

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO U.S.F.Q.

Colegio de Postgrados

INFLUENCIA DE TRES SISTEMAS DE PULIDO SOBRE LA
RUGOSIDAD SUPERFICIAL DE DIFERENTES SISTEMAS DE
RESINAS BULK FILL

Odt. Edwin Ramiro Granda Navarro

Tutor de Tesis: Dra. Estefanía Rodríguez

Cotutor: Dr. Andrés Dávila

Trabajo de titulación de posgrado presentado como requisito para la obtención del
título de Especialista en Rehabilitación Oral

Quito, 20 de diciembre del 2021

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ
COLEGIO DE POSGRADOS

HOJA DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

**TÍTULO: INFLUENCIA DE TRES SISTEMAS DE PULIDO
SOBRE LA RUGOSIDAD SUPERFICIAL DE DIFERENTES
SISTEMAS DE RESINAS BULK FILL**

ODT. EDWIN RAMIRO GRANDA NAVARRO

Firmas

Dra. Estefanía Rodríguez

Directora del Trabajo de Titulación

Dra. Nancy Mena C.

Coordinadora del posgrado de

Rehabilitación Oral

Dra. Paulina Aliaga

Decana de la facultad de Odontología

PHD. Hugo Burgos

Decano del Colegio de Posgrados

Quito, diciembre 2021

© Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante: _____

Nombre: Edwin Ramiro Granda Navarro

Código de estudiante: 203656

C. I.: 1719060061

Lugar, Fecha 20 de diciembre 2021

1 DEDICATORIA

Todo el esfuerzo y trabajo realizado quiero dedicarle a Dios por darme fuerza para continuar siempre y avanzar un paso a la vez, a mi esposa e hijos por el infinito amor que siento por ellos y es lo que me motiva cada día a seguir aprendiendo para ser mejor persona y profesional.

2 AGRADECIMIENTOS

Mi mayor agradecimiento a la USFQ por abrirme sus puertas, a la facultad de Odontología y a su decana Dra. Paulina Aliaga por su constante apoyo a la investigación, a nuestra coordinadora de la especialidad de Rehabilitación Oral Dra. Nancy Mena por sus enseñanzas, a mi tutora Dra. Estefanía Rodríguez por la motivación para seguir en la búsqueda del conocimiento, al Dr. Andrés Dávila por su constante apoyo y guía para realizar este estudio.

3 RESUMEN

La utilización de resinas bulk fill actualmente se encuentra en auge, siendo de suma importancia analizar ciertas características como la capacidad de pulido, lo que garantiza restauraciones adecuadas y longevas.

Objetivo: Determinar la rugosidad superficial (Ra) de tres diferentes resinas bulk fill empleando tres diferentes protocolos de pulido al ser sometidos al proceso de simulación de cepillado dental en un tiempo equivalente a 1 año y evaluar la rugosidad superficial (Ra).

Materiales y Métodos: Se realizaron 60 muestras en forma de discos, (6mm de diámetro por 4mm de espesor) 20 discos por cada resina fueron puestos a prueba, las resinas Bulk Fill One de 3M, Tetric N Ceram Bulk Fill de Ivoclar Vivadent y Opus Bulk Fill de FGM, se dividieron en cuatro grupos (n=20), un grupo control y tres grupos para los tres diferentes protocolos de pulido utilizados estos fueron: Sof-Lex 3M, Diacomp Twist EVE, Astropol Ivoclar Vivadent. La rugosidad superficial (Ra) se midió con un rugosímetro marca Mitutoyo, para la valoración cuantitativa y la simulación de cepillado en una máquina Odeme Dental Research.

Resultados: La resina Bulk Fill One de 3M junto con el sistema de pulido de 3M Sof-Lex demostró la menor rugosidad superficial $0,24\mu\text{m}$ (Ra) de todo el estudio, Posterior a la simulación de cepillado dental la rugosidad se incrementó en todos los grupos puestos a prueba, aunque estadísticamente no hubo diferencias significativas

Conclusiones: En el presente estudio, las hipótesis nulas fueron aceptadas. $H_0 =$ “No existen diferencias en la rugosidad superficial después del pulido de las resinas bulk fill con los tres diferentes sistemas de pulido y posterior a la simulación de cepillado”.

