

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO



UPAGU

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

“DR. WILMAN RUIZ VIGO”

CARRERA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA

**COMPARACIÓN DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL DE DOS
RESINAS COMPUESTAS BULK FILL *in vitro***

Autoras:

Bach. Melissa Cristina Montaña Sánchez

Bach. Karen Yhovana Tello Zegarra

Asesor:

Mg. C.D. Edward Demer Infantes Ruiz

Cajamarca – Perú

Septiembre – 2018

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

“DR. WILMAN RUIZ VIGO”

CARRERA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA

**COMPARACIÓN DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL DE DOS
RESINAS COMPUESTAS BULK FILL *in vitro***

**Tesis presentada en cumplimiento parcial de los requerimientos para
optar por el Título Profesional de Cirujano Dentista**

Bach. Melissa Cristina Montaña Sánchez

Bach. Karen Yhovana Tello Zegarra

Asesor: Mg. C.D. Edward Demer Infantes Ruiz

Cajamarca – Perú

Septiembre – 2018

COPYRIGHT © 2018 by

MELISSA CRISTINA MONTAÑO SÁNCHEZ

KAREN YHOVANA TELLO ZEGARRA

Todos los derechos reservados

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
“DR. WILMAN RUIZ VIGO”
CARRERA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA

APROBACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL

**COMPARACIÓN DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL DE DOS
RESINAS COMPUESTAS BULK FILL *in vitro***

Dra.C.D. Claudia Katherine Torres Zavala

PRESIDENTE

Mg. C.D. Lourdes Magdalena Yánac Acedo

MIEMBRO

Mg. C.D. Edward Demer Infantes Ruiz

MIEMBRO

DEDICATORIA

A Dios, por habernos dado la vida y por habernos permitido llegar hasta este momento tan importante de nuestra existencia y de nuestra formación profesional; a nuestros padres, por su amor y paciencia infinitos, y, sobre todo, por su apoyo incondicional en todos estos años; por haber velado sin desmayo y por habernos motivado para la culminación de nuestros estudios profesionales.

Melissa Cristina Montaña Sánchez

Karen Yhovana Tello Zegarra

AGRADECIMIENTOS

En principio, nuestro agradecimiento va a Dios, por ser nuestra fortaleza en los momentos de debilidad.

Asimismo, agradecemos a nuestros padres, porque, de manera incondicional, hicieron su mayor esfuerzo por ayudarnos a salir a delante, a pesar de las dificultades y los momentos más difíciles de nuestra carrera profesional; muchas gracias por entendernos y apoyarnos en todo momento.

A la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, por habernos brindado una buena formación profesional.

Al señor Mg. C.D. Edward Demer Infantes Ruiz, por su esfuerzo y dedicación, y por habernos ofrecido sus conocimientos, su experiencia, su paciencia, su motivación y sus oportunos consejos en su calidad de asesor de la presente tesis.

A los miembros de jurado, Mg. C.D. Lourdes Magdalena Yánac Acedo y Dra.C.D. Claudia Katherine Torres Zavala por su ayuda y orientación durante el presente estudio, por su amistad y por compartir sus valiosas enseñanzas muy bien aprehendidas por nosotras durante todo este tiempo.

Al señor Mg. Oswaldo Sánchez, Jefe Encargado del Área de Física de la Universidad Nacional de Trujillo, por habernos facilitado la realización del presente trabajo de microdureza superficial de dos resinas compuestas estudiadas y el desarrollo de la toma de datos experimentales de dicha investigación.

Melissa Cristina Montaña Sánchez

Karen Yhovana Tello Zegarra

RESUMEN

El objetivo de la presente tesis fue la comparación de la microdureza superficial de dos resinas compuestas Bulk Fill *in vitro*. El tamaño de la muestra fue de 32 cilindros y se dividió en 16 cilindros cada grupo: grupo I la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE) y grupo II resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent). Se aplicó una cantidad de 5 mm. de resina compuesta, polimerizados con una lámpara Bluephase N M (100 – 240 V) por 3”, con una intensidad de 1 200 mW/cm²; luego de 24 horas se realizó el pulido con los discos sof-lex-3M, los 16 cilindros de cada grupo fueron separados en subgrupos de 8. La microdureza superficial Vickers se determinó con una carga de 60 kgf por 15”. Se realizó la medición inicial de microdureza superficial de 8 cilindros; la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE) obtuvo un valor de 247,25 Kgf/mm²; lo que resultó mayor en comparación con la microdureza superficial de la resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent), que obtuvo un valor de 218,50 Kgf/mm²; luego de 2 horas se realizó el termociclado manual de los 8 cilindros finales, donde se observó que la microdureza superficial de la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE) obtuvo un valor de 113,125 Kgf/mm²; lo que resultó menor en comparación con la microdureza superficial de la resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent) que obtuvo un valor mayor de 117,375 Kgf/mm². Los datos fueron analizados por la prueba T-student. Por otro lado, se concluyó que la microdureza superficial sin termociclado manual de la resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent) es más homogénea, con una desviación estándar de 39,74 Kgf/mm² frente a la microdureza superficial de la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE), que es menos homogénea, con una desviación estándar de 66,28 Kgf/mm². Además, la microdureza superficial con termociclado manual de la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE) es más

homogénea, con una desviación estándar de 4,970 Kgf/mm², frente a la microdureza superficial de la resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent), que resulta ser menos homogénea, con una desviación de 27,255 Kgf/mm².

Finalmente, se concluyó que la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE) obtuvo una mayor microdureza superficial inicial que la resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent); después de que fueron sometidas al termociclado manual se obtuvo que la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE) tuvo menor microdureza superficial respecto de la resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent).

Palabras claves: Microdureza superficial, resinas compuestas.

ABSTRACT

The objective of this thesis was the comparison of two composite resins microhardness Bulk Fill in vitro. The sample size was thirty-two cylinders and each group was divided into sixteen cylinders: Group I comprised Filtek Bulk Fill resin (3M-ESPE) and group II composite resin Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent). A 5 mm thickness of composite resin was applied and polymerized with a Bluephase N M lamp (1000-240 V) for three seconds, with an intensity of 1000 Mw/cm². After 24 hours, grinding was done with Sof-Lex-3M discs. Sixteen cylinders of each group were separated into subgroups of eight. The Vickers microhardness was determined with a load of 60 kgf for 50 seconds. The initial microhardness of eight cylinders of composite resin Filtek Bulk Fill (3M-ESPE) was 247,250 kgf/mm², which was higher than the surface microhardness of composite resin Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent) at 218,500 kgf/mm². After 2 hours, the surface microhardness of Filtek Bulk Fill resin (3M-ESPE) was 113,250 kgf/mm², which was lower than the surface microhardness of composite resin Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent) at 173,750 kgf/mm². The data were analyzed by a T-test.

On the other hand, it is concluded that the microhardness without manual cycle of composite resin Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent) is more homogeneous, with a standard deviation of 39,740 kgf/mm², than Filtek Bulk Fill composite resin microhardness (3M-ESPE), which is less homogeneous, with a standard deviation of 66,280 kgf/mm².

addition , with manual cycle of resin microhardness Filtek Bulk Fill (3M-ESPE) it is more homogeneous, with a standart deviation of four, nine hundred seventy kgf/mm , compared to the surface microhardness of the composite resin Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent), which turns out to be less homogeneous , with a deviation of seventy seven thousand two hundred fifty five kgf / mm. Finally, it was concluded that the composite resin Filtek Bulk Fill (3M-ESPE) had a higher initial surface microhardness than the composite resin Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent); after being subjected to manual thermocycled it was obtained that the composite Filtek Bulk Fill (3M-ESPE) had lower surface microhardness compared to the composite resin Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent).

Key words: surface microhardness, composite resin.

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
I. MARCO CONCEPTUAL	6
III. MÉTODOS	17
3.1. Tipo de investigación según objetivo	17
3.2. Diseño de investigación	17
3.2.1. Tipo de diseño.....	17
3.2.2. Tipo de técnica de diseño	17
3.2.3. Estructura del tipo de técnica de diseño	17
3.3. Operacionalización de las variables de la hipótesis científica	18
3.4. Hipótesis estadísticas	19
3.4.1. Hipótesis nula	19
3.4.2. Hipótesis alternativa	19
3.5. Método	19
3.6. Población y muestra	19
3.6.1. Población	19
3.6.2. Criterios de selección de la población	19
3.6.2.1. Criterios de inclusión	19
3.6.2.2. Criterios de exclusión	20
3.6.3. Tamaño de la muestra	20

3.6.4. Tipos de unidades de la población	21
3.6.4.1. Unidad de estudio	21
3.6.4.2. Unidad de análisis	21
3.6.4.3. Unidad de muestreo	21
3.6.5. Tipo de muestreo	21
3.6.6. Tipo de técnica de muestreo	21
3.7. Técnica de recolección de datos	21
3.8. Instrumento de recolección de datos	21
3.9. Técnica de análisis de datos	21
3.10. Aspectos éticos de la investigación	21
3.11. Recursos	22
3.11.1. Recursos humanos	22
3.11.1.1. Equipo de labores	22
3.11.1.2. Equipo auxiliar	22
3.11.2. Recursos físicos	22
3.11.2.1. Equipos	22
3.11.2.2. Instrumental.....	22
3.11.2.3. Material	22
3.12. Proceso de ejecución de la investigación	23
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29

V. CONCLUSIÓN.....	36
VI. RECOMENDACIONES.....	37
VII.REFERENCIAS.....	38

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Matriz de consistencia de la secuencia básica de la investigación	4
Cuadro 2. Matriz de operacionalización de las variables de la hipótesis.....	18
Cuadro 3. Tamaño de la muestra para comparación de promedios.....	20

