfina, un innovador patentado iniciador de luz Ivocerin a base de germanio, se caracteriza por una absorción intensa de la luz en el espectro visible. Siendo más reactivo que los iniciadores de luz convencionales, permitiendo así una buena penetración de la luz en espesores de hasta 4 mm, sin detrimento del tiempo de trabajo clínico. (Gorsche *et al*., 2014)

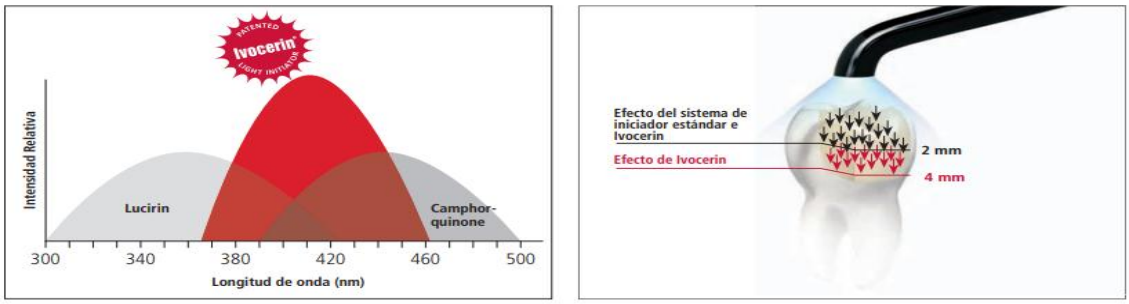


Figura 4. *Los efectos de ivocerin y su relación con otros fotoiniciadores.*
Fuente: *(Mahn, Ivoclar Vivadent , 2013)*

- *Ivocerin.* Permite que la traslucidez del material se mantenga a unos niveles en los que se asegure un máximo de estética similar a la del esmalte del 15%, para que pueda polimerizar rápidamente y con una mayor profundidad de curado, actúa como un refuerzo de la polimerización mientras que establece tiempos de exposición más cortos de solo 10 segundos con(fuente de luz ≥1,000 mW/cm²) y si es (≥500 mW/cm²) tiempo es de 20 segundos acelerando el proceso de polimerización (Ivoclar Vivadent , 2014).

Figura 5. *Ilustración de componentes especiales patentados de Tetric EvoCeram Bulk Fill*
Fuente: (Ivoclar Vivadent , 2014)

- **Matriz inorgánica:** El contenido total de relleno inorgánico 75-77% en peso o 53-55% en volumen, incorporando diferentes materiales de relleno: (vidrio de silicato de aluminio de bario, fluoruro de iterbio y óxido mixto, además de aditivos, catalizadores, estabilizadores y pigmentos (García, 2016).

Indicaciones:

- Restauraciones de dientes en la región posterior para Clase I, II y sustitución de cúspides individuales.
- Restauraciones de dientes deciduos.
- Restauraciones Clase V (caries cervical, erosión de raíz)
- Reconstrucción de muñones.
- Sellado de fisuras profundas de molares y premolares (Ivoclar Vivadent , 2014).

4.1.4.2. Resina nanohíbrida Filtek™. De la casa comercial 3M ESPE. Este material de relleno en bloque proporciona una profundidad de polimerización en incrementos de 5 mm (3M, 2014).

Composición:

- **Matriz orgánica**: posee dos monómeros de nueva generación de alto peso molecular, que ayudan disminuir el estrés por polimerización. Un monómero es (AUDMA), un metacrilato aromático, disminuye la cantidad de grupos reactivos en la resina. Ayuda moderar la contracción volumétrica así como la rigidez de la matriz polimérica. (3M, 2014).

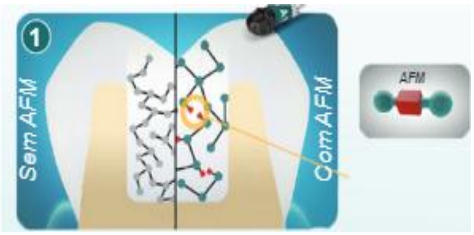


Figura 7. *Disminución del estrés con AFM*
Fuente: *(3M, 2014)*

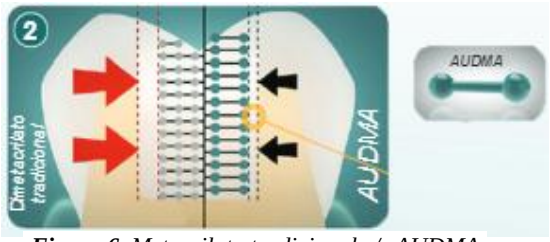


Figura 6*. Metacrilato tradicional v/s AUDMA*
Fuente: *(3M, 2014)*

El segundo llamado (AFM) que es fragmentación de monómeros añadidos, durante la polimerización forma puentes de conexión entre cadenas de polímeros adyacentes. Contienen un espacio con un tercer reactivo que se desintegra a través de un proceso de fragmentación durante la polimerización, todo este proceso da lugar a un mecanismo para la relajación de la cadena en desarrollo y la subsecuente disminución del estrés. (3M, 2014)

La polimerización de esta resina depende de la clase de restauración y de la intensidad de la lámpara de polimerización que se utilice.

Clasificación de la caries	Profundidad del incremento	Todas las lámparas de halógeno (con potencia de 550-1000mW/cm²)	Lámparas LED de 3M ESPE (con potencia de 1000-2000mW/cm²)
Clases I, III, IV y V	4 mm	40 s	20 s
Clase II	5 mm	20 s oclusal, 20 s bucal, 20 s lingual	10 s oclusal, 10 s bucal, 10 s lingual

Figura 8. *Protocolo de polimerizacion de la resina filtek Bulk Fill*
Fuente: (3M, 2014)

- **Matriz inorgánica:** la carga de relleno inorgánico es aproximadamente del 76,5% por peso (58,4% por volumen), todos los rellenos son una combinación de silice/zirconio agregado (compuesto de partículas de sílice de 20nm y de zirconio de 4 a 11nm) y un relleno de trifluoruro de iterbio para aumentar la radiopacidad. (3M, 2014)

Indicaciones:

- Restauraciones directas anteriores y posteriores (incluyendo las superficies oclusales)
- Base/Revestimiento cavitario bajo restauraciones directas.
- Reconstrucciones de muñones.
- Ferulización
- Restauraciones indirectas que incluyen inscrustaciones inlay y onlay, y carillas.
- Restauraciones de dentición decidua.
- Sellado extendido de fisuras en molares y premolares
- Reparación de defectos en restauraciones de porcelana, esmalte y temporales

4.1.4.3. Resina nanohíbrida Admira fusion X-tra. De la casa comercial VOCO puede ser aplicado en capas hasta 4 mm, aportando altos resultados estéticos por su adaptación camaleónica a la sustancia dentaria adyacente. (Voco, 2015)

No contiene ningún monómero clásico que se usa comúnmente es resinas dentales por ejemplo Bis-GMA, TEGDMA por lo tanto no pueden ser liberado después de la polimerización (O'Neill *et al.*, 2017).

Composición:

Su matriz de resina está formada por ORMOCER® (cerámica modificada orgánicamente), Además se compone de polisiloxano cerámico, lo que podría explicar la baja contracción de polimerización de (1,25 % en vol.) y estrés de contracción especialmente bajo.

En cada incremento de 4 mm el tiempo de curado es de 20 segundos (con potencia de luz de curado≥ 800 mW / cm ²), usando una de 500mW/cm ² se cura en 40 segundos. No es necesaria una capa de cobertura oclusal con un compuesto adicional. (Manhart, 2016)

Mientras que su relleno inorgánico está basado en óxido de silicio dando como resultado el primer material de restauración a base exclusivamente de cerámica (Voco, 2015).

Indicaciones:

- Restauraciones posteriores clases I,II y V
- Bloqueado en ferulización de dientes móviles
- Reparaciones de carillas, de defectos en esmalte y en materiales provisionales de c&p
- Sellado de fisuras ampliadas
- Obturaciones de dientes deciduos
- Reconstrucción de muñones

4.1.5. Propiedades Mecánicas de la Resina Compuesta Bulk Fill. Las propiedades mecánicas o ciencia de la física son medidas de resistencia de un material a la deformación o fractura al aplicarle una fuerza (Anusavice, 2004).

Se expresan en unidades de tensión y/o deformación, que a partir de la deformación elástica y plástica representa la resistencia de un material permitiendo determinar el comportamiento mecánico, que poseen todos los materiales. Las propiedades mecánicas que se estudian en las resinas compuestas son las siguientes: (Macchi, 2007)

4.1.5.1. Resistencia a la Fatiga. Se define como el número de ciclos de carga mecánica que un material puede soportar antes de fracturarse. Esta propiedad en restauraciones dentales está influenciada por las fuerzas masticatorias cíclicas. En el caso de las resinas bulkfill con técnica de relleno a granel proporcionan una menor tensión de la cúspide, por ende una mayor resistencia a las fracturas. (Branco *et al.*, 2016)

4.1.5.2. Resistencia a la compresión. Según (García, 2016) la resistencia a la compresión " es aquel esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento y que tiende a acortar la longitud del cuerpo". La resistencia a la compresión de un material indica la fuerza necesaria para lograr su ruptura, mientras que el valor de la fuerza necesaria para fracturar el cuerpo, se define como carga máxima de ruptura compresiva en las resinas compuestas. (pág. 22)

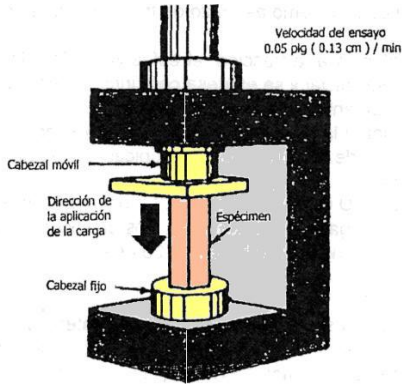


Figura 9. *Dispositivo para ensayo de compresión*

Los materiales restauradores están sometidos durante su uso y aplicación en la boca a grandes fuerzas de masticación que son compresivas por naturaleza, por ello es importante investigar los materiales bajo esta condición (Saldarriaga & Peláez, 2003) .

La masticación especialmente en el sector posterior donde la mayoría de fuerzas son compresivas con 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)

Teniendo en cuenta que "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" (Cascante, 2016, págs. 20-21).

4.1.5.3. Resistencia a la Tracción. La fuerza traccional es provocada por una carga en igual dirección y sentidos contrarios, que tiende a estirar o alargar un cuerpo, produciendo deformación por tracción. En odontología hay pocas fuerzas de tracción puras, sin embargo, estas surgen al someter las estructuras a la flexión. (Anusavice, 2004)

Figura 10. *Ensayo de tracción*

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).

4.1.5.4. Módulo de elasticidad. Indica la rigidez relativa de un material.Es decir si su módulo de elasticidad es elevado será más rígido y si tiene un módulo de elasticidad bajo será más flexible. (Millingalli, 2016)

En las resinas compuestas esta propiedad se relaciona con el tamaño y porcentaje de las partículas de relleno: a mayor tamaño y porcentaje de las partículas de relleno, mayor módulo elástico (Rodriguez & Pereira , 2008) .

En el caso de las resinas bulk-fill, son más translúcidas que las resinas convencionales. Para equilibrar esa alta translucidez, se emplean técnicas restauradoras, como la Bulk and Body, donde la resina Bulk Fill es utilizada internamente para nivelar la cavidad y se asocia con la técnica convencional con aumento de 2mm de resina compuesta con opacidad un poco superior a la de una resina de esmalte para completar la restauración.(Leprince *et al.,* 2014); (Branco *et al.,* 2016)

4.1.5.5. Resistencia al Desgaste. Es la capacidad de las resinas compuestas de resistir u oponerse a la pérdida de material superficial, que comienza por la matriz y termina provocando el desprendimiento del relleno. Las superficies de estos materiales al estar en contacto con la trituración de los alimentos y la superficie dental del antagonista tienden a tener más abrasión. (Reis & Loguercio, 2012)

Si la resina tiene mayor relleno inorgánico, partículas de menor tamaño y mayor dureza, entonces su desgaste será menor (López , 2018).

4.1.5.6. Dureza Superficial. "La dureza superficial se basa en la capacidad de la superficie de un material de resistir la penetración" (Cascante, 2016, pág. 19).

4.1.5.7. Resistencia a la flexión. Consiste en la carga máxima que un material resiste antes de fracturarse, esta es una propiedad mecánica significativa y de gran importancia en la comparación del desempeño de los materiales restauradores estéticos (Anusavice, 2004).

En este tipo de resistencia se presencia deformaciones evidentes al descenso vertical “deformación por compresión” y el alargamiento de las dimensiones de manera horizontal “deformación por tracción (Rueggeberg, Cole, Looney, Vickers, & Swift, 2009).

En una evaluación realizada por la ADA en cuanto a la resistencia flexural en las resinas Bulk-fill, se encontró valores mayores a 80MPa (valor de la norma de acuerdo a ISO) entre ellas Tetric Evoceram Bulkfill .Los valores de resistencia a la flexión de RBFs fueron semejantes a RCs convencionales nanohíbridas y microhíbridas y mayores a los de RCs fluidas convencionales. (Ilie , Bucuta, & Draenert, 2013)

CAPÍTULO II

4.2. Polimerización de la resina compuesta Bulk Fill y Técnicas de foto activación

4.2.1. Generalidades. El proceso de polimerización de resinas consiste en una reacción química en la que se da una adición sucesiva de monómeros hasta formar una molécula de mayor peso molecular llamada polímero (Carrillo & Monroy, 2009).

El proceso de polimerización se puede dividir en 3 etapas:

- **Iniciación:** El agente iniciador se energiza y activa, transformándose en un radical libre. Con esto el monómero se une al radical libre a través de un enlace covalente, formando una nueva molécula que constituye un nuevo radical libre, capaz de continuar la propagación de la reacción. (Anusavice, 2004)
- **Propagación:** es una reacción en cadena hasta que se agota el monómero.
- **Terminación:** corresponde a la unión de dos radicales libres, resultando en la unión de una cadena larga o también de que exista la posibilidad de la formación de dos cadenas individuales, una con una unión doble y la otra saturada. (Flores & Balseca, 2016)

Para el éxito de una resina compuesta es muy importante que todos sus monómeros se conviertan en polímeros durante la reacción de polimerización. El grado de conversión máximo de las resinas compuestas oscila entre un 50% y un 60 (Montero, 2016).

Se afirma que la polimerización de las resinas compuestas depende de varios factores como el tipo de resina compuesta, intensidad de la fuente de luz, tiempo de exposición a la luz, distancia entre la fuente de luz y la resina compuesta. (García, 2016, pág. 21)

4.2.2. Fotopolimerización. La fotopolimerización origina contracción y esfuerzo sobre las resinas dentales, siendo esto el principal problema que presenta la odontología

restaurativa adhesiva, debido a que interfiere en la integridad de las piezas dentales restauradas (Vallejo, 2017).