Palabras clave: Resinas bulk fill, sistemas de pulido, rugosidad superficial, simulación de cepillado dental.

4 ABSTRACT

The use of bulk fill resins is currently on the rise, being of the utmost importance to analyze certain characteristics such as polishing capacity, which guarantees adequate and long-lasting restorations.

Objective: to determine the surface roughness (Ra) of three different bulk fill resins using three different polishing protocols, then subject them to the simulation process of tooth brushing in a simulated time of 1 year and evaluate the surface roughness (Ra) and changes in the characteristics of surface.

Methods: 60 samples were made in the form of discs, (6mm in diameter by 4mm in thickness). 20 discs for each composite tested were put to the test, the composites Bulk Fill one 3M, Tetric N Ceram bulk fill Ivoclar and Opus bulk fill FGM, were divided in four groups (n = 20), a control group and three groups for the three different polishing protocols used were: Sof-Lex 3M discs, Diacomp Twist EVE, Astropol Ivoclar Vivadent. the surface roughness (Ra) was measured with a Mitutoyo brand roughness meter, for quantitative titration and the brushing simulation an Odeme Dental Research machine was used.

Results: The Bulk Fill One resin together with the 3M Sof-Lex polishing system showed the lower surface roughness (Ra) of the entire study. After the simulation of tooth brushing, the roughness increased in all the groups tested, although statistically there were no significant differences.

Conclusions: In the present study, the null hypotheses were accepted. Ho = "There are no differences in surface roughness after polishing the bulk fill resins with the three different polishing systems and after simulating brushing".

Keywords: composites bulk fill, polishing systems, surface roughness, tooth brushing simulation.

5 TABLA DE CONTENIDOS

1	DEDICATORIA.....	4
2	AGRADECIMIENTOS	5
3	RESUMEN.....	6
4	ABSTRACT	7
5	TABLA DE CONTENIDOS.....	8
6	ÍNDICE DE TABLAS	10
7	ÍNDICE DE GRÁFICOS	11
8	ÍNDICE DE FIGURAS	12
9	INTRODUCCIÓN	13
9.1	Justificación.....	16
9.2	Hipótesis.....	17
9.3	Objetivos	18
9.3.1	Objetivo General	18
9.3.2	Objetivos Específicos.....	18
10	MARCO TEÓRICO.....	19
10.1	Resinas Compuestas.....	19
10.1.1	Matriz Orgánica.....	19
10.1.2	Carga Inorgánica	20
10.1.3	Medios de unión.....	20
10.1.4	Sistema de activación del composite.....	21
10.1.5	Clasificación según la viscosidad del composite.....	22
10.1.6	Clasificación Según el Tamaño de las Partículas	23
10.2	Resinas Bulk Fill	26
10.3	Clasificación de las Resinas Bulk Fill.....	26
10.3.1	Propiedades Mecánicas	27
10.3.2	Composición de las Resinas Bulk Fill.....	30
10.3.3	Profundidad de Conversión	31
10.3.4	Contracción de Polimerización	33
10.3.5	Microfiltración Marginal.....	35
10.3.6	Resistencia Mecánica	35
10.3.7	Propiedades de Manipulación	37
10.4	Acabado y Pulido de los Composites.....	37
10.4.1	Rugosidad Superficial	43
10.4.2	Simulación de cepillado dental.....	46
11	MATERIALES Y MÉTODOS	49

12	RESULTADOS	59
13	CONCLUSIONES	77
14	RECOMENDACIONES	78
15	ANEXOS.....	79
16	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	84