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Comparación de la microdureza superficial de dos resinas compuestas Bulk

Fill *in vitro* sin termociclado..... 29

Tabla 5: Comparación de la microdureza superficial de dos resinas compuestas Bulk

Fill *in vitro* con termociclado..... 32

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. Materiales para la confección de los cilindros de resina compuesta.....	46
Imagen 2. Corte de las jeringas tuberculina de 5mm. de alto.....	46
Imagen 3. Pulido de cilindros con una lija de agua N°100.....	46
Imagen 4. Se obtuvo 32 cilindros.....	47
Imagen 5: Grupo I Resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE).....	47
Grupo II: Resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent)	47
Imagen 6: Grupo I: Resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE) y 16 cilindros confeccionados anteriormente.	47
Imagen 7: Retiro de la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE) con la espátula teflón.....	48
Imagen 8: Grupo II: Resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent) y 16 cilindros confeccionados anteriormente	48
Imagen 9: Retiro de la resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent) con la espátula teflón.....	48
Imagen 10: Se atacó con una espátula teflón dentro del cilindro la resina compuesta.	49
Imagen 11: Polimerización usando una lámpara Bluephase N M (100 – 240 V) por 3” con una intensidad de 1200 mW/cm ²	49
Imagen 12: GRUPO I: 16 cilindros elaborados con la resina compuesta Filtek Bulk Fill-3M ESPE.	49
GRUPO II: 16 cilindros elaborados con la resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent)	49
Imagen 13: Pulido de los cilindros de resina compuesta con el sistema de discos marca Sof-Lex TM -3M grano grueso.....	50
Imagen 14: Pulido de los cilindros de resina compuesta con el sistema de discos marca Sof-Lex TM -3M grano semigrueso.....	50
Imagen 15: Pulido de los cilindros de resina compuesta con el sistema de discos marca Sof-Lex TM -3M grano fino.....	50

Imagen 16 Pulido de los cilindros de resina compuesta con el sistema de discos marca Sof-Lex™-3M grano ultrafino.....	51
Imagen 17: Almacenamiento de los 32 cilindros de resina compuesta en suero fisiológico por 24 horas.....	51
Imagen 18: Se obtuvieron 16 tubos de agua 1/2" PBC (Pavco vinduit) de 15 cm de alto y 33 de ancho	51
Imagen 19: Fueron divididas en dos subgrupos de 8 muestras cada uno.....	52
Imagen 20: Se mezcló el acrílico autopolimerizable polvo y líquido.....	52
Imagen 21: Se realizó el vaciado de acrílico previamente preparado sobre las muestras de tubo teniendo como base una platina de vidrio.....	52
Imagen 22: Muestras terminadas de los dos tipos de resina compuesta para la medición inicial de microdureza superficial.....	52
Imagen 23: Medición inicial en el microdurómetro.....	53
Imagen 24: Termociclado manual de los cilindros de resina compuesta.....	53
Imagen 25: Medición final en el microdurómetro con termociclado.....	53

LISTA DE ABREVIACIONES

1. UPAGU: Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo
2. Bis-GMA: Bisfenol-A-glicidil metacrilato
3. HEMA: Hidroetilmecrilato
4. UDMA: Uretano Dimetacrilato
5. TEGDMA: Trietilenglycol- Dimetracrilato
6. AFM: Metacrilato Adición-Fragmentación
7. AUDMA: Metacrilato Aromático
8. HV: Dureza Superficial Vickers (“Vickers Hardness”).
10. Kg: Kilogramo.
11. kg/f: Kilogramo fuerza
13. mW: MiliWatts
14. mm: Milímetros
15. nm: Nanómetro
16. mW/cm²: MiliWatts por centímetro cuadrado
17. μm: Micrómetros
18. ml: Mililitros

I. INTRODUCCIÓN

Los materiales de restauración han mejorado en la década de los sesenta desde su introducción en la Odontología. Y con el transcurrir de los años las resinas compuestas han ido logrando un papel importante frente a las restauraciones de amalgamas.¹

Las resinas compuestas son utilizadas para las restauraciones directas de dientes anteriores y posteriores con procedimientos de unión simple, demandas estéticas por parte de los pacientes, además de las propiedades físicas, químicas y mecánicas perfeccionadas de estos materiales³. Los odontólogos han definido a los compuestos de resina como el material de elección para restauraciones estéticas debido a su adecuada resistencia, excelente estética, costo moderado y adhesión a la estructura dentaria. Sin embargo, debido a las propiedades intrínsecas de este tipo de material, son propensas a la tinción, el desgaste y al factor de contracción.²

Para disminuir estas desventajas en el empleo de las resinas, se introdujo en el mercado, a finales del año 2013, el compuesto Bulk Fill, con el fin de realizar restauraciones más simples y rápidas, cambiando así la técnica incremental a la técnica de un solo bloque, con incrementos de 4 mm. a 5 mm. de profundidad, debido a nuevos fotoiniciadores siendo un composite de carga elevada y baja contracción.⁴⁻⁵⁻⁶⁻⁷

Es un composite de última generación fotopolimerizable, radiopaco, nanohíbrido para restauraciones directas en dientes posteriores.⁸ Es un material para relleno en bloque que proporciona una adecuada resistencia y bajo desgaste para garantizar su durabilidad.⁹ En términos generales, la composición de las resinas tipo Bulk Fill no difieren mucho de las resinas convencionales; la matriz se compone básicamente de monómeros de BIS-GMA, UDMA, TEGDMA, EBPDMA. Sin embargo, en algunos casos se han agregado monómeros diferentes y/o modificado, como el clásico monómero de Bowen BIS-GMA por monómeros de menor viscosidad.²⁸

La microdureza superficial es una propiedad importante que puede predecir la resistencia al desgaste y su capacidad de abrasión por materiales opuestos. El pulido podría afectar las propiedades físicas del compuesto y podría aumentar el riesgo de frustrarse.¹⁰

La definición de microdureza superficial no es única; esta propiedad depende del método que se utilice para su determinación y se define generalmente como la resistencia que un material tiene a ser penetrado.¹¹

Por lo tanto, la formulación del problema científico fue:

¿Cuál resina compuesta tendrá mayor microdureza superficial entre dos resinas compuestas Bulk Fill *in vitro*?

Se consideró como objetivo general:

Comparar las variaciones de las medidas de microdureza superficial de dos resinas compuestas Bulk Fill *in vitro*.

Como objetivos específicos, se plantearon los siguientes:

- Determinar la microdureza superficial de la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE) *in vitro*.
- Determinar la microdureza superficial de la resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent) *in vitro*.
- Determinar la microdureza superficial con termociclado de dos resinas compuestas Bulk Fill *in vitro*.

Sobre la base de los antecedentes indicados, se formuló la siguiente hipótesis científica:

La resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE) tiene mayor microdureza superficial que la resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill *in vitro*.

A fin de mostrar la consistencia de la secuencia básica de la investigación, a continuación, se presenta la siguiente matriz.

Cuadro 1. Matriz de consistencia de la secuencia básica de la investigación.

Título	Comparación de la microdureza superficial de dos resinas compuestas Bulk Fill <i>in vitro</i> .
Problema	¿Cuál resina compuesta tendrá mayor microdureza superficial entre dos resinas compuestas Bulk Fill <i>in vitro</i> ?
Objetivos	<p>Objetivo general</p> <p>Comparar las variaciones de las medidas de microdureza superficial de dos resinas compuestas Bulk Fill <i>in vitro</i>.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>Determinar la microdureza superficial de la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE) <i>in vitro</i>.</p> <p>Determinar la microdureza superficial de la resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent) <i>in vitro</i>.</p> <p>Determinar la microdureza superficial con termociclado de dos resinas compuestas Bulk Fill <i>in vitro</i>.</p>
Hipótesis de investigación	Hi: La resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE) tiene mayor microdureza superficial que la resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill <i>in vitro</i> .

Variable independiente	X ₁ : Resina compuesta Bulk Fill <i>in vitro</i> .	I _{X1} : Resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M ESPE), Resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent) .	Valor: Cualitativo.
Variable dependiente	Y: Microdureza superficial.	Microdureza superficial obtenido con el microdurómetro en Vickers 60 Kgf.	Valor: Cualitativa

II. MARCO CONCEPTUAL

Se consideró la siguiente definición de términos básicos:

Rapízza J⁵, en 2015, comparó la microdureza superficial de la resina Tetric N-Ceram Bulk Fill y la resina SonicFill, según profundidad de fotocurado, donde se realizaron 32 cuerpos de prueba divididos en 4 grupos: Tetric N-Ceram Bulk Fill a 2 mm. de espesor, Tetric N-Ceram Bulk Fill a 4 mm. de espesor, SonicFill a 2 mm. de espesor, SonicFill a 4 mm. de espesor. Se prepararon en matrices metálicas, las cuales fueron irradiadas desde su superficie. Todos los especímenes se almacenaron en una estufa a 37° C durante 24 horas, antes de la medición. La dureza vickers se midió en función del espesor del material por la superficie superior e inferior del cuerpo de prueba, de los cuatro grupos antes mencionados, concluyendo que la resina SonicFill a los 2 y 4 mm. de espesor tuvo mayor microdureza superficial en comparación con la resina Tetric N-Ceram Bulk Fill.