Para obtener resultados óptimos en la fotopolimerización del composite, es importante considerar siempre 3 factores y sobretodo adecuarlos al proceso clínico: intensidad, tiempo y velocidad. (Cova, 2010)

En la fotopolimerización de las resinas tipo Bulk Fill, es ideal que se use una lámpara de alta potencia (>1100mW/cm2), aunque también es posible obtener una buena polimerización utilizando una lámpara de 850 mW/cm2, solo que a diferentes tiempos de fotocurado. (Loyola, 2018)

Según Ruan J. y col. (2009) como se citó en (Loyola, 2018) menciona que al aumentar el tiempo de exposición sobre las resinas compuestas puede incrementar la posibilidad de excitación de las moléculas de polimerización creando radicales libre y logrando así un mejor grado de conversión.

4.2.3. Tipos de emisores de luz.

4.2.3.1. Luz emitida por diodos (L.E.D). La tecnología LED se basa en la diferencia entre dos sustratos semiconductores para determinar la longitud de onda de la luz emitida. Siendo más eficientes que las fuentes para fotocurado previamente desarrolladas, más ligeras y pueden ser fácilmente alimentados por baterías permitiendo su portabilidad. (Boza , 2015).

La principal ventaja de este tipo de lámparas es la mayor eficiencia energética, además de mayor durabilidad en el tiempo por no requerir del uso de ampolletas, poseen bajo peso, ergonómicas y fáciles de manipular.

Las más reciente generación de lámparas de LED, han sido desarrolladas con la capacidad de emitir luz a una intensidad mayor que oscila entre los 800-1.200 mW/cm2 , para lograr una mayor polimerización de las resinas compuestas con un menor tiempo de exposición. (Carrillo & Monroy, 2009) ; (Rueggeberg, 2011)

En los composites (bulk fill) que contienen iniciadores blanquecinos tales como: lucerin TPO. Las lámparas de LED de última generación ofrecen una banda de longitud de onda que inician en 380 y llegan a los 515nm con la finalidad de activar los fotoiniciadores: canforoquinonas, lucerinas o fenilpropanodiona . (Malucín , 2016)

Ejemplos:

- Lámpara de Fotopolimerización ,(GNATUS) OptiLigth Max con potencia de luz de hasta 1200mW/cm2 con rango de onda de 420 nm - 480 nm.
- LED Elipar™ FreeLight (3M ESPE, USA) (>1000 Mw/cm2) con rango entre 430-480nm (la mayoría de los materiales fotopolimerizables reaccionan en este rango).

4.2.4. Profundidad de polimerización. Determina el grosor que puede tener un cuerpo de resina fotopolimerizable manteniendo al mismo tiempo un nivel de conversión de monómero aceptable (>50%) (Heintze & Zimmerli, 2011).

Dentro de los factores que afectan a la profundidad de polimerización tenemos los siguientes:

- La distancia entre la punta óptica y la resina compuesta,
- El espesor de los incrementos del composite, color y tamaño de las partículas y temperatura. (Reis & Loguercio, 2012, págs. 289-293)

Para explicar la mayor profundidad de polimerización en RBF en comparación a las convencionales, se han propuesto tres razones:

- La incorporación de sistemas de iniciación más eficientes en algunas resinas como la Tetrick Evo Ceram Bullk Fill que posee un foto iniciador llamado IVOCERIN que actúa en una longitud de onda entre 370 nm y 460 nm, logrando porcentajes muy buenos de conversión en profundidad . (Misisian & Ermoli, 2014)
- Mayor translucidez lo que permitiría una penetración más profunda de la luz al disminuir la absorción de luz por los pigmentos.
- La disminución de la superficie de interface matriz/relleno que desciende la refracción de la luz (Urzúa, 2017).

Además, es importante tener presente el control sobre la polimerización en RBF evitando un alto estrés inicial de contracción, realizando una sub-polimerización inicial a través del alejamiento de la fuente lumínica por unos segundos, o bien recurriendo a técnicas exponenciales que obedecen a programas de la unidad de luz que aumentan su potencia en varias etapas (soft start, en rampa). (Misisian & Ermoli, 2014)

4.2.5. Técnicas de foto activación. Dentro de los métodos de foto activación encontramos los siguientes: fotoactivación programada, convencional, soft start, pulse delay y rampcure.

Cabe señalar que los tres últimos mencionados aparecen con el fin minimizar el estrés de contracción al inicio de la polimerización. (Lovell, Lu, Elliot, Stansbury, & Bowman, 2001)

- **Foto activación Programada.** Se programa el tiempo de foto polimerización. Los primeros segundos se aleja la lámpara de fotoactivación de la restauración y luego

se acerca, esto es para que no se contraiga la resina muy rápido y no genere mayor fuerza de contracción. (Fernández:, Méndez, & Castañeda, 2018)

- **Foto activación Convencional.** Consiste en una única aplicación con una intensidad fija y durante un tiempo determinado, que proporcione al composite la energía necesaria para alcanzar el mayor grado de polimerización posible. (Fernández *et al*., 2018)
- **Foto activación en Rampa (ramp cure).** Esta técnica ha sido diseñada con el mismo objetivo que el soft start, para obtener una lenta y continua conversión durante la polimerización del composite. A diferencia del soft start el cambio de intensidad es gradual de 100 a 800 mW/cm2 durante los primeros 15-20 segundos seguido de alta intensidad para el resto de fotopolimerización. (Rovira, 2006)

  Inicia a baja intensidad y va aumentando progresivamente en un tiempo determinado, dependiendo del fabricante más que de la ciencia (Sánchez & Espías , 2004).
- **Foto activación en Pulso (pulse delay).** Se empieza a fotoactivar con poca intensidad lumínica, por poco tiempo, algunos minutos y después se aumenta la intensidad hasta completar la dosis de radiación. De esta manera baja la fuerza de contracción. El tiempo que se espera es de 2 a 5 segundos. (Fernández *et al*., 2018)
- **Foto activación gradual o (soft start).** El método "soft-start" consiste en iniciar la polimerización de la resina con una luz de baja intensidad seguida de la aplicación de una luz de alta intensidad. Una mejor integridad marginal puede ser alcanzada con la utilización de ese método, sin comprometer las propiedades mecánicas, al mismo tiempo que se generan tensiones de contracción menores. (Caetano, Grover , López, & Henrique, 2008)

CAPÍTULO III

4.3. Resistencia a la Compresión

Considerado que la gran mayoría de las fuerzas masticatorias son compresivas, se vuelve importante evaluar los materiales bajo tensiones de compresión. Esta prueba también puede ser empleada para evaluar materiales frágiles, de forma semejante a la tracción diametral. (Malucín , 2016)

Para estandarizar el estudio de la resistencia compresiva, el cuerpo de prueba debe ser cilíndrico y su altura, el doble de su diámetro (4mm de diámetro por 8mm de altura). Esto se debe a que si se somete un cuerpo a la compresión, su ruptura es consecuencia de una serie de tensiones muy complejas, que se generan en el seno del cuerpo. (Huayhua E. , 2013)

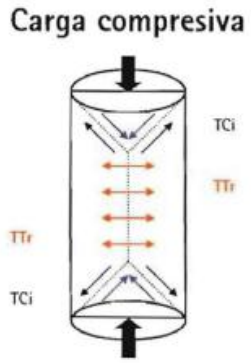


Figura 11.*Fractura por carga compresiva*
Fuente*: (Steenbecker , 2010)*

Las cargas compresivas actúan en la ruptura de un cuerpo cilíndrico generando dos tipos de tensiones: las de cizallamiento y las traccionales. Las primeras adoptan forma de cono en ambas superficies del cuerpo, y las segundas, se generan desde la parte central del cilindro hacia las paredes laterales. (Steenbecker , 2010)

4.3.1. Efectos de una fuerza compresiva sobre un cuerpo en reposo. (Steenbecker , 2010) Afirma que una carga compresiva aplicada a un cuerpo le provocara tensiones de

reacción, que al ser superadas hacen que este se deforme elásticamente, si se aumenta la carga la deformación será permanente. Si la carga vence a la resistencia que el cuerpo le opone, este se fracturara o romperá, dado que la tensión que el cuerpo le opuso ha sido superada. (pág. 113)

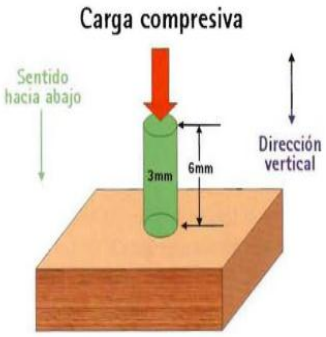


Figura 12. *Carga compresiva estática sobre un cuerpo*
Fuente*: (Steenbecker , 2010)*

Los efectos de una carga estática compresiva lo podemos estudiar y graficar, haciendo que ella actué sobre la superficie de un cuerpo de ensayo apoyado sobre una superficie lisa y rígida. (Huayhua E. , 2013)

Las tensiones compresivas progresivas y proporcionales, aplicadas al cuerpo de ensayo serán medidas en Kilonewton (KN) a una velocidad de 0,5mm/m hasta el punto de fractura. Para posteriormente ser transformardas en Megapascales (MPa). (De la Torre Maldonado, 2016)

4.3.1.1. Cálculo de la resistencia compresiva. Calcularemos primero la superficie del cuerpo en donde actuara una carga compresiva, sabiendo que este es un cilindro de 4mm de diámetro (radio = 2mm).

Figura 13.*Cuerpo de prueba o probeta de ensayo*
Fuente: *(Huayhua E. , 2013)*

La superficie de una cara de un cilindro es igual a:

$$S = \pi \, x \, r^2$$

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

$$S = 3{,}1416 \; X \; 2^2 = 12{,}566 mm^2 = 0{,}126 \; cm2$$

Si el cuerpo de prueba de las dimensiones dadas se rompe ante una fuerza teórica de 250kg, podremos calcular su resistencia compresiva.

La fórmula para calcular la resistencia es la misma que se utiliza para calcular la presión o la tensión, por lo tanto, será el cociente entre la fuerza (250 kg) y el área (0,126cm2).

$$\text{Resistencia Compresiva} = \frac{250Kg}{0{,}126cm^2} = 1984{,}12Kg/\,cm^2 = 198{,}4 \text{ MPa}$$

Figura 14.*Cálculo de la resistencia compresiva.*
Fuente: *(Steenbecker,2010)*

4.3.1.2. Método de resistencia compresiva. (Guerra D. , 2017)afirma que: "la física de los cuerpos ante cargas opuestas se deforman y se rompen en un momento determinado." Deformaciones y rupturas que no solo dependen de la naturaleza del biomaterial del cual se encuentran formados y de la carga aplicada, sino también de la forma del cuerpo a estudiar. Se ha estandarizado la forma y dimensiones de los cuerpos de prueba, llamadas también probetas de ensayo. Son cuerpos cilíndricos, cuyo alto es el doble de su diámetro,

sometidos a una fuerza compresiva en una máquina de ensayo universal, que progresivamente ira aumentando la presión en sus extremos para que esta resina se rompa en una determinada carga de fuerza la cual será expuesta. (pág. 33)

5. Materiales y métodos

5.1. Tipo y Diseño de la investigación

Este estudio es de tipo:

- Experimental *in vitro*: porque se evaluó la resistencia a la compresión en resinas de incremento único con ayuda de la prensa multiusos y sometidas a Termobaño. Se realizó en un ambiente artificial (fuera de boca)en especímenes confeccionados en forma cilíndrica de resinas Tetric Evoceram , Filtek y Admira Fusion X-tra
- Transversal: porque se desarrollará en un momento determinado, ya que las muestras solo se analizaran una vez durante la investigación.
- Comparativo*:* en donde se comparará los tres grupos de muestra para examinar cuál de estos tiene mejor resistencia a la compresión.

5.2. Población

Al tratarse de un estudio in vitro, la población se considera infinita, ya que se puede elaborar tantas probetas como se requiere. Por lo tanto se evaluará la resistencia a la compresión en grupos previamente preparados que estará conformada de:

Tres diferentes tipos de resina compuestas nanohíbridas.

- Resina Filtek™ bulk fill (3M)
- Resina Tetric evoceram® bulk fill (IvoclarVivadent)
- Resina admira fusion x-tra bulkfill (Voco)

5.3. Muestra

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

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

Donde

p= probabilidad de ocurrencia, en este caso 25%

Z/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:

$$n_{0=}\ 0{,}25\ *(1-0{,}25)\left(\frac{1{,}956}{0{,}1}\right)^2$$

$$n_{0=}60$$

Las unidades de análisis estarán conformadas por 60 moldes cilíndricos, elaborados en resina compuesta nanohíbrida, los mismos que serán divididos en 3 grupos de 20 unidades de estudio cada uno (De la Torre Maldonado, 2016)

Los grupos estarán conformados:

- Grupo 1: 20 cilindros de resina compuesta nanohíbrida FILTEK™ BULK FILL (3M) debidamente enumeradas del 1 al 20.
- Grupo 2: 20 cilindros de resina compuesta nanohíbrida TETRIC EVOCERAM® BULK FILL (IvoclarVivadent) debidamente enumeradas del 1 al 20.

- Grupo 3: 20 cilindros de resina compuesta nanohíbrida ADMIRA FUSION X-TRA (Voco) debidamente enumeradas del 1 al 20.

5.4. Criterios de inclusión

- Cilindros de resina compuesta nanohíbridas que cumplan con las especificaciones y dimensiones dadas de 4 mm de diámetro por 8 mm de alto según (Huayhua, 2013).
- Cilindros de resina sin defectos como fracturas, grietas, burbujas, fisuras y /o irregularidades en la superficie.
- Cilindros de resina compuesta nanohíbrida con fotopolimerización adecuada.

5.5. Criterios de exclusión

Serán excluidos del estudio todas las muestras con las siguientes características:

- Cilindros de resina fracturada.
- Cilindros de resina con grietas, burbujas, fisuras y /o irregularidades en la superficie.
- Cilindros de resina compuesta nanohíbrida sin fotopolimerizar.

5.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Fase I: Obtención de la matriz metálica prefabricada para confección de especímenes.

Para el presente estudio se utilizó 2 moldes cilíndricos, prefabricados en acero de transmisión 1018, con el torno manual con visualizador digital modelo T-1840 marca Travis,al que se le adicionó una broca de 5 /32 se hizo la perforación en el centro del molde con medidas de 4mm x 8mm; cuyos excesos del interior y exterior fueron eliminados con una lija de grano fino .

Figura 15. *Torno manual con visualizador digital modelo T-1840 marca Travis*
Fuente: *Autor*

Figura 16. *Matriz para la confección de especímenes.*
Fuente: *Autor*

Fase II: Elaboración de la muestra

Las muestras se elaboraron en seis citas en horarios de 09 a 12 del día y de 16 a 18 horas a temperatura entre 20 a 22 °C. Inicialmente se empleará un porta objetos para obtener una superficie totalmente plana y lisa, con ayuda de un brush se coloca una película fina de vaselina para aislar el porta objetos así como también la superficie interna de cada molde cilíndrico. Evitando la adherencia de la resina en la matriz al igual que en la base, en este caso es el porta objetos una vez que se polimerice (Garrido, 2017)

Figura 17. *Aislamiento del porta objetos y molde cilíndrico*
Fuente: *Autor*

Sobre el porta objetos se ubicará el cilindro metálico, en el que posteriormente se adicionará la resina compuesta nanohíbrida. Con ayuda de una espátula para resina (American Eagle), (Guerra D. , 2017).