6 ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Materiales Bulk Fill Utilizados en el estudio.	31
Tabla 2 Clasificación del tipo de rugosidad según la superficie.	45
Tabla 3 Sistema de acabado y pulido utilizados en el presente estudio.	51
Tabla 4 Descriptivos para los diferentes sistemas de pulido.	61
Tabla 5 Descriptivos de las resinas después de la simulación del cepillado.	64
Tabla 6 Test de normalidad para el pulido.	65
Tabla 7 Prueba de Homocedasticidad de las resinas con los diferentes pulidos	65
Tabla 8 Prueba de normalidad de las mediciones del cepillado.	66
Tabla 9 Prueba de homocedasticidad de las resinas para la simulación del cepillado.	66
Tabla 10 Comparaciones múltiples para la resina Bulk One.	67
Tabla 11 Comparaciones múltiples para la resina Opus Bulk Fill	67
Tabla 12 Comparaciones múltiples para la resina Tetric N Bulk.....	68
Tabla 13 Comparaciones múltiples para la resina Bulk One después de la simulación del Cepillado	68
Tabla 14 . Comparaciones múltiples para la resina Opus Bulk Fill después de la simulación del Cepillado	69
Tabla 15 . Comparaciones múltiples para la resina Opus Bulk Fill después de la simulación del Cepillado	70
Tabla 16 Comparación del nivel de rugosidad del pulido y después de la simulación del Cepillado	71
Tabla 17. Promedio y desviación estándar de los valores de rugosidad (Ra) de las diferentes resinas bulk fill con 3 tipos de sistemas de pulido antes y después del cepillado.....	71

7 ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Diagrama de barras sobre la rugosidad promedio de la resina Bulk Fill One con los diferentes sistemas de pulido.....	59
Gráfico 2 Diagrama de barras sobre la rugosidad promedio de la resina Opus Bulk Fill con los tres sistemas de pulido.	60
Gráfico 3 . Diagrama de barras sobre la rugosidad promedio de la resina Tetric N Bulk Fill con los tres sistemas de pulido.....	61
Gráfico 4 Gráfico de medias según la resina y el sistema de pulido utilizado	63
Gráfico 5 Gráfico de medias posterior a la simulación de cepillado.....	64

8 ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ferracane 2011. Composites según el tamaño de su partícula de relleno.....	25
Figura 2 Discos de Pulido 3M Sof-Lex tech profile.	40
Figura 3 (Twist EVE sist. Pulido Instructivo). Sistema EVE Diacomp Twist.....	42
Figura 4 Componentes de un Rugosímetro (Heirriko E. 2016).	44
Figura 5 Resinas Bulk Fill utilizadas en el estudio.	49
Figura 6 Extrusión del material mediante presión a través del porta objetos de vidrio y tira de Mylar.	50
Figura 7 Molde de Silicona de Condensación para la fabricación de discos de resina.	50
Figura 8 Fotopolimerización de las muestras a través de la tira de Mylar.....	50
Figura 9. Muestras colocadas en tubos de PVC embutidos con silicona pesada.	51
Figura 10 Sistemas de pulido utilizados.....	51
Figura 11 Pieza de mano de baja velocidad (marca: W&H, Alegra AM-20 BC).....	52
Figura 12 Colocación de las muestras en cuba ultrasónica después del pulido.	53
Figura 13 Colocación de las muestras en cuba ultrasónica después del pulido.	54
Figura 14 Maquina de simulación de cepillado (Odeme, SP-Brasil).....	55
Figura 15 Ubicación de las muestras y los cepillos en la máquina de simulación de cepillado.	55
Figura 16 Dilución del dentífrico con agua en proporción de 1:1.....	56
Figura 17 Ubicación en la máquina de jeringuillas con el dentífrico diluido	56
Figura 18 Muestras de resina posterior al cepillado.....	57
Figura 19 Secado de las muestras al ambiente por 24 horas posterior al cepillado	57
Figura 20 Reevaluación de la rugosidad superficial posterior al cepillado.....	58

9 INTRODUCCIÓN

Los materiales restauradores directos denominados resinas compuestas son utilizados con frecuencia en la práctica clínica, por lo cual se encuentran en constante evolución, así, buscando obtener mejores características se han modificado ciertos factores en su composición para conseguir mejores propiedades (Tomaszewska I. 2015).

Propiedades como la calidad óptica de las restauraciones, una adecuada resistencia mecánica, técnica de manipulación más sencilla y lograr la mimetización ideal con el tejido dental (Magdy N. 2017).

En la necesidad de obtener la longevidad ideal en los tratamientos restauradores utilizando materiales directos y mediante este procedimiento conseguir una óptima estabilidad de color, textura, prevenir la microfiltración y la aparición de caries secundarias en dichas restauraciones, se han utilizado composites microhíbridos, nanohíbridos hoy en día mediante el empleo de composites de relleno masivo o conocidos como bulk fill, los cuales por su versatilidad se utilizan para el sector posterior, para restaurar cavidades clase I Y II, en un solo incremento de hasta 4 o 5mm de profundidad, obteniendo una fotopolimerización completa del composite tanto en su superficie como en profundidad. (da Costa F. 2020).