Cisneros D⁷, en 2017, evaluó la microdureza de dos compuestos Bulk Fill, donde se prepararon cavidades cilíndricas con un diámetro de 7 mm. y de profundidad 2, 3, 4, 5 mm. y se realizaron 80 cuerpos de resinas A2, luego repartidas en dos grupos. G1: 40 Tetric N Ceram Bulk Fill Ivoclar Vivadent; G2: 40 Filtek TM Bulk Fill 3M ESPE, y, a su vez, subdivididos en 4 subgrupos de 10 muestras de 2, 3, 4 y 5 mm. cada uno.

Posteriormente para evaluar la microdureza, a cada muestra se le aplicó 500 gr. con un tiempo de 10". Los resultados mostraron diferencia estadística significativa entre las resinas utilizadas. Concluyendo que la resina compuesta Filtek TM Bulk Fill 3M ESPE presentó mayor valor de microdureza respecto a la resina compuesta Tetric N Ceram Bulk Fill Ivoclar-Vivadent.

Gutarra J¹², en 2018, comparó la microdureza superficial de una resina Bulk Fill con una muestra conformada por 20 especímenes de resina Filtek Bulk Fill 3M ESPE y se dividió en 2 grupos de 10. Un grupo fue pulido inmediatamente después de su polimerización y el otro grupo a las 24 horas. La microdureza vickers se determinó con una carga de 60 kg. y los datos obtenidos fueron analizados por la prueba T- student. Se concluyó que el pulido, a las 24 horas después de su polimerización presenta mayores valores de microdureza superficial.

Resinas compuestas

Con el pasar del tiempo, las resinas compuestas han evolucionado en la industria odontológica con el fin de encontrar mejores soluciones para distintos tipos de problemas, tales como encontrar una similitud al color natural del diente, o una buena resistencia del material. Para conseguir estas mejoras, los fabricantes han realizado modificaciones en la fase orgánica e inorgánica y en los sistemas fotoiniciadores que sirven para el proceso de polimerización del material.¹³⁻¹⁴

Por esta razón, se busca un material restaurador que tenga propiedades físicas, químicas y mecánicas similares a la de nuestros dientes, un adecuado módulo de elasticidad, resistencia, resistencia al desgaste y una buena resistencia compresiva.¹⁵

Esta molécula BIS-GMA fue el resultado de diversos ensayos clínicos sobre la base de resina epóxica, acrílica y partículas de relleno de refuerzo.¹⁶

La partícula con sílice es recubierta por un agente de enlace, el vinil silano, para lograr la unión química entre ella y el BIS- GMA; por su grupo silano se une a la partícula y por su grupo vinilo al BIS- GMA.¹⁶

Composición de las resinas compuestas

Matriz o fase orgánica

Está formada por moléculas manométricas, un sistema iniciador de polimerización, y elementos estabilizadores que evitan la polimerización espontánea de los monómeros.¹⁷

La matriz consiste principalmente en BIS-GMA (Bisfenol-A-Glicidyldimetacrilato).

Dado que el BIS-GMA es muy viscoso, este debe ser mezclado con distintos monómeros de cadenas cortas, conocidos como diluyentes, tales como el TEGDMA (trietilenglycol-dimetacrilato) y el UDMA (dimetacrilato de uretano).

Mientras menor sea el contenido de BIS-GMA y mayor el de TEGDMA, mayor será la contracción de polimerización; además, disminuye la resistencia flexural del material.¹⁷

Relleno inorgánico

Se utilizan estas partículas inorgánicas como sílice, vidrio de bario, estroncio y zirconio. Antes se utilizaban las partículas de cuarzo, pero se suspendió este agregado debido a que son muy duras y grandes, y esto traía complicaciones en el pulido. Por otro lado, las partículas de sílice son más pequeñas; aun así, la sílice y el cuarzo no poseen la propiedad de radiopacidad.

Las partículas de bario o de estroncio son las más utilizadas por su mínimo tamaño y mayor radiopacidad; estas cualidades facilitan el diagnóstico de caries y excesos marginales en la consulta dental.¹⁸

Agente de unión

Es un elemento que se añade a las resinas compuestas para mejorar su desempeño.

Mediante el proceso de silanización, la carga inorgánica es capaz de unirse a la orgánica haciendo que funcionen en conjunto, con las consiguientes combinaciones químicas entre ellas.^{19, 9}

Clasificación de las resinas compuestas

Durante años a las resinas compuestas se las ha clasificado de varias maneras con el fin de facilitar sus propiedades y definir su uso clínico. Entre las clasificaciones que existen está la propuesta por Lutz y Phillips.²⁰

Resinas compuestas de macrorelleno. Fueron usualmente formuladas con cuarzo; el promedio de sus partículas de relleno fluctuaba entre 10-20 μm ., pero llegaba a presentar partículas de hasta 100 μm ., pese a que presentaba buenas propiedades mecánicas; tenía una muy baja resistencia al desgaste y pobres propiedades estéticas, dada su gran rugosidad superficial y difícil pulido por lo que tendían a pigmentarse.^{21, 22}

Resinas compuestas de microrrelleno. Se incorporaron al mercado con el objetivo de solucionar los problemas estéticos de las resinas de macrorelleno. Sus partículas de relleno corresponden a sílice coloidal con un 50% de carga en peso; presentaban un tamaño de partícula promedio de 0,04 μm . con un rango que va desde 0,01 – 0,05 μm . Dado que presentaba una baja carga de relleno inorgánico; tenían propiedades mecánicas bajas por lo que no se podían usar en lugares de gran requerimiento mecánico, por ejemplo, caras oclusales del sector posterior. Sin embargo, eran resinas altamente estéticas ya que lograban una excelente superficie pulida.^{21, 22}

Resinas compuestas híbridas. Estas resinas se incorporaron al mercado con el fin de combinar las propiedades físicas y mecánicas de los sistemas de partículas de macrorelleno y la capacidad de pulido de los sistemas de microrelleno. Entre ambos sistemas se lograron resultados intermedios.

Presentan partículas de relleno de diferentes tamaños (15 – 20 μm . y 0,01– 0,05 μm .) con un promedio de tamaño superior al micrón.^{21, 22}

Resinas compuestas microhíbridas. Corresponden a una evolución de las anteriores y se diseñaron con el objetivo de mejorar aún más las propiedades estéticas del material, y, a su vez, de preservar las propiedades mecánicas. Presentan partículas de relleno de un promedio de tamaño menor a un 1 μm . con un rango de 0,4–0,9 μm . según la marca comercial del producto. Estas partículas permiten una superficie satisfactoriamente pulida, buena resistencia mecánica y textura superficial; lo que permite su uso tanto en piezas dentarias anteriores como posteriores.^{21, 22}

Resinas compuestas de nanorrelleno. Contienen como relleno inorgánico partículas esféricas de nanorrelleno de estroncio vítreo de un tamaño promedio entre 5 nm. y 100 nm. Esto permite que las partículas de relleno sean agregadas en altas concentraciones; lo que favorece el mejor pulido y acabado de la restauración, y, a su vez, para obtener propiedades mecánicas lo suficientemente buenas como para poder utilizar el material, tanto en el sector anterior como posterior. Sin embargo, hay que señalar el hecho de ser partículas tan pequeñas no interfieren el paso de la luz; por lo que se deben acompañar de partículas de mayor tamaño 0,6 μm . para mejorar su comportamiento óptico.^{21, 23}

Resinas compuestas nanohíbridas. Son resinas compuestas híbridas que presentan nanopartículas de circonio/sílice o nanosílice, de un tamaño promedio entre 5 nm. y 100 nm., aproximadamente. Además, se les agrega partículas de mayor tamaño (0,6 μm . a 1 μm .) para darle mejores propiedades al material, tales como: reducida contracción de polimerización, gran resistencia mecánica, comportamiento óptico adecuado, buena capacidad de pulido y una estética mejorada.²¹

Resinas compuestas Bulk Fill. Otro criterio es la capacidad de polimerización en grandes bloques. Esta resina tiene el nombre comercial de “Bulk Fill”. Dichas resinas se

crearon con el objetivo de realizar incrementos mayores a 4 mm., sin tener limitaciones en el grado de polimerización del material, disminuir el efecto de contracción y reducir la cantidad de espacios dentro de los incrementos. Para poder efectuar incrementos de 4 mm. de profundidad se debe utilizar una fuente de luz de polimerización con una intensidad de más de 1000 MW/cm.² por un tiempo de 10 segundos.^{24, 25}

Se han denominado resinas Bulk Fill a aquellas resinas compuestas que, según sus fabricantes, pueden colocarse en un solo incremento de 4-5 mm. mediante una técnica de monoble.²⁵

Según Corral, Vildósola et al²⁷, estas resinas, según su viscosidad, indicación y técnica de aplicación, pueden clasificarse de la siguiente manera:

- Resinas Bulk Fill de viscosidad fluida utilizadas como base para cavidades.
- Resinas Bulk Fill de viscosidad fluida y sónicamente activadas para la restauración directa de cavidades.
- Resinas Bulk Fill de viscosidad normal para restauraciones directas.

En lo que se refiere a la composición de las resinas Bulk Fill, sus componentes son muy similares a los de las resinas convencionales, la matriz se compone básicamente de monómeros de BIS-GMA, UDMA, TEGDMA, EBPDMA. De acuerdo con la casa fabricante, se han adicionado monómeros distintos o se ha modificado el clásico monómero de Bowen BIS-GMA por otros de menos viscosidad, los cuales brindan mayor fluidez al material y por tanto menor contracción por polimerización.²⁶

En lo que se refiere al relleno, se ha podido observar una disminución en la proporción de este; si se compara con las resinas compuestas convencionales; asimismo, se puede advertir un aumento en el tamaño de las partículas en algunas de estas resinas. Lo anterior permitiría una mayor profundidad de curado debido a la disminución de la diferencia entre el índice de refracción de matriz y relleno.²⁶

Resinas compuestas usadas en este estudio

A) Resina compuesta Filtek Bulk Fill 3M ESPE

El material restaurador posterior de relleno en bloque es una resina restauradora activada por luz visible y optimizada para crear restauraciones más simples y rápidas²⁷.