Figura 18. *Resinas empleadas en el estudio*
Fuente: *Autor*

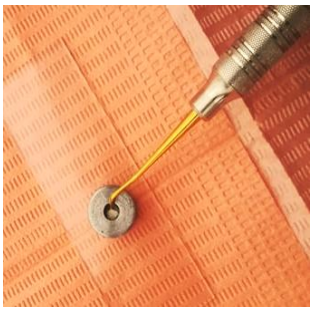


Figura 189. *Proceso de elaboración de los especímenes de resina Filtek , Tetric Evoceram y Admira fusión*
Fuente*: Autor*

Previa la colocación de la primera capa de resina, utilizando el flexoben medimos la lima tipo K a 4 mm. Asegurándonos de que el primer incremento sea depositado en la medida respectiva (Montero , 2016).

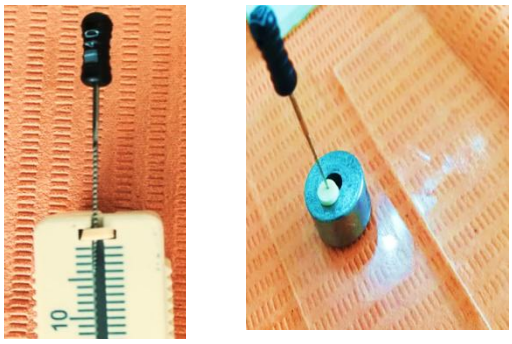


Figura 19.*Calibración de la lima tipo K a 4mm y medición del primer incremento de resina.*
Fuente: *Autor*

Y siguiendo el protocolo de fotocurado utilizando una lámpara de luz LED GNATUS Optilight, se procederá a fotocurar el primer extremo, en dirección hacia el centro del cilindro de resina con una potencia de 1200mW/Cm^2, durante 10 segundos, tiempo recomendado por el propio fabricante; a una distancia de 1 mm (Barrancos Mooney, 2006) . Para estandarizar la distancia de fotocurado en cada muestra, se colocará entre la resina y la lámpara un portaobjetos el mismo que miden 1 mm de espesor.

Figura 20. *Lámpara de luz LED GNATUS Optilight, con potencia de 1200mW/Cm2*
Fuente: *Autor*

Después se colocará un segundo incremento de 4 mm, utilizando la espátula de resina (American Eagle), siguiendo el protocolo de fotocurado utilizando una lámpara de luz LED GNATUS Optilight, se procederá a fotocurar el otro extremo; directo al centro del cilindro de resina con una potencia de 1200mW/Cm^2, durante 10 segundos, tiempo recomendado por el propio fabricante a una distancia de 1 mm. (Mooney, 2006)

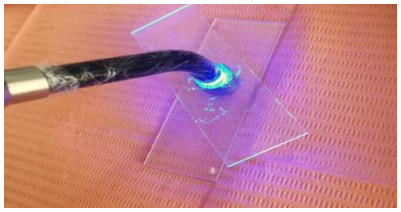


Figura 21. *Fotopolimerización luz LED. (Incrementos de 4mm)*
Fuente: *Lilibeth Jackeline Castillo Gordillo*

Una vez obtenido los 60 cilindros de resina, 20 por cada grupo de estudio, se utilizará el calibrador Pie de Rey para comprobar que las dimensiones de cada uno sean las correctas. (Lema, 2015)

Figura 22. *Cilindros de resina*
Fuente: *Autor*

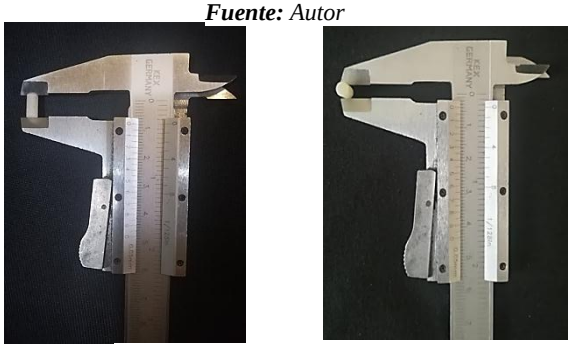


Figura 23.*Calibrador pie de rey*
Fuente: *Autor*

Seguidamente los cilindros de resina que cumplan con las especificaciones y dimensiones detalladas, serán colocados en bolsas de sellado al vacío (ZIPLOC), claramente rotulados para su fácil identificación.

Figura 24. *Cilindros de resina colocados en las bolsas ZIPLOC de sellado al vacío antes del ensayo*
Fuente: *Autor*

A continuación del procedimiento mencionado los cilindros de resina serán colocados dentro de tubos de ensayo para ser almacenados en agua destilada a (37 +/- 1)°C , a temperatura y humedad controlada durante 24 horas; en la estufa (Memmert) para simular las condiciones bucales , previo el momento del ensayo (Huayhua, 2013).

Figura 25. *Estufa Memmert*
Fuente: *Autor.*

Fase III. Prueba de compresión

Se realizará el test de compresión (Kilonewton) en las muestras de los grupos G1, G2 y G3 mediante la máquina para Ensayos Marshall y CBR(versión M PS-25), perteneciente al laboratorio ESTSUELCON . Se posicionará los cilindros en forma perpendicular en el centro de la base de la máquina de compresión, aplicando una carga

variable con una velocidad de desplazamiento de 0.5 mm/ min sobre el centro del diámetro de la muestra, hasta conseguir la rotura o fractura. (Lema, 2015)

Figura 26. *Máquina para Ensayos prensa multiusos semiautomática*
Fuente: *Autor*

Los datos resultantes, serán anotados en una ficha de observaciones (ANEXO 1) para su posterior presentación en el formato estándar del informe de resultados del laboratorio ESTSUELCON, encargado de llevar a cabo las pruebas de compresión.

6. Resultados

Plan de análisis: A continuación se muestra los resultados obtenidos de los especímenes de resina Filtek Bulkfill 3M,Tetric® Evoceram Bulk Fill - Ivoclar Vivadent y Admira Fusion X-tra Voco. Para la identificación de cada especímen se asignó un código de numérico de 1 al 20 .En todos los casos se aplicó la velocidad de 0.5 mm/mm, siendo su diámetro de 4mm y el área de 12.57. Para calcular la resistencia compresiva se aplicó la fórmula utilizada por Steenbecker (2010), cabe mencionar que los valores obtenidos de la prensa hidráulica se mostraron en Kilonewtons (kN), debido a esto fue necesario convertir los mismos a Kilogramos (Kg) para poder ser utilizados en la fórmula propuesta y así obtener un esfuerzo compresivo en Megapascales (MPa). Finalmente en la tabla #4 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 1. ***Prueba ANOVA: Comparación de la Resistencia Compresiva entre los tres grupos de resina***

GRUPOS	N	Media	Desviación estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
				Límite inferior	Límite superior		
FILTEK 3M	20	51,964	20,397	42,418	61,510	18,30	85,15
TETRIC EVOCERAM	20	111,607	27,531	98,722	124,492	77,19	185,42
ADMIRA FUSION	20	99,273	21,337	89,287	109,259	62,87	139,26
Total	60	87,615	34,594	78,678	96,551	18,30	185,42

Fuente*: Muestras de resina 2019*
Elaboración*: Lilibeth Jackeline Castillo Gordillo*

La resina TETRIC EVOCERAM tiene la resistencia compresiva media 111,607 MPa.

De la prueba ANOVA, p = 0,00 es inferior a 0,05, por tanto las medias de las muestras no son similares, para determinar cuáles son similares se realiza la prueba dos a dos de Tukey:

Tabla 2.

Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Fuerza Final Rotura (KN)						
HSD Tukey						
(I) GRUPOS	(J) GRUPOS	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
FILTEK 3M	TETRIC EVOCERAM	-0,75	0,09	0,00	-0,97	-0,53
	ADMIRA FUSION	-0,59	0,09	0,00	-0,82	-0,37
TETRIC EVOCERAM	FILTEK 3M	0,75	0,09	0,00	0,53	0,97
	ADMIRA FUSION	0,16	0,09	0,22	-0,07	0,38
ADMIRA FUSION	FILTEK 3M	0,59	0,09	0,00	0,37	0,82
	TETRIC EVOCERAM	-0,16	0,09	0,22	-0,38	0,07

Fuente: *Muestras de resina 2019*
Elaboración: *Lilibeth Jackeline Castillo Gordillo*

De la prueba dos a dos, en función del nivel de significación (Sig) se tiene la siguiente tabla resumen:

Tabla 3.

Subconjuntos homogéneos

Fuerza Final Rotura (KN)			
HSD Tukey			
GRUPOS	**N**	**Subconjunto para alfa = 0.05**	
		1	2
FILTEK 3M	20	0,653	
ADMIRA FUSIÓN	20		1,248
TETRIC EVOCERAM	20		1,403
Sig.		1,000	0,224

Fuente: *Muestras de resina 2019*
Elaboración: *Lilibeth Jackeline Castillo Gordillo*

De la prueba dos a dos se tiene con los mayores valores y similares está la resina TETRIC EVOCERAM (1,403) y ADMIRA FUSIÓN (1,248).

Tabla 4.

Comparación del nivel de fractura en el especímen de cada grupo

FRACTURAS	GRUPOS							
	FILTEK 3M		TETRIC EVOCERAM		ADMIRA FUSIÓN		Total	
	Cant	%	Cant	%	Cant	%	Cant	%
Fractura total	10	50,0%	5	25,0%	3	15,0%	18	30,0%
Fractura Transversal a la mitad	5	25,0%	5	25,0%	7	35,0%	17	28,3%
Fractura vertical a la mitad	1	5,0%	8	40,0%	6	30,0%	15	25,0%
Fractura vertical total	4	20,0%	2	10,0%	4	20,0%	10	16,7%
Total	20	100,0%	20	100,0%	20	100,0%	60	100,0%

Fuente: *Muestras de resina 2019*
Elaboración: *Lilibeth Jackeline Castillo Gordillo*

La resina Filtek en un 50,0% de las muestras tienen Fractura total, el 25,0% Fractura Transversal a la mitad, el 5% Fractura vertical a la mitad y el 20,0% tienen Fractura vertical total. A diferencia de la resina Tetric evoceram que el 25,0% de las muestras tienen Fractura total, el 25,0% Transversal a la mitad, el 40,0% vertical a la mitad y el 10,0%Fractura vertical total. Y de la Admira fusión el 15,0%Fractura total, el 35,0% Transversal a la mitad, el 30,0% vertical a la mitad y el 20,0% vertical total.

En la mayor parte de los grupos presentan fractura total y transversal a la mitad.

Tabla 5.

Prueba de Tukey

HSD Tukey			
GRUPOS	**N**	**Subconjunto para alfa = 0.05**	
		1	**2**
FILTEK 3M	20	51,964	
ADMIRA FUSIÓN	20		99,273
TETRIC EVOCERAM	20		111,607
Sig.		1,00	0,22

***Fuente**: Muestras de resina 2019*
***Elaboración:** Lilibeth Jackeline Castillo Gordillo*

Con valores más altos se encuentran la resina TETRIC EVOCERAM tiene una media de 111,607. Y la resina ADMIRA FUSION con una media de 99,273 las cuales no tienen diferencias significativas entre si son similares. Mientras que la resina FILTEK 3M tiene la media más baja con un valor de 51,964 siendo estadísticamente inferior a las otras muestras.

7. Discusión

El presente estudio de tipo in-vitro experimental, tuvo como finalidad comparar la resistencia compresiva entre tres sistemas de resina compuesta nanohíbrida Bulk-Fill Filtek ™-3M ,Tetric® Evo-Ceram ,y Admira Fusion- Xtra en especímenes de un grosor de 4mm x 8mm ; posterior a su polimerización y sometidas a una temperatura de 37°C por 24 horas, en agua destilada con el objetivo de calcular la resistencia compresiva simulando las condiciones del medio bucal.

Conociendo que las fuerzas masticatorias son de naturaleza compresiva y a nivel dentario posterior es mayor, es necesario que el material restaurador que se utilice para reemplazar las estructuras dentarias a nivel posterior tenga la capacidad de resistir adecuadamente dichas cargas. (Aleem, Ameen, & Rehman, 2018)

Por ello la importancia de este estudio radica en evaluar la calidad de estos nuevos materiales de resina, considerando que la resistencia a la compresión es indicador de la durabilidad para estos.

Los datos recopilados en el test de compresión medido en MPa, la resina Filtek BulkFill (FBF) presentó la resistencia compresiva más baja, con un valor promedio de 51,964 MPa, en contraste la resina Tetric® Evo-Ceram (TEC) que obtuvo el promedio más alto con es de 111,607 MPa y con un valor bastante similar, la resina Admira Fusion- Xtra (AFX) se posicionó en el segundo lugar con un promedio de 99,273MPa.

Según el estudio de (Murahybid, Hashem, Assery, & Sayed, 2017),en el que compararon las propiedades mecánicas entre dos resinas TECB Y FBF en el cual la resina TECB obtuvo una resistencia a la compresión de 238,32 MPa siendo un valor más alto con respecto a la FBF que fue de 213,40 MPa , datos similares a los de este estudio .

En discrepancia con el estudio de (Ilie , Bucuta, & Draenert, 2013) que evaluaron las propiedades mecánicas en las resinas TECB mostrando un valor de 120,8 MPa y FBF con un valor de 122,4 MPa datos que, difieren con los obtenidos en este estudio.

Así como también hay diferencia de este estudio con el de los autores (Fronza *et al.*, 2017), que evaluaron las propiedades mecánicas de la TECB que obtuvo un 76,2 MPa; mientras que la resina FBF 143,2 MPa valores que no concuerdan con lo hallado en esta investigación

En un estudio realizado en Pakistán, publicado por (Shekhli, Aubi, & Rahman , 2017), comparan la resistencia a la flexión de la resina TECB con otras resinas convencionales (Nanoceram-Bright, Ceram.X one, Estelite Sigma Quick) , en el cual la resina TECB muestra mayor resistencia, con una media de 116.09 MPa y la más baja la Sigma Quick con 97.04 MPa, datos que son similares a los obtenidos en este estudio ; demostrando que el esfuerzo máximo de compresión de la resina TECB tiene una media de 111,602 MPa. Según los resultados arrojados, la resina Tetric tiene mejor resistencia compresiva en comparación con las otras resinas analizadas en el presente estudio.

Por otro lado una investigación realizada en Brasil por (Rosatto *et al.*, 2015), obtuvieron valores de resistencia compresiva 213.3 MPa para la resina TECB demostrando valores inferiores a la resina FBF que mostro un valor de 245.1 MPa, datos que difieren totalmente con los resultados de nuestra investigación; cabe recalcar que estos valores diferentes pueden asociarse a que los compuestos resinosos tipo Bulk fill fueron aplicados en molares con preparaciones cavitarias MOD.