Esto permite una simplificación en el protocolo restaurador con este tipo de composites y una disminución del tiempo clínico, además de evitar el atrapamiento de aire o contaminantes entre capa y capa. (Ergücü Z. 2007), (Cogo L. 2018).

Es de suma importancia en todo tipo de restauración directa la obtención de un perfecto acabado y pulido de esta, ya que una superficie rugosa puede producir cambio de

coloración en la restauración a corto plazo y por tanto compromiso estético, además aumento en la acumulación de placa bacteriana lo que conlleva a una posible formación de caries secundaria y falla de la restauración, alrededor de un 38% siendo esta una de las causas más probables de fracaso de las restauraciones directas (Joniot S. 2006), (Cogo L. 2018).

Existe en el mercado una gran variedad de sistemas de pulido de uno o varios pasos, para la obtención de una superficie uniforme y lisa de manera óptima, esto varía tanto del sistema de pulido utilizado como de la secuencia adecuada según las indicaciones del fabricante, además de la composición y partícula del composite empleado en la restauración, según la literatura el tamaño de la partícula influye directamente en los resultados de la superficie pulida, así los composites de nanopartículas (menos de 100nm) presentan un pulido superior al de otras partículas obteniendo de esta manera mejores propiedades ópticas, mayor brillo y menor capacidad de alteración del color (Takahashi R. 2013), (Corral C. 2015).

Por otra parte las resinas compuestas bulk fill presentan un tamaño de partícula mayor aproximadamente ($20\mu\text{m}$) en algunos casos, dependiente de la casa comercial, estos composites presentan una buena capacidad de pulido en general, además poseen monómeros de alto peso molecular lo que genera una menor contracción del composite durante el fotocurado, su porcentaje de relleno por volumen es menor que los composites convencionales, pero mayor por peso, los índices de refracción entre la matriz y el relleno son similares lo que aumenta la translucidez del material y permite una mayor penetración de la luz en profundidad proporcionando un mejor curado en toda la restauración (Van Ende A. 2017).

De tal forma, es indiscutible analizar ciertas ventajas que presentan este tipo de resinas de relleno en bloque o bulk fill y comprobar su efectividad en cuanto a ciertas características como su capacidad de pulido y rugosidad superficial después de aplicar diferentes sistemas de pulido de varios pasos y los probables cambios que puedan presentarse en su superficie y características ópticas al ser sometidas a simulación de cepillado, de esta manera se podrán comparar los resultados obtenidos entre tres diferentes composites bulk fill.

Ante la presencia de pocos estudios que comparen las características superficiales de los composites bulk fill, existe la necesidad de probar ciertas hipótesis, confrontando 3 sistemas de pulido diferentes y observar los resultados que se obtengan con uno y otro sistema sobre la superficie de dichos materiales. Además de la utilización de un sistema de simulación de cepillado para valorar la permanencia de las superficies pulidas y las alteraciones que puedan presentarse en un período de un año en estas resinas.

9.1 Justificación

Las resinas bulk fill, son materiales restauradores que presentan poco tiempo en el mercado y poseen características únicas y varias ventajas sobre los composites convencionales, por lo tanto es indispensable el análisis, estudio y obtención de resultados tras la comparación de ciertas cualidades como su capacidad de pulido, que validen su utilización y recomendación sobre los composites convencionales para procedimientos restauradores directos sobre todo en el sector posterior, además existen pocos estudios para determinar las diferentes características superficiales de estos composites después del pulido y en qué forma afecta el cepillado dental a la rugosidad superficial de estos materiales.

9.2 Hipótesis

Hipótesis nula (H0): No existe diferencia en la rugosidad superficial de una resina bulk fill después de ser pulida con tres diferentes sistemas de pulido.

Hipótesis alterna (H1): Existe diferencia entre las características superficiales de una resina bulk fill después de ser pulida con tres diferentes sistemas de pulido.