El material de relleno en bloque ofrece excelente resistencia y bajo nivel de desgaste para una mayor durabilidad. Los tonos son semitraslúcidos y polimerizados de bajo estrés; lo que permite profundidad de polimerización de hasta 5 mm. Posee una excelente retención del pulido; también es útil para restauraciones en la parte anterior.²⁷

Todos estos rellenos son una combinación de un relleno inorgánico de:

- Sílice de 20 nanómetros no aglomerado, no agregado.
- Relleno de circonio de 4 a 11 nanómetros no aglomerado, no agregado.
- Relleno agrupado de sílice/circonio agregado (compuesto de partículas de sílice de 20 nm. y de circonio de 4 a 11 nm.).
- Relleno de trifloruro de iterbio compuesto de partículas de aglomerado de 100 nm.²⁷

La carga de material de relleno inorgánico es de, aproximadamente, 76,5% por peso (58,4% por volumen). Filtek 3M Bulk Fill contiene en su matriz AUDMA, AFM, UDMA.²⁸

Ventajas

- Resultados estéticos que se logran rápida y eficazmente en la región posterior.
- Tecnología de obturación especial que asegura un nivel muy bajo del estrés de contracción.²⁸

Indicaciones

- Restauraciones de dientes deciduos.
- Restauraciones en el sector posterior (clases I y II, reemplazos de pequeñas cúspides).
- Restauraciones de clase V (caries cervicales, erosión de la raíz, lesiones en forma de cuña).
- Reconstrucción de muñones.
- Sellado de fisuras más profundo en molares y premolares.²⁸

B) Resina compuesta Tetric-N Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent)

Esta resina contiene los dimetacrilato: BIS-GMA, BIS-EMA y UDMA. Como con todos los materiales compuestos, estos se convierten en un polímero reticulado durante el proceso de polimerización. La matriz orgánica representa, aproximadamente, el 21% de la masa BIS-GMA, BIS-EMA y UDMA exhibe baja polimerización y contracción en volumen.²⁹

Incorpora varios tipos diferentes de relleno (vidrio de silicato de aluminio y bario con dos tamaños medios de partículas diferentes, una isorrelleno, fluoruro de iterbio y óxido mixto esférico) con el fin de lograr el compuesto deseado.²⁹

Contiene un componente único y patentado como el fotoiniciador ivocerin, el filtro de sensibilidad a la luz y el mitigador de estrés de contracción hacen de Tetric N-Ceram Bulk Fill un composite muy especial.²⁹

El ivocerin (un componente de germanio de dibenzoilo) es un potenciador que proporciona más reactividad a las luces de polimerización que la canforquinona o la lucerina. Además, la translucidez y el color no se ven comprometidas, como suele ocurrir con otras resinas compuestas para la técnica Bulk Fill, que contienen solo los

iniciadores convencionales. El altamente reactivo ivocerim permite que la translucidez del material se establezca a un nivel del 15% valor similar al esmalte natural.²⁹

La alta reactividad del ivocerin permite que la translucidez del material se establezca a un nivel que asegure una máxima estética, al tiempo que también permite tiempos cortos de exposición de tan sólo 10 segundos ($\geq 1000 \text{ mW/ cm}^2$).³⁰

Para lograr resultados estéticos, la innovadora resina compuesta para dientes posteriores ofrece tres colores universales: IVA para dientes enrojecidos, IVB para dientes ligeramente amarillentos e IVW blanco para obturaciones en dientes de leche y dientes muy claros, con una traslucidez similar al esmalte de un 15%.³¹

Ventajas

- El fotoiniciador patentado.
- Su tecnología de obturación especial asegura un nivel muy bajo del estrés de contracción.
- Controlador de luz integrado hace que el composite sea menos sensible frente a la luz ambiental, gracias a lo cual el odontólogo dispone de más tiempo para la colocación y el modelado de la obturación.
- Buena capacidad de pulido, lo que contribuye a la obtención de una superficie brillante.
- Una mayor resistencia a la abrasión en la zona de contacto.
- Alta resistencia a la flexión de 120 MPa.
- Posee una alta radiopacidad que permite una fácil evaluación de la calidad de la obturación en la imagen radiográfica.^{31, 32}

Desventajas

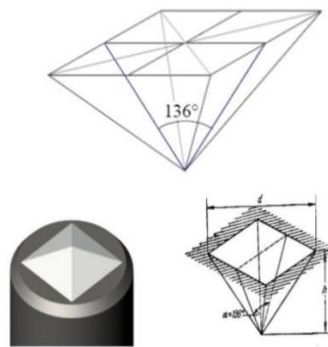
- Alta tensión de contracción.
- Mayor penetración de la polimerización.³¹

Indicaciones

- Restauraciones de dientes temporales.
- Restauraciones en la región posterior (Clase I y II).
- Restauraciones Clase V (caries cervicales, erosión en la raíz, defectos marginales).³¹
- Microdureza superficial
- La microdureza superficial representa la facilidad o dificultad que tiene un cuerpo para ser penetrado en su superficie.³³ Los primeros test de microdureza superficial fueron realizados en base a una escala de minerales naturales fundados solamente en la habilidad de un material para rayar a otro que fuera más blando. A través de los años se han desarrollado técnicas cuantitativas de microdureza superficial en las cuales la profundidad o tamaño resultante se convierte en medida, y está relacionada a un valor de microdureza superficial.³⁴
- Los aparatos usados en el laboratorio para medir esta resistencia a la penetración se denominan microdurómetro. Estos aparatos son de diferentes formas (esferas, pirámides, etc.) y materiales (acero, diamante), según el sistema que empleen.³⁵ Existen diversos sistemas para medir la dureza; sin embargo, la diferencia entre ellos radica en el tipo de penetrador utilizado.³⁵
- El sistema Vickers emplea un diamante de forma piramidal con ángulo de 136°, el cual, al aplicarle una carga variable, deja una huella de forma cuadrangular donde se miden las diagonales y se promedian. La huella dejada es muy pequeña y permite

realizar mediciones aun en áreas muy reducidas, y se presta para determinar la microdureza superficial de materiales bastante frágiles.^{36, 37}

Las cargas pueden variar de 1 a 100 kg., según el espesor y tipo de material. En general, las máquinas estándar proveen cargas de 1, 2,5, 5, 10, 20, 30, 50, 60, 100 y 120 kg. de las cuales las de 30 y 50 kg. son las más usadas.³⁶ La pirámide se mantiene algún tiempo entre 10 a 15 segundos bajo la carga (P) predeterminada.¹



Fuente: Suarez R., Lozano F. Comparison of surface hardness of nanotechnology composites according to polishing time: in vitro. Rev Estomatol Herediana. 2014; 24(1):11-6.

III. MÉTODOS

3.1. Tipo de investigación según su objetivo

Investigación aplicada.

3.2. Diseño de investigación

3.2.1. Tipo de diseño: Diseño experimental.

3.2.2. Tipo de técnica de diseño: Según la clasificación de Campbell y Stanley es un diseño de un grupo pre-experimental, con solo una posprueba.

3.2.3. Estructura del tipo de técnica de diseño:

Esquema gráfico:

X O

Donde:

X: Exposición de un grupo al tratamiento experimental y con subíndices numéricos correlativos si son varios.

O: Observación o medición de los sujetos de un grupo que forma la variable dependiente y con subíndices numéricos correlativos si son varios. Si aparece antes de X se denomina preprueba (pretest) y si aparece después de X se denomina postprueba (postest).

3.3. Operacionalización de las variables de la hipótesis científica

Cuadro N° 2: Matriz de operacionalización de las variables de la hipótesis.

VARIABLE	INDICADORES	CATEGORIA	ESCALA
Independiente: Resina compuesta Bulk Fill	Resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE) y Resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent).	Cualitativa	Nominal
Dependiente: Microdureza superficial.	Microdureza superficial obtenido con el microdurómetro en Vickers 60 Kgf.	Cuantitativa	Numérica

3.4. Hipótesis estadísticas

3.4.1. Hipótesis nula

La microdureza superficial de la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE) es menor que la microdureza superficial de la resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill.

3.4.2. Hipótesis alterna

La microdureza superficial de la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE) es mayor que la microdureza superficial de la resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill.

3.5. Método: Se usó el método científico desde la perspectiva del método hipotético deductivo.

3.6. Población y muestra

3.6.1. Población

Conformada por cilindros de resinas compuestas que cumplan los criterios de inclusión y exclusión establecidos.

3.6.2. Criterios de selección de la población

3.6.2.1. Criterios de inclusión

- Cilindros de resina compuesta que no presenten fracturas.
- Cilindros de resina compuesta de 5 mm. de alto.
- Cilindros de resina compuesta de 5 mm. de ancho.
- Cilindros de resina compuesta que no presenten burbujas.

3.6.2.2. Criterios de exclusión

- Cilindros de resina compuesta que no cumplan con las especificaciones requeridas.