Un estudio realizado por (Klauer, Belli, & Petschelt, 2018) en el que evaluó la estabilidad mecánica entre dos resinas nanohibridas Admira Fusión y Grandio SO,en el

que se obtiene resultados de 1.13 MPa para Admira fusión; datos se acercan a los obtenidos en este estudio.

(Sahoo et al.,2019) compararon la resistencia de diferentes materiales restauradores entre ellos un compómero (F2000 3M ESPE), ormocer (Admira VOCO), nanocomposite (Filtek Z350XT), y ACTIVA Bioactive (Pulpdent).En el cual la resina Admira alcanzó un promedio de 143.65± Mpa valor que no concuerda con el de este estudio .

Con los datos obtenidos en comparación con el estudio realizado por (Pradeep, Ginjupalli, Kuttappa, & Kudva, 2016) en el cual menciona la resistencia a la compresión entre la resina Filtek Bulk Fill y la SDR (Dentsply, Konstanz , Germany) con técnica monoincremental, obteniendo una media para la resina Bulk Fill de 94 MPa mientras que la SDR 100 MPa. Se puede notar que los valores reportados de la resina Filtek Bulk Fill con respeto a la resistencia compresiva tienen aproximación con los valores obtenidos en este estudio, con un resultado de 52 MPa.

A diferencia del estudio realizado por (Vandana , Gowrish , & Mithra , 2017) sobre la evaluación comparativa de resistencia a la compresión y flexión de tres resinas tipo Bulk Fill ,se evidencia valores muy distintos a los obtenidos en este estudio, la resina Filtek Bulk fill ocupando el primer lugar exhibe una resistencia media de 318,49 MPa, mientras que la resina Tetric N-Ceram Bulk fill presenta valores de 267,24 MPa y por último en la resina SDR (Dentsply, Konstanz , Germany) muestra valores de 228,15 MPa.

Por lo tanto de acuerdo a los resultados expuestos en este estudio han permitido demostrar que la resina Tetric® Evo-Ceram puede ser indicada como una opción para restauraciones en el sector posterior por presentar mayor resistencia compresiva a largo plazo, soportando así mayor cantidad de fuerzas masticatorias en comparación a los otros materiales de restauración mecionados en esta investigación.

8. Conclusiones

A través de los resultados obtenidos en la presente investigación se acepta la hipótesis principal concluyendo que la resina bulkfill Tetric EvoCeram demostró tener mayor resistencia a la compresión que las resinas compuestas nanohíbridas Filtek y Admira Fusion X-tra.

- La resina nanohíbrida bulkfill Tetric EvoCeram presentó un grado de resistencia compresiva media de 111,607 Mpa .
- La resina nanohíbrida bulkfill Filtek™ obtuvo un grado de resistencia media de 51,964 Mpa.
- La resina compuesta nanohíbrida bulkfill Admira Fusion X-tra presentó un grado de resistencia compresiva media de 99,273 Mpa.
- Se puede estimar que la resistencia de la resina bulkfill Tetric EvoCeram obtuvo un promedio de resistencia compresiva media de 111,607, mínimo 77,19 y máximo de 185,42. En comparación con la resina bulkfill Admira Fusion X-tra que presentó un valor de resistencia compresiva media de 99,273 , mínimo de 62,87 y máximo de 139,26 ; y la resina Filtek™ bulkfill que fue la resistencia media de 51,964 , el valor mínimo de 18,30 y máximo de 85,15 Mpa.

9. Recomendaciones

- Se recomienda el uso de la resina Tetric Evo-Ceram Bulk Fill para restauraciones posteriores, ya que su propiedad mecánica de resistencia compresiva es mayor en comparación con las resinas evaluadas en este estudio.

- Debido a la diversidad de marcas comerciales de resinas tipo Bulk fill, se recomienda realizar más estudios en donde se analice diferentes marcas comerciales a las utilizadas en esta investigación.

- Realizar más estudios no solo comparando la resistencia compresiva de este tipo de resinas sino otras como resistencia a la flexión, microdureza, tensión diametral entre otras.

- Se recomienda investigar la mayor cantidad de información disponible sobre este nuevo tipo de sistemas de restauración con el fin de obtener resultados óptimos durante la práctica clínica.

- Efectuar una simulación de envejecimiento de las muestras de las resinas utilizadas en este estudio a través de termociclaje, con el propósito de acercarnos más a la realidad in vivo de las restauraciones con resinas Bulk fill.

10. Referencias bibliográficas

Aleem, H., Ameen, F., & Rehman, A. (2018). Compressive Strength of Composite Resins at Different Exposure Time Using LED and Halogen Units. *Journal of the Pakistan Dental Asocciation, 27*(1), 227-31. doi:https://doi.org/10.25301/JPDA.271.227

Manhart, J. (wednesday de June de 2016). *Dentistry Today.* Obtenido de https://www.dentistrytoday.com/restorative-134/10191-bulk-fill-technique-for-posterior-composites-introducing-organically-modified-ceramics

Veiga, M., Rabelo, J., Ribeiro, M., & Candido, A. (2007). Influencia de las unidades de curado led y luz halógena sobre la resistencia compresiva de las resinas compuestas. *Acta odontologica venezuela, 45*(2), 1-4. Obtenido de https://pdfs.semanticscholar.org/0624/ccbc34121b93727e99e35b462aa9403d0156.pdf?_ga=2.224966554.1675930737.1579843405-1505939170.1563754474

3M, E. (2014). *Filtek™ Bulk Fill Resina para Posteriores.* Obtenido de http://multimedia.3m.com/mws/media/1326404O/fbfpr-tpp-global-esp-hr.PDF

Anusavice, K. (2004). *Ciencia de los materiales dentales* (11va ed.). Buenos Aires - Argentina: Elsevier.

Arce , N., Cabezas, C., Posada, E., López , L., & Garzón, H. (2005). Comparación de la resistencia de dos resinas microhíbridas para la restauración dental. . *Revista Estomatología, 13*(2), 27-38. doi:https://doi.org/10.25100/re.v13i2.5581

Bader , M. (2014). Análisis comparativo in vitro del sellado marginal de restauraciones clase ii de resina compuesta realizadas con técnica incremental oblicua versus técnica incremental horizontal. *tesis (pregrado).* Universidad De Chile, Santiago-Chile. Obtenido de http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/130131/An%c3%a1lisis-comparativo-in-vitro-del-sellado-marginal-de-restauraciones-clase-II-d-resina-compuesta-.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Barrancos Mooney, J. (2006). *Operatoria dental: Integración Clínica* (4ª ed.). Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.

Bayne, S., Heymann, H., J, E., & Swift, J. (1994). Update on dental composite restorations. *The Journal of the American Dental Association, 125*(6), 687-701. doi:10.14219/jada.archive.1994.0113

Besegato , J., Jussiani , E., Casanova, A., Fernandes, R., Salomão, F., Santana, B., . . . Hoeppner, M. (2018). Effect of light-curing protocols on the mechanical behavior of bulk-fill resin composites. *Journal of the Mechaical Behavior of Biomecanical Materials, 90*(1), 381-387. doi:10.1016/j.jmbbm.2018.10.026

Blanco, J. (2013). Rehabilitación de la sonrisa mediante resinas compuestas. *Gaceta Dental, 248*, 126-138. Obtenido de https://gacetadental.com/wp-content/uploads/OLD/pdf/248_CIENCIA_RehabilitacionSonrisaResinas.pdf

Botto, Aizencop & Bader. (2014). Compressive strength and surface hardness of restorations made with a bulk-fill and a conventional composite. *BioMater. Sociedad científica Grupo Chileno de Materiales Dentales., 1*(2), 13-31. Obtenido de http://www.biomater.cl/tag/surface-hardness/

Boza , Y. (2015). Estudio de la profundidad de polimerización de resinas bulk fill a diferentes distancias de fotoactivación. *tesis(pregrado).* Universidad Nacional Mayor De San Marcos, Lima – Perú. Obtenido de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/4552/Boza_qy.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Branco, G., Bernardon, J., Cardoso, L., Pires, H., Horn, F., & Roesler, C. (2016). In Vitro Fatigue Resistance of Teeth Restored With Bulk Fill versus Conventional Composite Resin. *Brazilian Dental Journal, 27*(4), 452-457. doi:http://dx.doi.org/10.1590/0103-6440201600836

Caetano, N., Grover , V., López, B., & Henrique, A. (2008). Influencia de la fotopolimerización gradual en el estrés de contracción en restauraciones de resina compuesta. *Acta odontológica Venezuela, 46*(3). Obtenido de https://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/3/art-27/

Campos , E., Ardu, S., Lefever , D., Ferreira, F., Bortolotto, T., & Krejci , I. (2014). Marginal adaptation of class II cavities restored with bulk-fill composites. *Journal of Dentistry, 42*(5), 575-581. doi:10.1016/j.jdent.2014.02.007

Carrillo , C., & Monroy, A. (2009). Materiales de resinas compuestas y su polimerización. *Asociación Dental Mexicana, 15*(4), 10-17. Obtenido de https://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2009/od094b.pdf

Cascante, M. (2016). Estudio comparativo de resistencia a la compresión de la resina Filtek P60 3M sometida a calor y presión: Estudio in vitro. *tesis(pregrado).* Universidad central del ecuador, Quito. Obtenido de http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/6683/1/T-UCE-0015-341.pdf

Chain, M., & Baratieri, L. (2001). *Estética con resina compuesta en dientes posteriores* (1era ed.). Sao Paulo-Brasil: Artes Médicas Ltda.

Chalacán , R., & Garrido, P. (2016). Análisis comparativo del grado de pigmentación de tres resinas nanohibridas:Estudio in Vitro. *"ODONTOLOGÍA", 8*(1), 62-72. Obtenido de file:///C:/Users/Maria/Downloads/Dialnet-AnalisisComparativoDelGradoDePigmentacionDeTresRes-5597625%20(3).pdf

Chen, M. (2010). Update on Dental. *Journal of Dental Research, 89*(6), 549-560. doi:10.1177/0022034510363765

Corral, C., Vildósola, P., Bersezio, C., Alves, E., & Fernández, E. (2015). Revisión del estado actual de resinas compuestas bulk-fill. *Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia, 27*(1), 177-195. doi:https://dx.doi.org/10.17533/udea.rfo.v27n1a9

Cova, J. (2010). *Biomateriales Dentales* (2da ed.). Venezuela: Amolca.

Cruz, F., Carvalho, R., Batista, C., Siqueira, H., & Queiroz, J. (2014). Efecto del tratamiento térmico y de fibras de polietileno en la resistencia a la flexión de resinas compuestas. *Acta Odontológica Venezolana, 52*(1). Obtenido de https://www.actaodontologica.com/ediciones/2014/1/art-2/

Cuevas , C. (2010). Resina polimerizada por apertura de anillos, nueva posibilidad de material compuesto en odontología. *tesis(pregrado).* Universidad Autónoma Del Estado De Hidalgo, San Agustín Tlaxiaca. Obtenido de https://www.uaeh.edu.mx/nuestro_alumnado/icsa/licenciatura/documentos/Resina_Polimerizada_.pdf

De la Torre Maldonado, J. (2016). Resistencia compresiva: estudio comparativo in vitro entre un cerómero y una resina de nanotecnologia sometida a dos tipos de complementación de polimerización. *tesis (pregrado).* Universidad Central del Ecuador, Quito. Obtenido de http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/5672/1/T-UCE-0015-235.pdf

Dean, J. (2018). *Odontología pediátrica y del adolescente* (10ma ed.). España: Elsevier.

Delgado, J. (2017). "Comparación de la resistencia compresiva de la resina nanohíbrida fotopolimerizada y con fototermoneumopolimerización, para la realización de restauraciones indirectas (estudio in vitro).arequipa - 2016". *tesis(pregrado).* Universidad Alas Peruanas, Arequipa – Perú. Obtenido de http://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/uap/6139/1/T059_70222409_T.pdf

Echevarria, J., & Pumarola, J. (2008). *El manual de Odontología* (2da ed.). España: Elsevier Masson.

Fahl, N. (2010). A Solution for Everyday Direct Restorative Challenges. *Journal of Cosmetic Dentistry , 26*(3), 56-67. Obtenido de https://fahl.com.br/wp-content/uploads/2019/08/Mastering-Composite-Artistry-to-Create-Anterior-Masterpieces-Part-1.pdf

Fernández:, C., Méndez, N., & Castañeda, J. (15 de noviembre de 2018). *docplayer.es.* Obtenido de ocplayer.es/3847530-Procedimientos-restauradores-directos-con-resinas-compuestas.html#show_full_text

Ferracane, J. (2011). Resin composite—State of the art. *Dental Materials, 27*(1), 29-38. doi:10.1016/j.dental.2010.10.020

Flores, E., & Balseca, E. (2016). Grado de sellado marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con un material mono incremental y uno convencional. *Polo del Conocimiento, 1*(1), 3-18. doi:10.23857/pc.v1i2.32

Flury, S., Hayoz, S., Peutzfeldt, A., Hüsler, J., & Lussi, A. (2012). Depth of cure of resin composites: : Is the ISO 4049 method suitable for bulk fill materials? *Dental Materials, 28*(5), 525-528. doi:10.1016/j.dental.2012.02.002

Fronza, B., Ayres, A., Pacheco, R., Rueggeberg, F., Dias, C., & M, G. (2017). Characterization of Inorganic Filler Content, Mechanical Properties, and Light Transmission of Bulk-fill Resin Composites. *Operative Dentistry, 42*(4), 445-455. doi:10.2341/16-024-L

Furness, A., Tadros, M., Looney, S., & Rueggeberg, F. (2014). Effect of bulk/incremental fill on internal gap formation of bulk-fill composites. *Journal of Dentistry, 42*(4), 439-449. doi:10.1016/j.jdent.2014.01.005

García, I. (2016). Resistencia flexural de dos marcas de resina bulk fill: estudio in vitro. *tesis(pregrado).* Universidad Central Del Ecuador, Quito. Obtenido de http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/8260/1/T-UCE-0015-438.pdf

Garrido, P. (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. *tesis(pregrado).* Universidad central del ecuador, Quito. Obtenido de http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/11064/1/T-UCE-0015-695.pdf

Geissberger, M. (2012). *Odontología Estética en la Práctica Clínica* (1ª ed.). España: Amolca.

González, J. (2012). Técnicas para realizar restauraciones de cuarta clase directas con resinas compuestas. *tesis (pregrado).* Universidad de guayaquil, Guayaquil. Obtenido de http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/2906/1/_carolinaT%c3%a9cnicas%284%29.pdf

Gorsche, C., Griesser, M., Hametner, C., Ganster, B., Moszner, N., Neshchadin, D., . . . Liska, R. (May de 2014). New Generation of Highly Efficient, Long-Wavelength Photoinitiators for Dental Restoratives: From Research to Application. *RadTech Technology Expo and Conference*, 12-18. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/310773155_New_Generation_of_Highly_Efficient_Long-Wavelength_Photoinitiators_for_Dental_Restoratives_From_Research_to_Application

Guerra, D. (2017). Resistencia a la compresión entre una resina con técnica incremental filtek™ z350 xt de 3m espe y una monoincremental filtek™ bulk fill de 3m espe. *(tesis pregrado).* Universidad Alas Peruanas, PERÚ, AREQUIPA, PERÚ. Obtenido de http://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/uap/6098/1/T059_70128579_T.pdf

Guerrero , A., & Chumi , R. (2018). Comparación in vitro de la profundidad de curado de una resina nanohíbrida fotoactivada con luz halógena versus luz led. *Revista Nacional de Odontología, 14*(26), 1-10. doi:http://dx.doi.org/10.16925/od.v13i26.2042

Guillen, X. (2015). *Fundamentos de Operatoria Dental* (2da ed.). New York: Dreams Magnet, LLC.