3.6.3. Tamaño de la muestra

Cuadro N° 3: Tamaño de la muestra para comparación de promedios.

$$n = \frac{(Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta})^2 * (S_1^2 + S_2^2)}{(X_1 - X_2)^2}$$

Alfa (Máximo error tipo I)	$\alpha =$	1,00 E-15
1- $\alpha/2$ = Nivel de Confianza a dos colas	1- $\alpha/2 =$	1,000
Z1- $\alpha/2$ = Valor tipificado	Z1- $\alpha/2 =$	1,960 ³⁴
Beta (Máximo error tipo II)	$\beta =$	1,00E-16
1- β = Poder estadístico	1- $\beta =$	1,000
Z1- β = Valor tipificado	Z1- $\beta =$	0,842 ³⁴
Varianza del grupo Resina Kerr	$s^{12} =$	7,823
Varianza del grupo Resina 3M	$s^{22} =$	17,343
Diferencia propuesta	$x1 - x2 =$	44,500
Tamaño de calculado	$n =$	3,345
Tamaño de cada grupo	$n =$	16

Se obtuvo un tamaño mínimo de 16 cilindros de resina compuesta.

3.6.4. Tipos de unidades de la población

3.6.4.1. Unidad de estudio. Cilindros de resina compuesta *in vitro*.

3.6.4.2. Unidad de análisis. Cilindros de resina compuesta *in vitro*.

3.6.4.3. Unidad de muestreo. Cilindros de resina compuesta *in vitro*.

3.6.5. Tipo de muestreo. Se realizó una técnica de muestreo no probabilístico.

3.6.6. Tipo de técnica de muestreo. Muestreo por conveniencia o accidental.

3.7. Técnica de recolección de datos

Observación.

3.7. Instrumento de recolección de datos

Ficha de control (Ver Anexo N° 1).

3.8. Técnica de análisis de datos

Los datos recolectados fueron procesados de manera automatizada en el programa estadístico SPSS Statistics 22.0 (IBM, Armonk, NY, USA); luego se presentaron los resultados en la tabla de doble entrada y/o gráficos, en estricta concordancia con los objetivos planteados.

3.9. Aspectos éticos de la investigación

La presente investigación, por ser de carácter experimental (*in vitro*), no incluirá personas ni tejidos orgánicos como parte del estudio; por lo tanto, no existe la necesidad de redactar la carta de consentimiento informado.

3.11. Recursos

3.11.1. Recursos humanos

3.11.1.1. Equipo de labores

Recursos disponibles: 2 operadores clínicos responsables de la investigación y un asesor de la investigación.

3.11.1.2. Equipo auxiliar

Recursos disponibles: Estadístico

Recursos no disponibles: Personal de mantenimiento de la unidad dental.

3.11.2. Recursos físicos

3.11.2.1. Equipos

Recursos disponibles: microdurómetro (microhardness Tester Micromet 2003 Buehler), cámara fotográfica digital (Nikon D5200).

3.11.2.2. Instrumental

Recursos disponibles: Pieza de baja velocidad (micromotor Nsk), espátula de resina de teflón (marca premier), lámpara Bluephase NM 100 – 240 V, termómetro.

3.11.2.3. Material

Recursos disponibles: mandil, guantes de látex, gorros, mascarillas, pincel, campos descartables, lentes protectores, suero fisiológico, glicerina en gel, discos granos (grueso, semigrueso fino, ultrafino), platinas de vidrio, jeringas tuberculina, lijas de agua N° 100, 200, 300, disco diamante, tubo de agua 1/2" PBC (Pavco vindowit), acrílico autopolimerizable en polvo y líquido (Vitalloy), sierra Stanley.

Recursos no disponibles: Resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE) y Resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent).

3.12. Proceso de ejecución de la investigación

3.12.1 Elaboración de las resinas

Se realizó la confección de los 32 cilindros de resinas compuestas de 5 mm. de diámetro y 5 mm. de altura según el siguiente procedimiento.

Confección de cilindros

Se usaron 10 jeringas de tuberculina para obtener los 32 cilindros de resina compuesta requeridos; fueron cortados con un disco de diamante, de acuerdo con las medidas 5 mm. de diámetro y 5 mm. de altura (Ver Anexo N° 2, imágenes 2, 3 y 4); fueron divididos en dos grupos:

GRUPO I: 16 cilindros elaborados con la resina compuesta Filtek Bulk Fill-3M ESPE.

- **Subgrupo.** 8 cilindros de resina compuesta, medición inicial / 8 cilindros de resina compuesta con termociclado medición final.

GRUPO II: 16 cilindros elaborados con la resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent) (ver Anexo N° 2, imagen 5).

- **Subgrupo:** 8 cilindros de resina compuesta, medición inicial / 8 cilindros de resina compuesta con termociclado medición final.

Grupo I

Se usó la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE) color A2 (Ver Anexo N° 2, imagen 6), para la fabricación de las muestras se siguió el siguiente procedimiento: se colocó una platina de vidrio en la superficie inferior, sobre esta se colocaron los cilindros ya confeccionados anteriormente; con una espátula de teflón para resina se

retiró una cantidad de 5 mm. de la jeringa de resina compuesta (Ver Anexo N° 2, imagen 7); se atacó dentro de los cilindros para evitar los espacios vacíos (Ver Anexo N° 2, imagen 10); con la ayuda de un pincel fino se aplicó glicerina en gel para inhibir la capa de oxígeno; por último, se colocó la segunda platina de vidrio para homogenizar las muestras de resina compuesta. Se procedió a la polimerización mediante el uso de una lámpara Bluephase NM (100 – 240 V) por 3", con una intensidad de 1200 mW/cm² (Ver Anexo N° 2, imagen 11).

Se retiraron los 16 cilindros de resina compuesta conformados para realizar el pulido (Ver Anexo N° 2, imagen 12, Grupo I).

Pulido de bloques de resina:

Se realizó el pulido de las muestras, después de 24 horas, con un sistema de discos marca Sof-LexTM-3M de acabado y pulido; se emplearon para ello los diferentes granos (grueso, semigrueso, fino, ultrafino) siguiendo el orden indicado por el fabricante. Esto se realizó con el fin de homogeneizar y dejar una superficie muy lisa necesaria para las pruebas de microdureza superficial y así obtener resultados más exactos (Ver Anexo N° 2, imágenes 13, 14, 15 y 16).

Grupo II

Se usó la resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent) de color AV (Ver Anexo N° 2, imagen 8); para la fabricación de las muestras se siguió el siguiente procedimiento: se colocó una platina de vidrio en la superficie inferior, sobre esta se colocaron los cilindros ya confeccionados anteriormente, con una espátula de teflón para resina se retiró una cantidad de 5 mm. de la jeringa de resina compuesta (ver Anexo N° 2, imagen 9); se atacó dentro de los cilindros para evitar los espacios vacíos

(Ver Anexo N° 2, imagen 10); con la ayuda de un pincel fino se aplicó glicerina en gel para inhibir la capa de oxígeno; por último, se colocó la segunda platina de vidrio para homogeneizar las muestras de resina compuesta. Se procedió a la polimerización usando una lámpara Bluephase NM (100 – 240 V) por 3” con una intensidad de 1200 mW/cm² (ver anexo 2, imagen 11).

Se retiraron los 16 cilindros de resina compuesta conformados para realizar el pulido (Ver Anexo N° 2, imagen 12 Grupo II).

Pulido de bloques de resina

Se realizó el pulido de las muestras después de 24 horas con un sistema de discos marca Sof-LexTM-3M de acabado y pulido; se emplearon para ello los diferentes granos (grueso, semigrueso, fino, ultrafino), siguiendo el orden indicado por el fabricante. Esto se realizó con el fin de homogeneizar y dejar una superficie muy lisa necesaria para las pruebas de microdureza superficial y así obtener resultados más exactos (Ver Anexo N° 2, imágenes 13, 14, 15 y 16).

Almacenamiento

Se usaron dos depósitos de plásticos seleccionados para cada grupo; se colocaron los cilindros confeccionados de resina, compuesta en suero fisiológico a 37° C y se almacenó por un día. Esto se realizó para controlar la humedad de los cilindros, evitar que se dessequen, y, de esta manera, evitar que las propiedades físicas de las resinas no sean alteradas por la ausencia de agua (Ver Anexo N° 2, imagen 17).

Análisis metalográfico

Se cortaron 16 tubos de agua 1/2" PBC (Pavco Vinduit) de 15 cm. de alto y 33 de ancho (Ver Anexo N° 2, imagen 18).

Separamos dos grupos de 8 cilindros para la primera prueba inicial y los 8 últimos para el termociclado (Ver Anexo N° 2, imagen 19).

A) Se colocaron 4 tubos sobre una platina de vidrio; se procedió a mezclar el acrílico autopolimerizable polvo y líquido (Ver Anexo N° 2, imágenes 20 y 21); esperamos que el material esté encapsulado en frío para colocar sobre estos dos cilindros de resina compuesta para estudiar; en seguida, haciendo uso de la granulometría N°s. 100, 200 y 300, se pulieron todas las superficies hasta convertirlo en un espejo para que la prueba no tenga ninguna interferencia con el material objeto de estudio; luego se procedió a realizar la primera medición de microdureza superficial (Ver Anexo N° 2, imagen 23).

B) Se colocaron los 4 últimos tubos sobre una platina de vidrio; se procedió a mezclar el acrílico autopolimerizable polvo y líquido (Ver Anexo N° 2, imágenes 20 y 21); esperamos que el material esté encapsulado en frío para colocar sobre estos dos cilindros de resina compuesta para el estudio; en seguida, mediante la granulometría N°s. 100, 200 y 300, se pulieron todas las superficies hasta convertirlo en un espejo para que la prueba no tenga ninguna interferencia con el material. Después de dos horas se realizó el termociclado manual (Ver Anexo N° 2, imagen 24) y se procedió a la medición de la microdureza superficial final (Ver Anexo N° 2, imagen 25).

Medición inicial de la microdureza superficial

Se realizó en el Laboratorio de Física y Materiales, mediante el uso de un microdurómetro (Vickers).

En cada muestra se realizó 1 indentación bajo una carga de 60 kgf. por 15 seg. (Ver Anexo N° 2, imagen 23); el valor de la microdureza superficial se determinó midiendo la hendidura realizada; este valor se trasladó a un software proporcionado por el fabricante del microdurómetro, donde se observó de manera directa el valor de la microdureza superficial de cada cilindro de resina compuesta expresada en HV (Vickers).

Finalmente, los valores obtenidos de cada muestra se trasladaron a una tabla de valores de microdureza superficial en unidades HV para cada muestra.

Termociclado manual

Después de 2 horas los cilindros de resina compuesta fueron sometieron a un proceso de termociclado manual, mediante el uso de un termómetro que consistió en someter las muestras a 500 ciclos, de 1 minuto (Ver Anexo N° 2, imagen 24).

- 20 segundos en temperatura de $5^{\circ} C \pm 2^{\circ} C$.
- 10 segundos en temperatura ambiente.
- 20 segundos en temperatura de $55^{\circ} C \pm 2^{\circ} C$.
- 10 segundos en temperatura ambiente.

Medición final de la microdureza superficial

Se realizó después del termociclado manual.

En cada muestra se realizó 1 indentación bajo una carga de 60 kgf. por 15 seg. (Ver Anexo N° 2, imagen 25); el valor de la microdureza superficial se determinó midiendo la hendidura realizada; este valor se trasladó a un software proporcionado por el fabricante del microdurómetro; donde se observó de manera directa el valor de la microdureza superficial de cada cilindro de resina compuesta, expresada en HV (Vickers).

Finalmente, los valores obtenidos de cada muestra se trasladaron a una tabla de valores de microdureza superficial en unidades HV para cada muestra.

3.12.7. Procesamiento de datos

Los valores de la microdureza superficial obtenidos se registraron en una ficha de control, elaborada previamente para este estudio (Anexo N° 1). En esta tabla se colocaron los resultados obtenidos de las muestras de resina compuesta cada una enumerada de 1 al 16, para cada grupo.

3.12.8. Análisis de resultados

Los datos obtenidos fueron procesados a través del programa estadístico SPSS, versión 22.00. Se realizaron tablas y gráficos para presentar los resultados con el programa Microsoft Excel. La prueba estadística T- *Student* se aplicó para demostrar la diferencia de las medias.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evidencia encontrada permitió realizar la presentación y discusión de los resultados de la siguiente manera:

Tabla N° 1. Comparación de la microdureza superficial de dos resinas compuestas Bulk

Fill in vitro sin termociclado.

Estadísticas de grupo

	Microdureza superficial sin termociclado	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Puntaje microdureza superficial sin termociclado	Resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE)	8	247,25	66,282	23,434
	Resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent)	8	218,50	39,738	14,050

Discusión de la Tabla N° 1: Como se puede apreciar en la Tabla N° 1, se tiene una resistencia mayor por parte de la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE) que es equivalente a 247,25 Kgf. /mm². en media y la resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent) una resistencia de 218,50 Kgf. /mm². en media.

Además, se puede ver que la microdureza superficial de la resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent) es más homogénea con una desviación estándar de 39,74 Kgf. /mm². frente a la microdureza superficial de la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE), con una desviación estándar de 66,28 Kgf. /mm².

Tabla N° 2. Comparación de la microdureza superficial de dos resinas compuestas Bulk

Fill in vitro sin termociclado.

Prueba de muestras independientes

		Prueba de levene de igualdad de varianzas		prueba T para la igualdad de medias					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		F	Sig.	T	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
Puntaje microdureza superficial sin termociclado	Se asumen varianzas iguales	1,867	0,193	1,052	14	0,311	28,750	27,323	-29,853	87,353
	No se asumen varianzas iguales			1,052	11,456	0,314	28,750	27,323	-31,097	88,597

Siendo que el valor del estadístico t es positivo, analizamos $p_{valor}/2$.

$$\frac{p_{valor}}{2} = \frac{0.311}{2} = 0,15550 > 0,05, \text{ aceptamos la } H_a.$$

Discusión de la Tabla N° 2: Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna: la microdureza superficial de la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE) es mayor que la microdureza superficial de la resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent).

Tabla N° 3: Comparación de la microdureza superficial de dos resinas compuestas Bulk

Fill in vitro sin termociclado.

Pruebas de normalidad

Microdureza superficial sin termociclado		Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE)	Puntaje microdureza superficial sin termociclado	0,335	8	0,008	0,684	8	0,001
Resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent)	Puntaje microdureza superficial sin termociclado	0,381	8	0,001	0,729	8	0,005

Discusión de la Tabla N° 3: Usamos Shapiro-Wilk, con lo cual vemos que ningún valor de ($p > 0,05$), es decir, no se distribuye como una distribución normal; por lo cual no es justificado hasta aquí el uso de la prueba paramétrica T-Student.

Tabla N° 4: Comparación de la microdureza superficial de dos resinas compuestas Bulk Fill

in vitro sin termociclado

	Puntaje microdureza superficial sin termociclado
U de Mann-Whitney	19,500
W de Wilcoxon	55,500
Z	-1,329
Sig. asintótica (bilateral)	0,184
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	0,195b

Discusión de la Tabla N° 4: Respecto de la comparación de la microdureza superficial de dos resinas compuestas Bulk Fill in vitro sin termociclado se aplicó la prueba de U de Mann-Whitney; se obtuvo un valor estadístico de $0,195 > 0,05$; entonces aceptamos la hipótesis alterna. Lo que significa que la microdureza superficial de la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE) es mayor que la microdureza superficial de la resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent).

Tabla N° 5: Comparación de la microdureza superficial de dos resinas compuestas Bulk Fill in vitro con termociclado.

Estadísticas de grupo					
	Microdureza superficial con termociclado.	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Puntaje microdureza superficial con termociclado	Resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE).	8	113,13	4,970	1,757
	Resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent).	8	117,38	27,255	9,636

Discusión de la Tabla N° 5: Tal como se puede apreciar en la Tabla N° 5, la media de la microdureza superficial con termociclado de la resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent) es mayor, y equivale a $117,38 \text{ Kgf. /mm}^2$, frente a la media de la microdureza superficial con termociclado de la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE), que equivale a $113,13 \text{ Kgf. /mm}^2$.

Además, se puede ver que la microdureza superficial con termociclado de la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE) es más homogénea con una desviación estándar de $4,970 \text{ Kgf. /mm}^2$ frente a la media de la microdureza superficial con termociclado de la resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent) que es menos homogénea, con una desviación de $27,255 \text{ Kgf./mm}^2$.

Tabla N° 6: Comparación de la microdureza superficial de dos resinas compuestas

Bulk Fill *in vitro* con termociclado.

Prueba de muestras independientes

		Prueba de levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		F	Sig.	t	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
Puntaje Microdureza superficial con termociclado	Se asumen varianzas iguales	2,964	0,107	-,434	14	0,671	-4,250	9,795	-25,258	16,758
	No se asumen varianzas iguales			-,434	7,465	0,677	-4,250	9,795	-27,122	18,622

De lo que se deduce que el valor del estadístico **t** es negativo, analizamos $p_{valor}/2$.

$$\frac{p_{valor}}{2} = \frac{0,671}{2} = 0,3355 > 0,05, \text{ aceptamos la } H_a.$$

Discusión de la Tabla N° 6. Tras hacer el análisis T -Student se acepta la hipótesis alterna; lo que quiere decir que la microdureza superficial de la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE) es mayor que la microdureza superficial de la resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent).

Discusión

La presente investigación tuvo como propósito comparar la microdureza superficial de dos resinas compuestas Bulk Fill in vitro.

Con el transcurso del tiempo, las resinas compuestas han evolucionado en la industria odontológica con el fin de encontrar soluciones para distintos tipos de problemas, como el de encontrar una semejanza con el color natural del diente o una buena resistencia del material. Para conseguir estas mejoras, los fabricantes han realizado modificaciones en la fase orgánica, inorgánica y en los sistemas fotoiniciadores que sirven para el proceso de polimerización del material.¹³⁻¹⁴

La microdureza superficial representa la facilidad o dificultad que tiene un cuerpo para ser penetrado en su superficie.³³

Los resultados de la presente tesis demostraron que las 8 muestras que no fueron sometidas al termociclado manual de la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE) obtuvieron un valor de 247,25 Kgf. /mm² de microdureza superficial inicial, el que resultó mayor en comparación con las 8 muestras que no fueron sometidas al termociclado manual de la resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent) que obtuvieron un valor de 218,5 Kgf. /mm² de microdureza superficial inicial.

Estos resultados concuerdan con los resultados obtenidos por Cisneros D⁷, en 2017, en el que evaluaron la microdureza superficial de dos compuestos Bulk Fill. En el indicado estudio, los resultados obtenidos mostraron diferencia estadística significativa entre las resinas utilizadas. Concluyeron que la resina compuesta Filtek TM Bulk Fill (3M ESPE) presentó mayor valor de microdureza superficial respecto de la resina compuesta Tetric N Ceram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent).

De la misma manera, nuestros resultados concuerdan con los valores obtenidos por Gutarra J¹², en 2018, en su estudio comparó la microdureza superficial de la resina Filtek Bulk Fill (3M ESPE); los dividió en 2 grupos de 10. Un grupo fue pulido inmediatamente después de su polimerización y el otro grupo a las 24 horas, concluyendo que el pulido a las 24 horas después de su polimerización presenta mayores valores de microdureza superficial.