Heintze, S., & Zimmerli, B. (2011). Relevance of in vitro tests of adhesive and composite dental materials, a review in 3 parts. Part 1: Approval requirements and standardized testing of composite materials according to ISO specifications. *Schweizer Monatsschrift fur Zahnmedizin, 121*(9), 804-816. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/51706894_Relevance_of_in_vitro_tests_of_adhesive_and_composite_dental_materials_a_review_in_3_parts_Part_1_Approval_requirements_and_standardized_testing_of_composite_materials_according_to_ISO_specifications

Henostroza, G. (2009). *Adhesión en Odontología Restauradora* (2da ed.). España: Médica Ripano.

Hervás , A., Martínez, M., Cabanes , J., Barjau, A., & Fos , P. (2006). Resinas compuestas. Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. *Scielo, 11*(2), 215-220. Obtenido de http://scielo.isciii.es/pdf/medicorpa/v11n2/23.pdf

Hirata, R. (2012). *Tips.Claves En Odontología Estética* (1era ed.). Sao Paulo - Brasil: Panamericana.

Huayhua, E. (2013). Estudio comparativo in vitro de la resistencia compresiva de resinas compuestas microhibridas y nanohibridas. *tesis(posgrado).* Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima – Perú. Obtenido de

http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/3073/Huayhua_re.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ilie , N., Bucuta, S., & Draenert, M. (2013). Bulk-fill Resin-based Composites: An In Vitro Assessment of Their Mechanical Performance. *Operative Dentistry, 38*(6), 618-625. doi:10.2341/12-395-L

Ivoclar Vivadent . (March de 2014). *Scientific Documentation Tetric EvoCeram® Bulk Fill* . Obtenido de Scientific Documentation Tetric EvoCeram® Bulk Fill : file:///C:/Users/Maria/Downloads/Tetric+EvoCeram+Bulk+Fill%20(1).pdf

Joubert, R. (2010). *Odontología Adhesiva y Estética* (1era ed.). España-Madrid: Medica Ripano.

Klauer, E., Belli, R., & Petschelt, A. (2018). Mechanical and hydrolytic degradation of an Ormocer®-based. *Clinical Oral Investigations*, 1-9. doi:10.1007/s00784-018-2651-3

Lafuente , J. (2016). Grado de polimerización y adaptación marginal de cavidades obturados con resinas Bulkfill. *tesis(pregrado).* Universidad de Costa Rica, San José,Costa Rica. Obtenido de http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/3521/1/40441.pdf

Lema, C. (2015). *Resistencia a la compresión de resinas compuestas nanoparticuladas fuera y dentro de la fecha de validez.* Quito, Ecuador: UDLA. Obtenido de http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/3975/1/UDLA-EC-TOD-2015-01%28S%29.pdf

Leprince , J., Palin, W., Vanacker, J., Sabbagh, J., Devaux, J., & Leloup, G. (2014). Physico-mechanical characteristics of commercially available bulk-fill composites. *Journal of Dentistry, 42*(8), 993-1000. doi:10.1016/j.jdent.2014.05.009

López , J. (2018). Resistencia compresiva de tres resinas compuestas indicadas para restauración posterior, in vitro, Lima-2018. *Tesis(pregrado).* Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima – Perú. Obtenido de http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/2548/L%C3%93PEZ%20PORTOCARRERO%20JARLY.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Lovell, L., Lu, H., Elliot, J., Stansbury, J., & Bowman, C. (2001). The effect of cure rate on the mechanical properties of dental resins. *Dental Materials, 17*(6), 504-511. doi:10.1016/s0109-5641(01)00010-0

Loyola, P. (2018). "Estudio comparativo de la resistencia flexural de dos materiales utilizados para la reconstrucción de muñones". *tesis(pregrado).* Universidad Nacional De Loja, Loja. Obtenido de https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/21162/1/Estudio%20comparativo%20de%20la%20resistencia%20flexural%20de%20dos%20materiales%20utilizados%20para%20la%20reconstrucci%c3%b3n%20de%20mu%c3%b1ones.pdf

Macchi, R. (2007). *Materiales dentales* (1ª ed.). Buenos Aires: Médica Panamerica.

Mahn, E. (03 de 12 de 2013). *Ivoclar Vivadent* . Obtenido de file:///C:/Users/Maria/Downloads/Edición+Especial+-+Dr-+Eduardo+Mahn,+Tetric+EvoCeram+Bulk+Fill%20(2).pdf

Malucín , M. (2016). Comparación in vitro del grado de microfiltración de las resinas compuestas aplicadas mediante la técnica incremental con las resinas Bulk-fill colocadas mediante la técnica en bloque en cavidades clase I en molares humanos. *tesis(pregrado).* Universidad San Francisco DeQuito, Quito. Obtenido de http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/6120/1/128978.pdf

Millingalli, H. (2016). "Determinar la resistencia a la compresión vertical en cuatro resinas de nanotecnología de dos casas comerciales en técnica combinada entre resina fluida y convencional a través de la técnica incremental en restauraciones clase II ocluso-distal". *tesis(oregrado).* Universida Central del Ecuador, Quito. Obtenido de http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7791/1/T-UCE-0015-406.pdf

Misisian, R., & Ermoli, J. (2014). Resinas compuestas en bloque. Función y estética en tiempos modernos. *El Espejo, 17*(45), 7-10. Obtenido de https://issuu.com/muestrafoto/docs/elespejo_45__1_

Moezzyzadeh, M. (2012). Evaluation of the compressive strength of hybrid and nanocomposites. *Journal Dental School, 30*(1), 24-29. Obtenido de http://applications.emro.who.int/imemrf/J_Dent_Sch_Shahid_Beheshti_Med_Sci_Univ/J_Dent_Sch_Shahid_Beheshti_Med_Sci_Univ_2012_30_1_24_29.pdf

Montero , D. (2016). “Resistencia de la resina convencional (nanohíbrida) y resina Bulk-Fill a la fractura con técnicas incremental y monoincremental. Estudio comparativo in-vitro.”. *Tesis (pregrado).* Universidad central del ecuador, Quito. Obtenido de http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7802/1/T-UCE-0015-417.pdf

Monteza, S. (2018). “Resistencia flexural de una resina compuesta nanohíbrida sometida a técnicas de termopolimerización adicional”. *tesis (pregrado).* Universidad Nacional De Loja, Loja. Obtenido de https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/21347/1/TESIS%20SHEYLA%20MONTEZA.pdf

Murahybid, M., Hashem, M., Assery, M., & Sayed, M. (2017). An in-vitro Evaluation of Mechanical Properties and Surface Roughness of Bulk Fill vs Incremental Fill Resin Composites. *International Journal Preventive and Clinical Dental Research, 4*(1), 37-42. Obtenido de https://pdfs.semanticscholar.org/20ff/952738aa77f29d585b388330d31a6fe27dc6.pdf

Nocchi , E. (2008). *Odontología Restauradora Salud y estética* (2da ed.). Buenos Aires: Médica Panamericana.

O’Neill, C., Kreplak, L., Rueggeberg, F., Labrie, D., Kenji, C., & Bengt, R. (2017). Effect of tooth brushing on gloss retention and surface roughness of five bulk-fill resin composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry, 30*(1), 59-69. doi:10.1111/jerd.12350

Palma, A., & Sanchez, F. (2013). *Técnicas de ayuda odontológica y estomatológica* (2da ed.). Madrid-España: Paraninfo,SA.

Pradeep, K., Ginjupalli, K., Kuttappa, M., & Kudva, A. (7 de Septiembre de 2016). In vitro Comparison of Compressive Strength of Bulk-□ll Composites and Nanohybrid Composite. *World Journal of Dentistry, 3,* 119-122.

Re, D., Cerutti, A., Mangani, F., & Putignano, A. (2009). *Restauraciones EstéticasAdhesivas Indirectas Parciales en Sectores Posteriores.* (1era ed.). Torino-Italia: Amolca.

Reis , A., & Loguercio, A. (2012). *Materiales Dentales Directos. de los Fundamentos a la Aplicacion Clinica* (1ª ed.). São Paulo-Brasil: SAN.

Rodriguez , D., & Pereira , N. (2008). Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. *Scielo, 46*(3). Obtenido de https://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/3/art-26/

Romero, H. (2017). Efecto de diferentes bebidas en la estabilidad de color de las resinas compuestaspara restauraciones directas. *RAAO, 6*(1), 31-42. Obtenido de https://www.ateneo-odontologia.org.ar/articulos/lvi01/articulo5.pdf

Rosatto, C., Bicalho, A., Ver´ıssimo , G., Rodrigues, B., Tantbirojn, D., & Soares. (2015). Mechanical properties, shrinkage stress, cuspal strain and fracture resistance of molars restored with bulk-fill composites and incremental filling technique. *Journal of Dentistry, 43*(12). doi:10.1016/j.jdent.2015.09.007

Rovira, M. (2006). *Lámparas de fotopolimerización: Estado actual*. Recuperado el 17 de octubre de 2019, de http://www.infomed.es/rode/index.php?option=com_content&task=view&id=67&Itemid=32

Rueggeberg, F. (2011). State-of-the-art: Dental photocuring—A review. *Dental Materials, 27*(1), 39-52. doi:10.1016/j.dental.2010.10.021

Rueggeberg, F., Cole, M., Looney, S., Vickers, A., & Swift, E. (2009). Comparison of ManufacturerRecommended Exposure Durations with Those Determined Using Biaxial Flexure Strength and Scraped Composite Thickness Among a Variety of Light-Curing Units. *Journal of Eshtetic and Restorative Dentistry, 21*(1), 43-61. doi:10.1111/j.1708-8240.2008.00231.x

Sabbagh, J., Ryelandt, L., Bache´ Rius, L., Biebuyck, J., Vreven, J., Lambrechts, P., & Leloup, G. (2004). Characterization of the inorganic fraction of resin composites. *Journal of Oral Rehabilitation, 31*(11), 1090-1101. doi:10.1111/j.1365-2842.2004.01352.x

Sahoo , S., Meshram , G., Parihar , A., Pitalia , D., Vasudevan , H., & Surana , A. (2019). Evaluation of Effect of Dietary Solvents on Bond Strength of Compomer, Ormocer, Nanocomposite and Activa Bioactive Restorative Materials. *Journal of*

International Society of Preventive and Community Dentistry, 9(5), 453-457. doi:10.4103/jispcd.JISPCD_47_19. eCollection 2019 Sep-Oct.

Salazar, A. (2009). *Odontología Estética.El Arte de la Perfección* (1era ed.). Saõ Paulo,Brasil: Médica Panamericana.

Saldarriaga , O., & Peláez, A. (2003). Resinas compuestas:restauraciones adhesivas para el sector posterior. *Revista CES Odontología, 16*(2), 62-77. Obtenido de http://revistas.ces.edu.co/index.php/odontologia/article/view/571

Sánchez , L., & Espías , A. (2004). La fotopolimerización en 2002. *Avances en odontoestomatología, 20*(6), 289-295. Obtenido de http://scielo.isciii.es/pdf/odonto/v20n6/original2.pdf

Shekhli, A., Aubi, A., & Rahman , A. (2017). Flexural strength evaluation of tetric evoceram bulk- fill composite in comparison with traditional composites. *Pakistan Oral & Dental Journa, 37*(2), 347-350. Obtenido de https://www.podj.com.pk/index.php/podj/article/view/111

Steenbecker , O. (2010). *Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental* (1era ed.). Chile: Universidad de Valparaiso.

Tanthanuch, S., Kukiattrakoon, B., Siriporananon, C., Ornprasert, N., Mettasitthikorn , W., & Likhitpreeda, S. (2014). The effect of different beverages on surface hardness of nanohybrid resin composite and giomer. *Journal of conservative dentistry, 17*(3), 261-265. doi:10.4103/0972-0707.131791

Urzúa, M. (2017). EValuación clínica inmediata de resinas compuestas bulk-fill en lesiones proximo-oclusales mediante criterio usphs. *tesis(posgrado).* Universidad Andrés Bello, Santiago de Chile. Obtenido de http://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/5510/a120838_Urzua_M_Evaluacion_clinica_inmediata_de_resinas_2017_tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vallejo, K. (2017). Resistencia a la fuerza de compresión: resina nanohibrida y nanoparticulada. estudio in vitro. *tesis(pregrado).* Universidad Central Del Ecuador, Quito. Obtenido de http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/12509/1/T-UCE-0015-737.pdf

Vandana , S., Gowrish , B., & Mithra , H. (Febrero de 2017). Comparative evaluation of flexural and compressive strengths of bulk-fill composites. *International Journal of Advanced Scientific and Technical Research, 1*(7), 122-131.