No se han encontrado estudios similares de microdureza superficial con termociclado manual; sin embargo, en este estudio se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las resinas compuestas utilizadas sometidas al proceso de termociclado manual. La resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE) obtuvo un valor de 113,125 Kgf. /mm² de la microdureza superficial, siendo este menor en comparación con la resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent) que obtuvo un valor de 117,375 Kgf. /mm² de microdureza superficial.

IV. CONCLUSIÓN

En la presente investigación, respecto de la comparación de la microdureza superficial de dos resinas compuestas Bulk Fill in vitro, se encontró lo siguiente:

Que la microdureza superficial inicial de la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE) obtuvo un valor de 247,25 Kgf./mm²., siendo este mayor en comparación con la microdureza superficial de la resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent) que obtuvo un valor de 218,5 Kgf./mm².

La microdureza superficial sin termociclado manual de la resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent) es más homogénea con una desviación estándar de 39,74 Kgf./mm². frente a la microdureza superficial de la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE), que es menos homogénea, con una desviación estándar de 66,28 Kgf./mm².

La microdureza superficial con termociclado manual de la resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent) es mayor y equivale a 117,38 Kgf./mm²., frente a la media de la microdureza superficial de la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE), que equivale a 113,13 Kgf./mm².

La microdureza superficial con termociclado manual de la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE) es más homogénea, con una desviación estándar de 4,970 Kgf./mm²., frente a la microdureza superficial de la resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent), que es menos homogénea con una desviación de 27,255 Kgf./mm².

V. RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios de microdureza superficial con otras cargas de microdureza superficial.
2. Realizar otros estudios con diferentes tipos de termociclado digital.
3. Realizar estudios con resina compuesta Bulk Fill de viscosidad fluida y sónicamente activada para restauraciones directas.

VI. REFERENCIAS

1. Suarez R., Lozano F. Comparison of surface hardness of nanotechnology composites according to polishing time: in vitro. *Rev Estomatol Herediana*. 2014; 24(1):11-6.
2. Schmitt L., Puppim R., Scarparo F., Salata F., Coelho M., Baseggio W. Effect of the polishing procedures on color stability and surface roughness of composite resins. *ISRN Dentistry*. 2011; 1-6.
3. Hassan A., Nabih S., Mossa H., Baroudi K. The effect of three polishing systems on the surface roughness of fluid, microhybrid and compactable resin composites. *J Int Soc Prev Community Dent*. 2015; 5(3):242-7.
4. Barros R., Lins E., Marcondes L. Bulk Fill resin- based composites. *Adv Dent y Oral Healt*. 2017;4(5) 1-2.
5. Rapizza J. Comparación in vitro de la microdureza superficial de la resina compuesta. Tetric® N-Ceram Bulk Fill y Sonicfill™ según profundidad de fotocurado [tesis de grado]. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Facultad de Ciencias de la Salud; 2015.
6. López C. Microdureza superficial en resinas de nanotecnología, aplicadas en un solo bloque: estudio in vitro [tesis de grado]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Odontología; 2015.
7. Cisneros D. Microdureza de las resinas bulk fill cromáticas en diferentes espesores, fotoactivados con luz led de alta potencia. [tesis de grado]. Quito: Universidad Central de Ecuador. Facultad de Odontología; 2017.
8. Ivoclar Vivadent. “Scientific Documentation Tetric® N-Ceram Bulk Fill”. 2016.
9. Masioli M. y cols. *Odontología Restauradora de la*. Primera Edición. Santa Catarina: Editora ponto Ltda. 2013.

10. Rajeswari R., Varma N., Priva T., Baroudi T. The influence of the finishing / polishing time and the cooling system on the surface roughness and microhardness of two different types of composite resin restorations. *J Int Soc Anterior Comunidad Dent.* 2014; 4(2): 99-104.
11. Marigo L., Spagnuolo G., Malara F., Martorana G., Cordaro M., Lupi A. Relation between conversion degree and cytotoxicity of a flowable bulk-fill and three conventional flowable resin-composites. *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci.* 2015; 19: 4469-80.
12. Gutarra J. Microdureza superficial in vitro de una resina Bulk Fill según el momento de pulido. [tesis de grado]. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego. Facultad de Odontología; 2018.
13. Rodríguez G., Douglas R., Pereira S. Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. *Acta odontol. venez.* 2008; 46(3): 381-92.
14. Hambire U., Tripathi V., Mapari A. Improvement in the compressive strength and flexural strength of dental composite. *ARPN J Eng Appl Scie.* 2012; 7(8):1-4.
15. Baldión P., Vaca D., Álvarez C., Agaton D. Comparative Study of the Mechanical properties of different types of Composite Resin. *Rev Col Inv Odont.* 2011; 1(3):51-9.
16. Ramos R. Historia de las resinas compuesta en la odontología. [Internet]. 2013 [citado 18/11/17] disponible online en: <https://es.scribd.com/doc/123513689/Historia-de-las-resinas-compuestas-en-odontologia-Realizado-por-Virginia-Garcia-Garcia-2013>.
17. Zimmerli B y cols. Composite materials: composition, properties and clinical applications. A literature review. *Schweiz Monatsschr Zahnmed.* 2010. 120 (11): 972-986.

18. Reis A., Loguercio A. Materiales dentales directos de los fundamentos a la aplicación práctica. 1a ed. Sao Paulo: Santos Editora; 2012.
19. Barrancos P. Operatoria Dental. 5a ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2008.
20. Geissberger M. Odontología Estética en la práctica clínica. 1a ed. Buenos Aires: Amolca; 2012.
21. Ferracane J. Resin composite State of the art. Dent Mater; 2011.27: 29–38
22. Van Noort R. Introduction to dental materials. 3a ed. London, UK: Elsevier; 2007.
23. Senawongse P., Pongprueksa P. Surface roughness of nanofill and nanohybrid resin composites after polishing and brushing. J Esthet Restor Dent. 2007; 19: 265-275.
24. Czasch P, Ilie N. In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. Clin Oral Investig. 2013; 17(1):227-35.
25. Furness A., Tadros M., Looney S, Rueggeberg F. Effect of bulk/incremental fill on internal gap formation of bulk-fill composites. J Dent. 2014; 42(4):439-49.
26. Corral C., Vildosola P., Miranda C., Alves E., Fernández E. Revisión del estado actual de resinas compuestas Bulk Fill. Rev Fac Odontol. 2015; 27(1): 177-196.
27. Technical Product Profile. Filtek Bulk Fill posterior restorative; 2015.
28. 3M, ESPE. Filtek Bulk Fill Resina para Posteriores. Perfil técnico del producto. Alemania; 2014.
29. Scientific Documentation Tetric N-Ceram Bulk Fill. 2014:27.42.
30. Polydorou O., Manolakis A., Hellwig E., Hahn P. Evaluation of the curing depth of two translucent composite materials using a halogen and two LED curing units. Clin Oral Invest. 2008; 12(1):45-51.
31. Burtscher P, Rheinberger V. Germanium based photoinitiator as an alternative to camphorquinone/amine. IADR. 2008.

32. Campos E. Marginal adaptation of class II cavities restored with bulk-fill composites. *J Dent.* 2014; 42(5): 575-81.
33. Gómez S. Evaluación in vitro de la microdureza superficial de diferentes resinas comerciales frente a la acción de una bebida gaseosa. *Rev Odontol Mex.* 2010: 8-14.
34. Poggio C., Lombardini M., Gaviati S., Chiesa M. Evaluation of Vickers hardness and depth of cure of six composite resins photo-activated with different polymerization modes. *J Conserv Dent.* 2012; 15(3): 237-41.
35. Webb L., Reynoso G., Delgado L. Evaluación de la microdureza superficial de una resina compuesta según fuente de luz, su opacidad y tiempo de exposición. *Rev. Estomatol Herediana.* 2009; 19(2):96-102.
36. Carrillo C., Monrroy M. Materiales de resinas compuestas y su polimerización. *Rev. ADM.* 2009; 65(4): 10-17.
37. Rouhollahi1 M., Mohammadibasir1 M., Talim S. Comparative Depth of Cure Among Two Light-Cured Core Build-Up Composites By Surface Vickers Hardness. *J Dent.* 2012; 9(3):255-61.

ANEXOS

Anexo N° 1: Ficha de control

COMPARACIÓN DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL ENTRE RESINAS

COMPUESTAS BULK FILL *in vitro*

Ficha N° Fecha:/...../2018

A continuación, evaluaremos la comparación de la microdureza

- Carga: 60 Kgf./mm² Tiempo: 15 seg.

	N° de muestras	N° de microdureza superficial inicial	
Resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE)	1	291	
	2	291	
	3	291	
	4	143	
	5	291	
	6	284	
	7	244	Promedio
	8	143	247,25 Kgf./mm ²

- Carga: 60 Kgf./mm² Tiempo: 15 seg.

	N° de muestras	N° de microdureza superficial con termociclado	
Resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE)	9	115	
	10	115	
	11	108	
	12	118	
	13	118	
	14	118	
	15	109	Promedio
	16	117	113.125 Kgf./mm ² .

- Carga: 60 Kgf. /mm². Tiempo: 15 seg.

	N° de muestras	N° de microdureza superficial inicial	
Resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent)	1	284	
	2	191	
	3	256	
	4	256	
	5	191	
	6	190	
	7	189	Promedio
	8	191	218.5 Kgf./mm ² .

- Carga: 60 Kgf. /mm². Tiempo: 15 seg.

	N° de muestras	N° de microdureza superficial con termociclado	
Resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent)	9	129	
	10	128	
	11	128	
	12	50	
	13	126	
	14	127	
	15	126	Promedio
	16	125	117.375Kgf./mm ² .

Anexo N° 2. Imágenes



Imagen 1. Materiales para la confección de los cilindros de resina compuesta.



Imagen 2. Corte de las jeringas tuberculina de 5mm de alto.



Imagen 3. Pulido de los cilindros con una lija de agua N°100.



Imagen N° 4. Se obtuvo 32 cilindros.



Imagen N° 5: Grupo I Resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE)

Grupo II: Resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent)



Imagen N° 6: Grupo I: Resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE) y 16 cilindros confeccionados anteriormente.



Imagen N° 7: Retiro de la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE) con la espátula teflón.

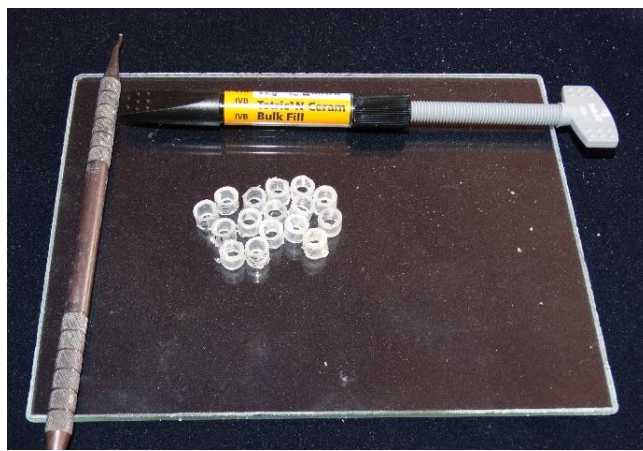


Imagen N° 8: Grupo II: Resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent) y 16 cilindros anteriormente.



Imagen N° 9: Retiro de la resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent) con la espátula teflón.

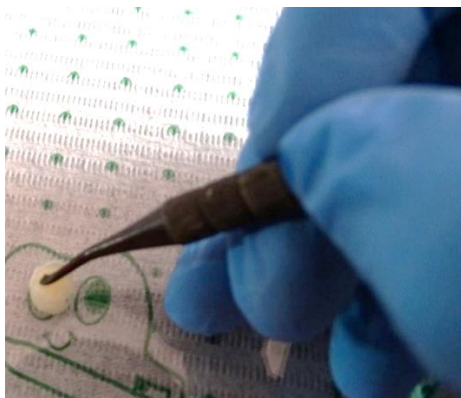


Imagen N° 10: Se atacó con una espátula teflón dentro del cilindro la resina compuesta.



Imagen N° 11: Polimerización usando una lámpara Bluephase N M (100 – 240 V) por 3” con una intensidad de 1200 mW/cm².



Imagen N° 12: GRUPO I: 16 cilindros elaborados con la resina compuesta Filtek Bulk Fill-3M ESPE. GRUPO II: 16 cilindros elaborados con la resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent).

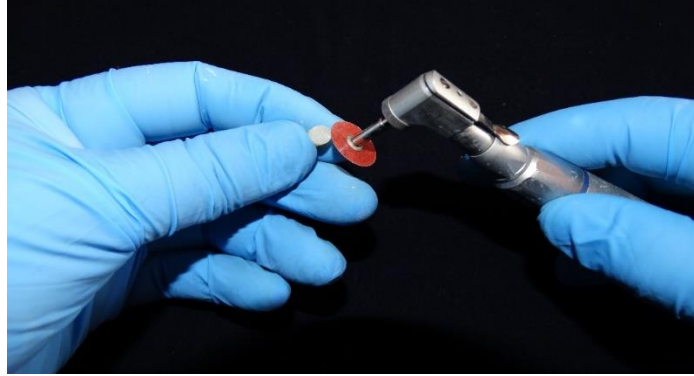


Imagen N° 13: Pulido de los cilindros de resina compuesta con el sistema de discos marca Sof-Lex™-3M grano grueso.

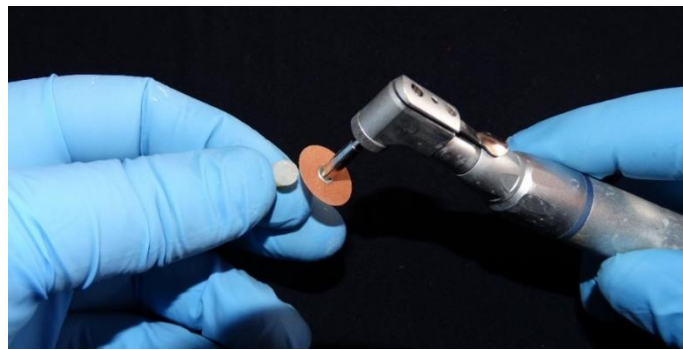


Imagen N°14: Pulido de los cilindros de resina compuesta con el sistema de discos marca Sof-Lex™-3M grano semigrueso.



Imagen N° 15: Pulido de los cilindros de resina compuesta con el sistema de discos marca Sof-Lex™-3M grano fino.

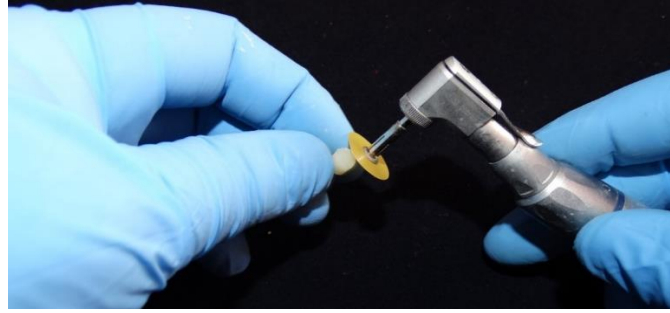


Imagen N° 16: Pulido de los cilindros de resina compuesta con el sistema de discos marca Sof-Lex™-3M grano ultrafino.

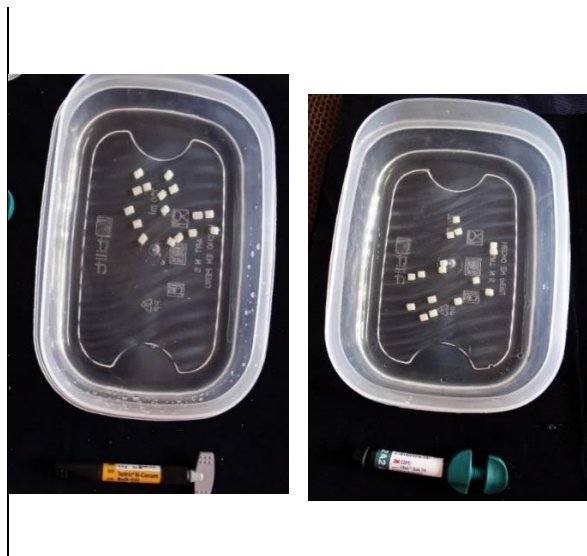


Imagen N° 17: Almacenamiento de los 32 cilindros de resina compuesta en suero fisiológico por 24 horas.



Imagen N° 18: Se obtuvieron 16 tubos de agua 1/2" PBC (Pavco vinduit) de 15 cm. de alto y 33 de ancho.



Imagen N° 19: Fueron divididas en dos subgrupos de 8 muestras cada uno.



Imagen N° 20: Se mezcló el acrílico autopolimerizable polvo y líquido.



Imagen N° 21: Se realizó el vaciado de acrílico previamente preparado sobre las muestras de tubo teniendo como base una platina de vidrio.



Imagen N° 22: Muestras terminadas de los dos tipos de resina compuesta para la medición inicial de microdureza superficial.



Imagen N° 23: Medición inicial con el microdurómetro.



Imagen N° 24: Termociclado manual de los cilindros de resina compuesta.

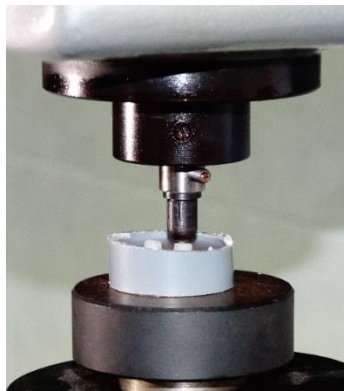


Imagen N° 25: Medición final en el microdurómetro con termociclado.

Anexo 3

Informe de microdureza superficial realizado en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Física de la Universidad Nacional De Trujillo

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
FACULTAD DE CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICAS
DEPARTAMENTO DE FISICA

GRUPO MULTIDISCIPLINARIO DE INVESTIGACION EN NANOCIENCIA Y NANOTECNOLOGIA

1.-Resina compuesta Filter Bulk Fill (3M- ESPE)	16 muestras
	- 8 sin termociclado
	- 8 termociclado
2.-Resina compuesta TETRIC N – CERAM BULL FILL SYS	16 muestras
	- 8 sin termociclado
	- 8 termociclado
Total	32 muestras

3.- Carga 60 Kg/mm²:

Prueba de microdureza	Resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M-ESPE)	16 muestras
N° 8 muestras	sin termociclado	247.25 HV
N° 8 muestras	Termociclado 8°C 20 minutos	113.125 HV
	Resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill SYS (Ivoclar Vivadent)	16 muestras
N° 8 muestras	Sin termociclado	218.5 HV
N° 8 muestras	Termociclado 8° C 20 minutos	117.37 HV



Mg. Oswaldo Roger Sanchez Rosales
Sección de Nanociencia y nanotecnología
Universidad nacional de Trujillo