Vasudeva, G. (2009). Monomer systems for dental composites and their future: a review. *Journal of the California Dental Association, 37*(6), 389-398. Obtenido de https://www.cda.org/Portals/0/journal/journal_062009.pdf

Voco. (2015). *Admira ® Fusion;*. Obtenido de https://www.voco.dental/es/portaldata/1/resources/products/folders/es/admira-fusion-x-tra-flow_fol_es.pdf

Zeballos , L., & Valdivieso , Á. (2013). Materiales Dentales de Restauración. *Scielo, 30*, 1498-1504. Obtenido de http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/raci/v30/v30_a05.pdf

11. Anexos

Anexo 1. Fichas de observación

TETRIC EVOCERAM	VELOCIDAD (mm/min)	*FUERZA KN*	OBSERVACIONES
1	0,5	1,75	Fractura vertical a la mitad
2	0,5	0,97	Fractura total
3	0,5	1,48	Fractura transversal a la mitad
4	0,5	1,49	Fractura transversal a la mitad
5	0,5	1,8	Fractura vertical a la mitad
6	0,5	1,17	Fractura vertical total
7	0,5	1,29	Fractura vertical a la mitad
8	0,5	1,48	Fractura transversal a la mitad
9	0,5	1	Fractura transversal a la mitad
10	0,5	1,55	Fractura Vertical a la mitad
11	0,5	1,47	Fractura Vertical a la mitad
12	0,5	1,48	Fractura total
13	0,5	1,1	Fractura total
14	0,5	1,06	Fractura transversal a la mitad
15	0,5	1,03	Fractura vertical a la mitad
16	0,5	1,12	Fractura vertical total
17	0,5	2,33	Fractura total
18	0,5	1,34	Fractura vertical a la mitad
19	0,5	1,87	Fractura vertical a la mitad
20	0,5	1,27	Fractura total

ADMIRA FUSION	VELOCIDAD (mm/min)	*FUERZA KN*	OBSERVACIONES
1	0,5	1,35	Fractura vertical total
2	0,5	1,58	Fractura transversal a la mitad
3	0,5	0,79	Fractura vertical a la mitad
4	0,5	1,11	Fractura total
5	0,5	1,49	Fractura total
6	0,5	0,95	Fractura vertical total
7	0,5	1,12	Fractura vertical a la mitad
8	0,5	1,75	Fractura vertical total
9	0,5	0,89	Fractura transversal a la mitad
10	0,5	1,53	Fractura transversal a la mitad
11	0,5	1,03	Fractura Vertical a la mitad
12	0,5	1,12	Fractura vertical a la mitad
13	0,5	0,92	Fractura vertical a la mitad
14	0,5	1,35	Fractura transversal a la mitad
15	0,5	1,23	Fractura vertical a la mitad
16	0,5	1,29	Fractura vertical total
17	0,5	1,45	Fractura transversal a la mitad
18	0,5	1,1	Fractura transversal a la mitad
19	0,5	1,27	Fractura total
20	0,5	1,63	Fractura transversal a la mitad

ESTUDIO CON CIA. LTDA. LOJA - ECUADOR

FILTEK 3M	VELOCIDAD (mm/min)	*FUERZA KN*	OBSERVACIONES
1	0,5	0,52	Fractura total
2	0,5	0,55	Fractura Transversal a la mitad
3	0,5	0,63	Fractura transversal a la mitad
4	0,5	0,74	Fractura total
5	0,5	0,47	Fractura vertical total
6	0,5	1,02	Fractura total
7	0,5	0,33	Fractura vertical a la mitad
8	0,5	0,69	Fractura vertical total
9	0,5	0,36	Fractura transversal a la mitad
10	0,5	0,47	Fractura total
11	0,5	0,23	Fractura total
12	0,5	0,64	Fractura total
13	0,5	0,73	Fractura vertical total
14	0,5	0,74	Fractura total
15	0,5	0,69	Fractura vertical total
16	0,5	0,87	Fractura total
17	0,5	1,07	Fractura Transversal a la mitad
18	0,5	1,05	Fractura total
19	0,5	0,98	Fractura transversal a la mitad
20	0,5	0,28	Fractura total

ESTSUELCON CIA. LTDA.
LOJA - ECUADOR

Anexo 2. Permiso para elaboración de la matriz cilíndrica y uso de calibrador pie de rey

Universidad Nacional de Loja

FACULTAD DE LA SALUD HUMANA
CARRERA DE ODONTOLOGIA

Loja 27 de Agosto del 2019

Ing. Numan León Tapia

ENCARGADO DEL TALLER MECÁNICO DE LA FACULTAD DE ENERGÍA

Ciudad.-

De mis consideraciones:

Yo, **LILIBETH JACKELINE CASTILLO GORDILLO,** con **Cl. 1104567779,** egresada de la carrera de Odontología, por medio del presente solicito a usted muy comedidamente se me autorice la utilización del Torno para elaboración del molde cilíndrico con el que obtendré mis muestras y el Calibrador Pie de Rey para la medición de las mismas, para realizar mi proyecto de tesis denominado **"ESTUDIO IN VITRO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE RESINAS COMPUESTAS BULKFILL"**

Por la favorable atención que se digne a dar a la presente desde ya le antelo mis más sinceros agradecimientos.

Atentamente:

LILIBETH JACKELINE CASTILLO GORDILLO
Cl. 1104567779
EGRESADA DE LA CARRERA DE ODONTOLOGIA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
Facultad de la Energía, las Industrias y Recursos Naturales no Renovables
TALLER MECANICO

Anexo 3. ***Permiso para la elaboración de los especímenes de resina***

Universidad Nacional de Loja

Facultad de la Salud Humana

Of.N° 898-DCO-FSH-UNL
Loja, 28 de Octubre de 2018

Odt. Cristian Herrera Samaniego
RESPONSABLE DE LOS LABORATORIO
En su despacho.

Por medio del presente me permito comunicarle que se ha concedido autorización a la Srta **LILIBETH JACKELINE CASTILLO GORDILLO**, estudiante de la carrera de Odontología, a fin pueda realizar el trabajo de campo de su tesis, para hacer probetas de resina, durante los meses de octubre y noviembre de 2019, los días: lunes de 16h a 18h miércoles de 09h00 a 12h00; y de 17h a 18h jueves de 17h a 18h y viernes de 16h00 a 18h00.

Particular que pongo a su conocimiento para los fines pertinentes.

Atentamente,

Odt. Esp. Jhoanna Riofrio Herrera
GESTORA ACADÉMICA DE LA CARRERA
DE ODONTOLOGÍA-FSH-UNL, ENCARGADA

JRH/ep

C.c Archivo

Anexo 4. ***Certificación del almacenamiento de muestras en la estufa (Memmert)***

Universidad Nacional de Loja

Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables

LABORATORIO DE QUÍMICA

Dr. Luis Alfonso Angamarca Lliguín

RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE QUÍMICA

C E R T I F I C A:

Que la Srta. **LILIBETH JACKELINE CASTILLO GORDILLO,** con número de **CI. 1104567779,** egresada de la Universidad Nacional de Loja Carrera de Odontología, realizó el ensayo definitivo del Termobaño correspondiente a su tema de tesis denominado **"ESTUDIO IN VITRO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE RESINAS COMPUESTAS BULKFILL".**
Cuyo procedimiento experimental se realizó mediante el uso de la Estufa INB 500 (Memmert) empleando una temperatura de 37°C con una duración de 24 horas.

Los especímenes que se sometieron al Termobaño fueron 60, 20 correspondientes al primer grupo experimental (resina Filtek™ 3M), 20 segundo grupo experimental (Tetric Evoceram (Ivoclar-Vivadent) y 20 Tercer grupo experimental (Admira Fusion X-tra Voco)

Este procedimiento se realizó el día 12 de Noviembre del 2019.

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

Loja, 12 de Noviembre del 2019

Dr. Luis A. Angamarca Ll.,
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE QUÍMICA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA FACULTAD DE ENERGÍA LABORATORIO DE QUÍMICA

C.C. Archivo

Ciudad Universitaria "Guillermo Falconí Espinosa" Casilla letra "S"
Teléfono: 2545689 Ext. 123

Anexo 5. ***Certificacion de realización de resistencia compresiva***

ESTSUELCON

ESTSUELCON CÍA. LTDA.

ESTUDIO DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORÍA

Tele-fax: 072613699. Celular: 0980353180-0995892335 Email: estsuelcon@gmail.com

Loja ,20 de Noviembre del 2019

CERTIFICO

Que la Srta. **Lilibeth Jackeline Castillo Gordillo,** con número de cédula N° **1104567779,** egresada de la Universidad Nacional de Loja, Carrera de Odontología realizó el ensayo definitivo de la resistencia compresiva correspondiente a su tema de tesis **"ESTUDIO IN VITRO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE RESINAS COMPUESTAS BULKFILL".** Para el procedimiento se empleó una máquina universal de ensayos mecánicos modelo Marshall y CBR (versión M PS-25), con una velocidad de desplazamiento de 0.05mm /min incidiendo sobre los especímenes hasta su rotura.

Los especímenes que se sometieron a la resistencia compresiva fueron 60, correspondientes al **ensayo definitivo**, 20 *primer Grupo experimental* (resina Filtek™ 3M), 20 *segundo Grupo* (Tetric Evoceram Ivoclar-Vivadent) y 20 *tercer Grupo experimental* (Admira Fusion X-tra Voco).

Procedimiento que se realizó el día miércoles 20 de Noviembre del 2019 de 09h00 a 12h00; y de 15h00 a 18h00.

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

Ing. Ovidio Castillo Jaramillo

GERENTE DE LA CONSTRUCTORA Y CONSULTORA ESTSUELCON CIA. LTDA

LOJA - ECUADOR

MATRIZ: CALLE DETROIT ENTRE NEW YORK Y CALIFORNIA - PARQUE INDUSTRIAL DE LOJA.

SUCURSAL: LOS ENCUENTROS (ZAMORA CHINCHIPE) 24 DE MAYO Y AMAZONAS.

Anexo 6. ***Ensayo definitivo: resistencia compresiva resina Filtek -3M, Admira fusion X-tra y Tetric® EvoCeram Bulk Fill***

TETRIC EVOCERAM	Velocidad (mm/min)	Dimensiones			Fuerza Final Rotura (KN)	Esfuerzo Compresivo (MPa)	Observaciones
		Altura (mm)	Diámetro (mm)	Área (mm²)			
1	0,5	8	4	12,57	1,75	139,26	Fractura vertical a la mitad
2	0,5	8	4	12,57	0,97	77,19	Fractura total
3	0,5	8	4	12,57	1,48	117,77	Fractura transversal a la mitad
4	0,5	8	4	12,57	1,49	118,57	Fractura transversal a la mitad
5	0,5	8	4	12,57	1,8	143,24	Fractura vertical a la mitad
6	0,5	8	4	12,57	1,17	93,11	Fractura vertical total
7	0,5	8	4	12,57	1,29	102,65	Fractura vertical a la mitad
8	0,5	8	4	12,57	1,48	117,77	Fractura transversal a la mitad
9	0,5	8	4	12,57	1	79,58	Fractura transversal a la mitad
10	0,5	8	4	12,57	1,55	123,34	Fractura Vertical a la mitad
11	0,5	8	4	12,57	1,47	116,98	Fractura Vertical a la mitad
12	0,5	8	4	12,57	1,48	117,77	Fractura total
13	0,5	8	4	12,57	1,1	87,54	Fractura total
14	0,5	8	4	12,57	1,06	84,35	Fractura transversal a la mitad
15	0,5	8	4	12,57	1,03	81,96	Fractura vertical a la mitad
16	0,5	8	4	12,57	1,12	89,13	Fractura vertical total
17	0,5	8	4	12,57	2,33	185,42	Fractura total
18	0,5	8	4	12,57	1,34	106,63	Fractura vertical a la mitad
19	0,5	8	4	12,57	1,87	148,81	Fractura vertical a la mitad
20	0,5	8	4	12,57	1,27	101,06	Fractura total

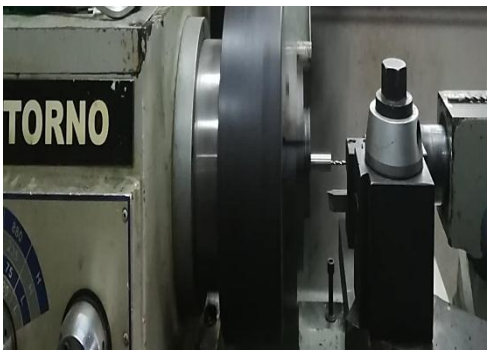
ADMIRA FUSION	Velocidad (mm/min)	Dimensiones			Fuerza Final Rotura (KN)	Esfuerzo Compresivo (MPa)	Observaciones
		Altura (mm)	Diámetro (mm)	Área (mm²)			
1	0,5	8	4	12,57	1,35	107,43	Fractura vertical total
2	0,5	8	4	12,57	1,58	125,73	Fractura transversal a la mitad
3	0,5	8	4	12,57	0,79	62,87	Fractura vertical a la mitad
4	0,5	8	4	12,57	1,11	88,33	Fractura total
5	0,5	8	4	12,57	1,49	118,57	Fractura total
6	0,5	8	4	12,57	0,95	75,60	Fractura vertical total
7	0,5	8	4	12,57	1,12	89,13	Fractura vertical a la mitad
8	0,5	8	4	12,57	1,75	139,26	Fractura vertical total
9	0,5	8	4	12,57	0,89	70,82	Fractura transversal a la mitad
10	0,5	8	4	12,57	1,53	121,75	Fractura transversal a la mitad
11	0,5	8	4	12,57	1,03	81,96	Fractura Vertical a la mitad
12	0,5	8	4	12,57	1,12	89,13	Fractura vertical a la mitad
13	0,5	8	4	12,57	0,92	73,21	Fractura vertical a la mitad
14	0,5	8	4	12,57	1,35	107,43	Fractura transversal a la mitad
15	0,5	8	4	12,57	1,23	97,88	Fractura vertical a la mitad
16	0,5	8	4	12,57	1,29	102,65	Fractura vertical total
17	0,5	8	4	12,57	1,45	115,39	Fractura tranversal a la mitad
18	0,5	8	4	12,57	1,1	87,54	Fractura transversal a la mitad
19	0,5	8	4	12,57	1,27	101,06	Fractura total
20	0,5	8	4	12,57	1,63	129,71	Fractura transversal a la mitad

FILTEK 3M	Velocidad (mm/min)	Dimensiones			Fuerza Final Rotura (KN)	Esfuerzo Compresivo (MPa)	Observaciones
		Altura (mm)	Diámetro (mm)	Área (mm^2)			
1	0,5	8	4	12,57	0,52	41,38	Fractura total
2	0,5	8	4	12,57	0,55	43,77	Fractura Transversal a la mitad
3	0,5	8	4	12,57	0,63	50,13	Fractura transversal a la mitad
4	0,5	8	4	12,57	0,74	58,89	Fractura total
5	0,5	8	4	12,57	0,47	37,40	Fractura vertical total
6	0,5	8	4	12,57	1,02	81,17	Fractura total
7	0,5	8	4	12,57	0,33	26,26	Fractura vertical a la mitad
8	0,5	8	4	12,57	0,69	54,91	Fractura vertical total
9	0,5	8	4	12,57	0,36	28,65	Fractura transversal a la mitad
10	0,5	8	4	12,57	0,47	37,40	Fractura total
11	0,5	8	4	12,57	0,23	18,30	Fractura total
12	0,5	8	4	12,57	0,64	50,93	Fractura total
13	0,5	8	4	12,57	0,73	58,09	Fractura vertical total
14	0,5	8	4	12,57	0,74	58,89	Fractura total
15	0,5	8	4	12,57	0,69	54,91	Fractura vertical total
16	0,5	8	4	12,57	0,87	69,23	Fractura total
17	0,5	8	4	12,57	1,07	85,15	Fractura Transversal a la mitad
18	0,5	8	4	12,57	1,05	83,56	Fractura total
19	0,5	8	4	12,57	0,98	77,99	Fractura transversal a la mitad
20	0,5	8	4	12,57	0,28	22,28	Fractura total

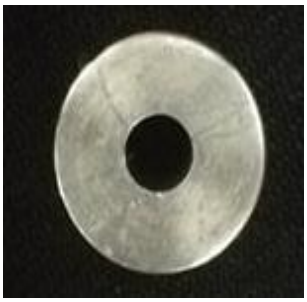
ESTSUELCON CIA. LTDA.
LOJA - ECUADOR

Anexo 7. ***Materiales utilizados***

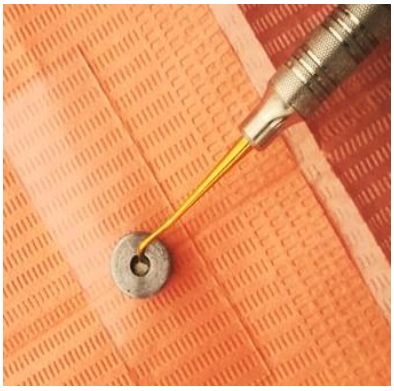
Torno manual para elaboración de molde



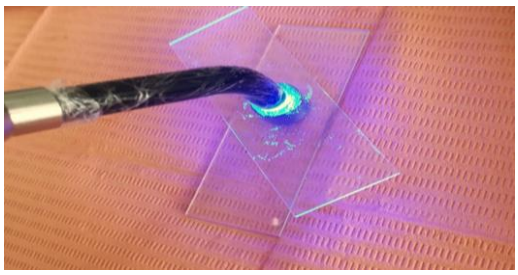
Matriz metálica para elaborar especímenes de resina compuesta



Colocación de la resina compuesta dentro de la matriz metálica



Fotopolimerización de los especímenes de resina compuesta



Medición de bloques de resina con calibrador Pie de rey

Máquina para ensayos prensa multiusos semiautomática

Anexo 8. *Certificado de la traducción del resumen*

CERTIFICACIÓN

Loja, 22 de febrero de 2020

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 in vitro de la resistencia a la compresión de resinas compuestas Bulk Fill**" como constancia firmo el presente documento a Lilibeth Jackeline Castillo Gordillo con CI: 1104567779

Atentamente,

Lic. Yanina Guamán
English Teacher
SENESCYT: 1031-2018-1948697

Yanina Guamán

LICENCIADA EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN MENCIÓN INGLÉS
CI: 1900489434
Correo: yanelizabeth@hotmail.com
Cel: 0991615933
Registro Senescyt: 1031-2018-1948697

Anexo 9. ***Certificado de análisis estadístico***

Quito, 09 de Diciembre del 2019

A quien corresponda:

Yo, Jaime Reinaldo Molina Araúz 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 IN VITRO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE RESINAS COMPUESTAS BULKFILL"** de la Srta. Lilibeth Jackeline Castillo Gordillo, con cedula de identidad 1104567779 de la Universidad Nacional de Loja, por lo tanto puede hacer uso del presente como a bien tuviere.

Atentamente:

…….
Ing. Jaime Reinaldo Molina Araúz
CC: 1709175275
Registro SENESCYT: 1001-04-529985

Anexo 10. ***Proyecto de tesis***

1. **TEMA:**

ESTUDIO IN VITRO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE RESINAS COMPUESTAS BULK FILL.

2. PROBLEMÁTICA

La nanotecnología en el transcurso del tiempo ha ido evolucionando en la industria odontológica, en el desarrollo de resinas compuestas que constituyen un grupo de materiales restauradores más utilizados en la cavidad bucal, a raíz de sus excelentes propiedades estéticas, físicas y mecánicas. (Romero H. , 2017).

Sin embargo, a pesar de los avances alcanzados por los fabricantes para crear la resina compuesta ideal, aún sigue siendo un reto para el odontólogo elegir adecuadamente el material que cuente con las mejores propiedades físicas, para brindar una mayor longevidad clínica a la restauración, y que pueda responder a las necesidades físicas y mecánicas del sistema estomatognático. (Banava & Salehyar, 2008)

Dentro de los modernos procedimientos de la Odontología restauradora con mayor demanda estética, se encuentra la reconstrucción de coronas clínicas dentales afectadas por la caries o fracturas accidentales, reconstrucción que se logra mediante el empleo de resinas compuestas reforzadas para resistir al alto impacto masticatorio. (Arce , Cabezas, Posada, López , & Garzón, 2005)

Cabe recalcar que durante muchos años en la práctica odontológica el tiempo utilizado para elaborar restauraciones directas en dientes mediante técnica incremental, ha causado muchos inconvenientes tanto para el odontólogo como el paciente.

En el caso de preparaciones cavitarias más profundas o extensas, que requieran de la confección de inlay y onlay resulta ser un trabajo de alta complejidad aplicar varias capas de material técnica que consume tiempo al clínico, además de involucrar ciertos riesgos como la incorporación de burbujas de aire o contaminación entre capas. (Flury S. , Hayoz, Peutzfeldt, Hüsler, & Lussi, 2012)

En los últimos años, nuevos materiales han intentado reducir parte del tiempo clínico y esfuerzo necesario para la estratificación y adaptación del composite en los dientes, es así que se ha desarrollado una nueva técnica de restauración en bloque denominado Bulk fill, en la cual la resina compuesta es aplicada en incrementos de hasta 4mm de espesor (Mahn, Dental Tribune, 2014).

Este método se encuentra indicado para todas las clases de preparaciones cavitarias en dientes posteriores que permiten una técnica restauradora en un solo incremento.

Teniendo en cuenta que las zonas de contacto dentarios directos, soportan fuerzas de hasta de 179 MPa, los valores de resistencia a la flexión y compresión de los materiales restauradores también deben ser altos. (Arce et al ,, 2005). Ya que la deformación de las resinas compuestas producida por las cargas masticatorias puede superar su límite y pasar de ser reversible a comprometer su integridad o llegar a un punto de fractura. (Cruz, Carvalho, Batista, Siqueira, & Queiroz, 2014)

La resistencia a la compresión es importante en las resinas ya que durante el acto masticatorio o movimientos para-funcionales la mayoría de fuerzas transmitidas en la región posterior de nuestra boca son compresivas; de tal manera que si esta propiedad no se cumple conllevaría al fracaso de la restauración. Y ocasionar fracturas tanto en la restauración como en la pieza dentaria. (Oliveira,Denehy & Boyer , 1987); (Roulet, 1988); (Baharav, Abraham, Cardash, & Helft, 1988); (Willems, Lambrechts, Braem, & Vanherle, 1993); (Veiga, Rabelo, Ribeiro, & Candido, 2007)

Teniendo en cuenta que dicha propiedad, expresa la capacidad o tensión máxima que un material, puede soportar para resistir presiones verticales; antes de fracturarse. (Moezzyzadeh, 2012)

Por todo lo expuesto es de interés a través de este estudio evaluar la resistencia compresiva de resinas tipo Bulk FILTEK™, TETRIC EVOCERAM y ADMIRA FUSION en incrementos de 4mm. Ya que es necesario conocer si la resina tipo Bulkfill posee las propiedades óptimas para ser usada como material restaurador en dientes posteriores, mejorando de esta manera el tiempo de trabajo y a su vez comprobar si tiene una excelente resistencia a la compresión.

3. JUSTIFICACIÓN

En el trascurso de los años durante la práctica odontológica, se ha diagnosticado la presencia de fracturas en restauraciones de resina compuesta a corto plazo.

Tal es el caso de restauraciones en cavidades profundas, que debido a la contracción de polimerización, el composite debía ser aplicado en varias capas es decir en incrementos no mayores a 2mm con el fin de ser controlado.

Recientemente nuevos composites han aparecido en el mercado, los cuales prometen la realización de una obturación en un incremento de al menos 4mm. En base a esto, es de importante relevancia conocer si las propiedades mecánicas de dichos materiales permiten un menor estrés de contracción y polimerización a mayor profundidad.

Siendo de gran aporte para el odontólogo, especialmente en tratamientos pediátricos, pacientes con apertura bucal reducida o con desórdenes temporo-mandibulares considerando optimizar su tiempo de trabajo y resultados clínicos satisfactorios. A través de nuevos procedimientos restauradores, sustituyendo la técnica incremental y utilizando el material en un solo bloque (técnica monoincremental o bulk-fill). (Botto, Aizencop & Bader, 2014).

En base a lo expuesto, el presente proyecto de investigación tiene como objetivo determinar la resistencia a la compresión de tres resinas compuestas nanohíbridas Bulkfill sometida a técnica monoincremental de 4mm, con el fin de verificar si alguna de las tres resinas utilizada en restauraciones directas presenta una mayor resistencia compresiva. Y con ello simplificar los tiempos de trabajos en la consulta.

4. OBJETIVOS

Objetivo General:

Determinar la resistencia a la compresión de tres resinas compuestas nanohíbridas, Bulk Fill Tetric EvoCeram (Ivoclar Vivadent), Filtek™ (3M) y Admira Fusion X-tra. (Voco).

Objetivos específicos:

1. Evaluar la resistencia a la compresión de la resina compuesta nanohíbrida Bulk Fill Tetric EvoCeram.
2. Determinar la resistencia a la compresión de la resina compuesta nanohíbrida bulk Fill Filtek™.
3. Establecer la resistencia a la compresión de la resina compuesta nanohíbrida Bulk Fill Admira Fusion X-tra.
4. Comparar la resistencia a la compresión de las tres resinas compuestas nanohíbridas Bulk Fill.

Hipótesis:

La resina Tetric Evoceram presenta mayor resistencia a la compresión que las resinas compuestas nanohíbridas Filtek y Admira Fusion X-tra.

5. ESQUEMA DEL MARCO TEÓRICO

Capítulo I. Resinas compuestas

1.1 Reseña Histórica Resina Compuesta

1.2. Composición

1.3. Clasificación

1.3.1.Resinas de macrorelleno o convencionales

1.3.2.Resinas de microrelleno

1.3.3.Resinas híbridas

1.3.4.Resinas microhíbridas

1.3.5.Resinas de Nanohíbridas:

1.3.5.1 Resinas Bulk Fill o resinas en bloque

1.3.5.2. Resina nanohíbrida Tetric EvoCeram

1.3.5.3. Resina nanohíbrida Filtek™

1.3.5.4. Resina nanohíbrida Admira Fusion X-tra

1.4.Propiedades Mecánicas De La Resina Compuesta

1.4.1.Resistencia a la fatiga

1.4.2 Resistencia a la compresión

1.4.3Resistencia a la Tracción

1.4.4Módulo de elasticidad

1.5.5Resistencia al Desgaste

1.5.6.Dureza Superficial

1.5.7.Resistencia a la flexión

Capítulo II Polimerización de la resina compuesta y Técnicas de foto activación

2.1. Generalidades

2.2. Fotopolimerización

2.3. Tipos de emisores de luz

2.3.1.Luz LED

2.4. Profundidad de polimerización

2.5. Técnicas de foto activación

2.5.1. Foto activación Programada

2.5.2. Foto activación Convencional

2.5.3. Foto activación en Rampa

2.5.4. Foto activación en Pulso

2.5.5. Foto activación de inicio lento

Capítulo III. Resistencia a la Compresión

3.1. Efectos de una fuerza compresiva sobre un cuerpo en reposo

3.1.1. Cálculo de la resistencia compresiva

3.2.2. Método de resistencia compresiva

6. CONCEPTUALIZACIÓN DE VARIABLES

Variables independientes:

Resina compuesta nanohíbridas**:**

- Tetric EvoCeram (Ivoclar Vivadent),
- Filtek™ (3M)
- Admira Fusion X-tra (Voco).

Variables dependientes:

- Resistencia a la compresión

7. METODOLOGIA

7.1 Tipo y Diseño del estudio

Este estudio es de tipo:

- *Experimental in vitro*: porque se realizará en un ambiente artificial controlado por el investigador.
- *Transversal:* porque se desarrollará en una línea de tiempo continúa.
- *Científico:* debido a que se trata de medir con la mayor precisión posible.
- *Descriptivo:* ya que se describirá los resultados obtenidos.
- *Comparativo:* en donde se comparará los tres grupos de muestra para examinar cuál de estos tiene mejor resistencia a la compresión.

7.2 Población y muestra

Población

Al tratarse de un estudio in vitro ,la población se considera infinita, dado que se puede elaborar tantas probetas como se requiere. Ya que se evaluará la resistencia a la compresión en grupos previamente preparados que estará conformada de:

Tres diferentes tipos de resina compuestas nanohíbridas.

- Resina Filtek™ Bulk fill (3M)
- Resina Tetric evoceram® Bulk fill (IvoclarVivadent)
- Resina admira fusion x-tra Bulk fill (Voco)

Muestra

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:

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

Donde

p= probabilidad de ocurrencia, en este caso 25%

Z/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:

$$n_{0=}\ 0{,}25\ *(1-0{,}25)\left(\frac{1{,}956}{0{,}1}\right)^2$$

$$n_{0=}60$$

Las unidades de análisis estarán conformadas por 60 moldes cilíndricos, elaborados en resina compuesta nanohíbrida, los mismos que serán divididos en 3 grupos de 20 unidades de estudio cada uno (De la Torre Maldonado, 2016)

Los grupos estarán conformados:

- Grupo 1: 20 cilindros de resina compuesta nanohíbrida FILTEK™ BULK FILL (3M)
- Grupo 2: 20 cilindros de resina compuesta nanohíbrida TETRIC EVOCERAM® BULK FILL (IvoclarVivadent)
- Grupo 3: 20 cilindros de resina compuesta microhíbrida ADMIRA FUSION X-TRA BULK FILL (Voco)

7.2.1 Criterios de inclusión:

- Cilindros de resina compuesta nanohíbridas que cumplan con las especificaciones y dimensiones dadas de 4 mm de diámetro por 8 mm de alto según (Huayhua E. , 2013).
- Cilindros de resina sin defectos como fracturas, grietas, burbujas, fisuras y /o irregularidades en la superficie.
- Cilindros de resina compuesta nanohíbrida con fotopolimerización adecuada.

7.2.2 Criterios de exclusión:

Serán excluidos del estudio todas las muestras con las siguientes características:

- Cilindros de resina fracturada.
- Cilindros de resina con grietas, burbujas, fisuras y /o irregularidades en la superficie.
- Cilindros de resina compuesta nanohíbrida sin fotopolimerizar.

7.3.Operacionalización de las variables

VARIABLES	DETERMINANTES	DEFINICION	INDICADORES	ESCALA
TIPOS DE RESINA	FILTEK™ BULK FILL (3M)	Material de restauración para dientes del sector posterior de colocación en bloque hasta 5 mm.	Manipulación Foto polimerización	1 Minuto 20 Segundos x c/p 1Grupo experimental
	TETRIC EVOCERAM® BULK FILL(IvoclarVivadent)	Composite para restauraciones directas en dientes posteriores y puede aplicarse en capas de hasta 4 mm.	Manipulación Foto polimerización	1 Minutos 10 Segundos x c/p 2Grupo experimental
	ADMIRA FUSION X-TRA BULK FILL (Voco)	Material de restauración en bloque para dientes posteriores en incrementos de hasta 4mm	Manipulación Foto polimerización	1 Minutos 20 Segundos x c/p 3Grupo experimental
RESISTENCIA A LA COMPRESION	MÁQUINA DIGITAL PARA ENSAYOS MARSHALL Y CBR(VERSIÓN MPS-25)	Máquina semejante a una prensa con la que es posible someter materiales a ensayos de tracción y compresión para medir sus propiedades.	Fuerza máxima de compresión	kN – Mpa 10.04 kN de fuerzas, con una velocidad de 0,5 mm/ min

7.4. Materiales y métodos

7.4.1. Materiales

7.4.2 recursos humanos

1 investigador, 1 asesor.

7.4.3 recursos materiales

- Jeringa de 3g de resina compuesta nanohíbrida IVA-TETRIC EVOCERAM (IVOCLAR-VIVDENT)
- Jeringa de 4g de resina compuesta nanohíbrida A3-FILTEK™ (3M)
- Jeringa de 3g de resina compuesta nanohíbrida Universal ADMIRA FUSION X-TRA (VOCO)
- Espátula metálica para resina (American Eagle)
- Cilindro metálico de 4mm de diámetro por 8mm de altura según (Huayhua E. , 2013).
- Caja de guantes de nitrilo (SUPERMAX, Malasia)
- Dos Porta objetos
- Caja de Mascarillas
- Bolsas Plásticas de Sellado al Vacío (ZIPLOC)
- Cámara Fotográfica Huawei (P8 Lite de 12 Megapíxeles)
- Calibrador Pie De Rey
- Lámpara de Fotopolimerización (GNATUS OptiLigth Max de 1200mW/cm2)
- Máquina Digital para Ensayos Marshall y CBR(versión M PS-25)
- Agua destilada
- Estufa INB 500 (Memmert)
- Vaselina
- Micro applicators (ZOGEAR) super fino
- Lima K-FILE #40 de 25mm (DENTSPLY MAILLEFER, Suiza)
- FLEXOBEND (DENTSPLY MAILLEFER, Suiza)

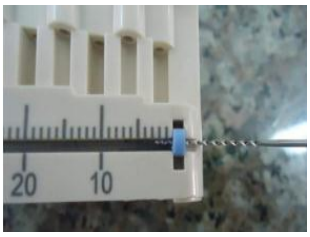
7.4.4 Metodología

Para el presente estudio se utilizarà 60 moldes cilíndricos, (De la Torre Maldonado, 2016) conformados en 3 grupos de resina nanohíbrida (FILTEK™, TETRIC EVOCERAM, ADIMARA FUSION X-TRA) de 20 muestras cada uno, con dimensiones de 4 mm de diámetro por 8 mm de alto (Huayhua E. , 2013).

Inicialmente se empleará un porta objetos para obtener una superficie totalmente plana y lisa, con ayuda de un brush se coloca una película fina de vaselina para aislar el porta objetos así como también la superficie interna de cada molde cilíndrico. Evitando la adherencia de la resina en la matriz al igual que en la base q en este caso es el porta objetos una vez que se polimerice (Garrido, 2017)

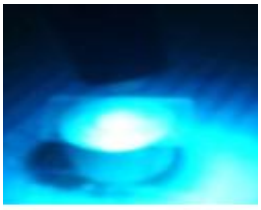
Previa la colocación de la primera capa de resina, utilizando el flexoben medimos la lima tipo K a 4 mm. Asegurándonos de que el primer incremento sea depositado en la medida respectiva (Montero , 2016).

Sobre el porta objetos se ubicará el cilindro metálico, en el que posteriormente se adicionará la resina compuesta nanohíbrida. Con ayuda de una espátula para resina (American Eagle), (Guerra D. , 2017).



Y siguiendo el protocolo de fotocurado utilizando una lámpara de luz LED GNATUS Optilight, se procederá a fotocurar el primer extremo, en dirección hacia el centro del cilindro de resina con una potencia de 1200mW/Cm^2, durante 10 segundos, tiempo recomendado por el propio fabricante; a una distancia de 1 mm (Mooney, 2006) .

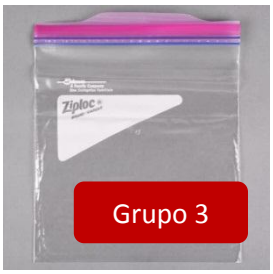
Para estandarizar la distancia de fotocurado en cada muestra, se colocará entre la resina y la lámpara un portaobjetos el mismo que miden 1 mm de espesor.



Después se colocará un segundo incremento de 4 mm, utilizando la espátula de resina (American Eagle), siguiendo el protocolo de fotocurado utilizando una lámpara de luz LED GNATUS Optilight, se procederá a fotocurar el otro extremo; directo al centro del cilindro de resina con una potencia de 1200mW/Cm^2, durante 10 segundos, tiempo recomendado por el propio fabricante a una distancia de 1 mm. (Mooney, 2006)

Una vez obtenido los 60 cilindros de resina, 20 por cada grupo de estudio, se utilizará el calibrador Pie de Rey para comprobar que las dimensiones de cada uno sean las correctas. (Lema, 2015)

Seguidamente los cilindros de resina que cumplan con las especificaciones y dimensiones detalladas, serán colocados en bolsas de sellado al vacío (ZIPLOC), claramente rotulados para su fácil identificación.



A continuación del procedimiento mencionado los cilindros de resina serán almacenados en agua destilada a (37 +/- 1)°C , a temperatura y humedad controlada durante 24 horas; en la estufa (Memmert) para simular las condiciones bucales , previo el momento del ensayo (Huayhua E. , 2013).

7.4.5 Prueba de compresión

Se realizará el test de compresión (Newton) en las muestras de los grupos G1, G2 y G3 mediante la máquina para Ensayos Marshall y CBR(versión M PS-25), perteneciente al laboratorio de Geología Ambiental . Se posicionará los cilindros en forma perpendicular en el centro de la base de la máquina de compresión, aplicando una carga variable con una velocidad de desplazamiento de 0.5 mm/ min sobre el centro del diámetro de la muestra, hasta conseguir la rotura o fractura. (Lema, 2015)

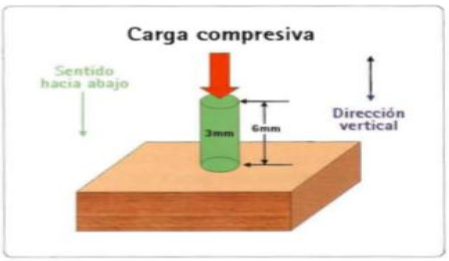


Figura 4.10 Carga compresiva estática sobre un cuerpo en reposo

Los datos resultantes, serán anotados en una ficha de observaciones ANEXO 1 para su posterior presentación en el formato estándar del informe de resultados del laboratorio ESTSUELCON, encargado de llevar a cabo las pruebas de compresión.

7.5. Procesamiento de datos y análisis de resultados

Los valores de resistencia a la compresión serán transformados en MPa, se almacenarán en una hoja de Microsoft Excel para luego ser tabulados y sometidos a un análisis estadístico descriptivo calculando el promedio, la desviación estándar.

Siendo un estudio de normalidad se realizará el análisis inferencial de los datos, con el Test ANOVA. Finalmente el test HSD de Tukey nos mostrará si se presentan valores estadísticamente diferentes entre los grupos de estudio con un nivel de significancia de ($p>0.05$).

Tabla 1: ANOVA : Resistencia Compresiva

	Grupo Experimental Nº1	**Grupo Experimental Nº2**	**Grupo Experimental Nº3**
Media			
Moda			
Desviación estándar			
Error estándar			
Mínimo			
Máximo			
Valor P			

** Intervalo de confianza del 95%*
**Valores de -Media, -Moda, -Mínimo y -Máximo presentados en Mpa*

Prueba de Tukey

HSD Tukey CÓDIGO	**N**	Subconjunto para α = 0.05 1	2
Grupo Experimental Nº1	**20**		
Grupo Experimental Nº2	**20**		
Grupo Experimental Nº3	**20**		
Sig			

8. CRONOGRAMA

ACTIVIDAD	OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				MARZO			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
APROBACION Y PERTINENCIA DEL PROYECTO DE TESIS	X	X	X																					
ORGANIZACIÓN DE LA LOGISTICA DE INVESTIGACION				X	X	X																		
TRABAJO DE CAMPO							X	X	X	X	X	X												
SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN/ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS													X	X	X	X								
ELABORACIÓN DE CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES																	X	X						
LEVANTAMIENTO DEL TEXTO DE INFORME FINAL																			X	X				
TRAMITES ADMINISTRATIVSOS																					X	X	X	X

9. PRESUPUESTO

Detalle	Cantidad	Descripción	Costo	Total	Financiamiento
Guantes	1	Caja	8	8	Tesista
Mascarillas	1	Caja	4	4	Tesista
Portaobjetos	2	Unidad	2,50	2,50	Tesista
Espátula metálica para resina (American Eagle)	1	Unidad	25	25	Tesista
Lámpara De Fotocurado	1	Unidad	220	220	Tesista
Matriz Metálica	1	Matriz	3,00	3,00	Tesista
Resinas Compuestas Nanohíbridas (Tetric® Evo-Ceram,Filtek y Xtrafil Bulk Fill,).	6	Tubos	50	260	Tesista
Pruebas en Máquina De Ensayos)	1	Unidad	50	50	Tesista
Cámara Fotográfica Huawei (P8 Lite de 12 Megapíxeles)	1	Unidad		200	Tesista
Calibrador Pie De Rey	1	Unidad	-	-	Tesista
Movilización	1	Unidad		50	Tesista
Impresiones	1	Unidad		50	Tesista
Bolsas ZIPLOC	1	Caja	21	21	Tesista
			Total	**598,5**	

10. BIBLIOGRAFÍA

Veiga, M., Rabelo, J., Ribeiro, M., & Candido, A. (2007). Influencia de las unidades de curado led y luz halógena sobre la resistencia compresiva de las resinas compuestas. *Acta odontologica venezuela, 45*(2), 1-4. Obtenido de https://pdfs.semanticscholar.org/0624/ccbc34121b93727e99e35b462aa9403d0156.pdf?_ga=2.224966554.1675930737.1579843405-1505939170.1563754474

Arce , N., Cabezas, C., Posada, E., López , L., & Garzón, H. (2005). Comparación de la resistencia de dos resinas microhíbridas para la restauración dental. . *Revista Estomatología, 13*(2), 27-38. doi:https://doi.org/10.25100/re.v13i2.5581

Bader , M. (2014). Análisis comparativo in vitro del sellado marginal de restauraciones clase ii de resina compuesta realizadas con técnica incremental oblicua versus técnica incremental horizontal. *tesis (pregrado).* Universidad De Chile, Santiago-Chile. Obtenido de http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/130131/An%c3%a1lisis-comparativo-in-vitro-del-sellado-marginal-de-restauraciones-clase-II-d-resina-compuesta-.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Baharav, Abraham, Cardash, & Helft. (1988). Effect of exposure time on the depth of polymerization of a visible light-cured composite resin. *Journal of oral rehabilitation, 15*(2), 167-172. doi:10.1111/j.1365-2842.1988.tb00766.x

Banava, S., & Salehyar, S. (2008). In vitro Comparative Study of Compressive Strength of Different Types of Composite Resins in Different Periods of Time. *Iranian Journal of Pharmaceutical Sciences, 4*(1), 69-74. Obtenido de http://www.ijps.ir/article_1999_1fd5350300177c61c97e75777f404650.pdf

Barrancos Mooney, J. (2006). *Operatoria dental: Integración Clínica* (4ª ed.). Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.

Bayne, S., Heymann, H., J, E., & Swift, J. (1994). Update on dental composite restorations. *The Journal of the American Dental Association, 125*(6), 687-701. doi:10.14219/jada.archive.1994.0113

Botto, Aizencop & Bader. (2014). Compressive strength and surface hardness of restorations made with a bulk-fill and a conventional composite. *BioMater. Sociedad científica Grupo Chileno de Materiales Dentales., 1*(2), 13-31. Obtenido de http://www.biomater.cl/tag/surface-hardness/

Cruz, F., Carvalho, R., Batista, C., Siqueira, H., & Queiroz, J. (2014). Efecto del tratamiento térmico y de fibras de polietileno en la resistencia a la flexión de resinas compuestas. *Acta Odontológica Venezolana, 52*(1). Obtenido de https://www.actaodontologica.com/ediciones/2014/1/art-2/

De la Torre Maldonado, J. (2016). Resistencia compresiva: estudio comparativo in vitro entre un cerómero y una resina de nanotecnologia sometida a dos tipos de

complementación de polimerización. *tesis (pregrado).* Universidad Central del Ecuador, Quito. Obtenido de

Flury, S., Hayoz, S., Peutzfeldt, A., Hüsler, J., & Lussi, A. (2012). Depth of cure of resin composites: : Is the ISO 4049 method suitable for bulk fill materials? *Dental Materials, 28*(5), 525-528. doi:10.1016/j.dental.2012.02.002

Garrido, P. (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. *tesis(pregrado).* Universidad central del ecuador, Quito. Obtenido de http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/11064/1/T-UCE-0015-695.pdf

Guerra, d. (2017). Resistencia a la compresión entre una resina con técnica incremental filtek™ z350 xt de 3m espe y una monoincremental filtek™ bulk fill de 3m espe. *tesis(posgrado).* Universidad Alas Peruanas, Arequipa – Perú. Obtenido de http://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/uap/6098/1/T059_70128579_T.pdf

Huayhua, E. (2013). Estudio comparativo in vitro de la resistencia compresiva de resinas compuestas microhibridas y nanohibridas. *tesis(posgrado).* Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima – Perú. Obtenido de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/3073/Huayhua_re.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Mahn, E. (2 de Septiembre de 2014). *Dental Tribune.* Obtenido de https://la.dental-tribune.com/clinical/las-restauraciones-en-bloque-un-cambio-de-paradigma/

Moezzyzadeh, M. (2012). Evaluation of the compressive strength of hybrid and nanocomposites. *Journal Dental School, 30*(1), 24-29. Obtenido de http://applications.emro.who.int/imemrf/J_Dent_Sch_Shahid_Beheshti_Med_Sci_Univ/J_Dent_Sch_Shahid_Beheshti_Med_Sci_Univ_2012_30_1_24_29.pdf

Montero, D. (2016). "Resistencia de la resina convencional (nanohíbrida) y resina Bulk-Fill a la fractura con técnicas incremental y monoincremental. Estudio comparativo in-vitro.". *tesis(pregrado).* Universidad Central Del Ecuador, Quito. Obtenido de http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7802/1/T-UCE-0015-417.pdf

Oliveira,Denehy & Boyer . (1987). Fracture resistance of endodontically prepared teeth using various restorative materials. *Journal of the American Dental Association, 115*(1), 57-60. doi:10.14219/jada.archive.1987.0212

Romero, H. (2017). Efecto de diferentes bebidas en la estabilidad de color de las resinas compuestaspara restauraciones directas. *RAAO, 6*(1), 31-42. Obtenido de https://www.ateneo-odontologia.org.ar/articulos/lvi01/articulo5.pdf

Roulet. (1988). The problems associated with substituting composite resins for amalgam: a status report on posterior composites. *Journal of Dentistry, 16*(9), 101-13. doi:10.1016/0300-5712(88)90001-2http://www.infomed.es/rode/index.php?option=com_content&task=view&id=67&Itemid=32

Willems, G., Lambrechts, P., Braem, M., & Vanherle, G. (1993). Composite resins in the 21st century. *Quintessence international*, *24*(9), 641-658. Obtenido de https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/827250

11. ANEXOS

ANEXO 1.

TABLA PARA RECOLECION DE DATOS DE RESISTENCIA COMPRESIVA

FILTEK 3M	VELOCIDAD (mm/min)	*FUERZA KN*	OBSERVACIONES

ADMIRA FUSION	VELOCIDAD (mm/min)	*FUERZA KN*	OBSERVACIONES

FILTEK 3M	VELOCIDAD (mm/min)	*FUERZA KN*	OBSERVACIONES