Hipótesis nula (H0): No existe alteración en la rugosidad superficial de una resina bulk fill después de la simulación de cepillado.

Hipótesis alterna (H1): Existe alteración en la rugosidad superficial de una resina bulk fill después de la simulación de cepillado.

9.3 Objetivos

9.3.1 Objetivo General

Determinar la influencia de tres diferentes sistemas de pulido y los cambios que pudieran presentarse en cuanto a las características superficiales de 3 resinas bulk fill en comparación con un grupo control.

9.3.2 Objetivos Específicos

- Comprobar y evaluar cuantitativamente las características superficiales de los composites bulk fill posterior a la utilización de 3 diferentes sistemas de pulido, mediante la utilización de un Rugosímetro.
- Determinar si existen cambios en la rugosidad superficial de estas resinas, tras la simulación de cepillado dental durante un año.

10 MARCO TEÓRICO

10.1 Resinas compuestas

Los primeros materiales poliméricos estaban compuestos de polimetil metacrilato (PMMA) los mismos que no obtuvieron mucho éxito debido a la unión deficiente de la carga inorgánica a la matriz resinosa (Anusavice, 2003).

Bowen en 1962 desarrollo un material polimérico el cual presentó mayor estabilidad al enlazar la matriz orgánica conformada por ciertos monómeros y otra constituida por partículas inorgánicas o de relleno, mediante un medio de unión o enlace entre los dos componentes, también de naturaleza orgánica denominado Silano (Antonson 2011), (Moncada G. 2015).

Las partículas inorgánicas le proporcionan ciertas ventajas mecánicas al composite como: resistencia y además disminución del efecto de contracción al ser fotocurado (Sampaio C. 2019).

10.1.1 Matriz Orgánica

Constituida por ciertos monómeros como BIS-GMA siendo este monómero empleado como base en la mayoría de los composites; UDMA este monómero incrementa la resistencia mecánica del composite, pero su desventaja es el cambio de coloración que puede producir en el mismo (Ferracane J. 2011), (Hirata R. 2012), (Moncada G. 2015).

Mientras mayor sea el peso molecular de los monómeros base utilizados será menor el efecto de contracción de polimerización, los monómeros de elevado peso molecular también presentan alta viscosidad lo que dificulta la manipulación del composite, por lo cual se incluyen en los composites ciertos monómeros denominados diluyentes que

poseen bajo peso molecular, los cuales reducen la viscosidad del material, son: MMA o EDMA o TEGDMA (Peutzfeldt A. 1997), (Ferracane J. 2011).

Existe un monómero creado a partir del bis-GMA, el mismo que presenta grupos metílicos en su composición (CH₃-bis-GMA) obteniéndose un monómero de mayor peso molecular y de menor viscosidad denominado bis-EMA, lo que se traduce en mejores propiedades como: menor contracción al polimerizar y mayor estabilidad frente a la humedad en el medio bucal, presentando menor sorción de agua (Peutzfeldt A. 1997), (Braga R. 2005).

10.1.2 Carga Inorgánica

Está compuesta generalmente por partículas inorgánicas como sílice coloidal, zirconio, vidrio y cerámicas que contienen partículas como: bario y estroncio (Moncada G. 2015).

La presencia de estas partículas mejora las propiedades mecánicas de los composites como la resistencia, menor contracción de polimerización y menor coeficiente de expansión térmica, además de mejorar las cualidades de manejo de los composites en su uso clínico (Moncada G. 2015).

Un alto contenido de matriz inorgánica incrementa el módulo de elasticidad es decir el composite se vuelve más rígido (Ilie N. 2012).

10.1.3 Medios de unión

El éxito de la integración de los componentes de una resina compuesta es la unión de la matriz orgánica o resinosa con las partículas inorgánicas, esto se obtiene gracias a la interacción de otro componente orgánico denominado Silano (metacriloxi-propil-silano). “Se trata de una molécula bifuncional capaz de formar en uno de sus extremos, uniones covalentes con el sílice presente en las partículas, mientras que el otro queda libre para la

copolimerización con la matriz orgánica” (Hirata R. 2012), (Peutzfeldt A. 1997), (Braga R. 2005).

Existen otros agentes de unión denominados titanatos y zirconatos, los cuales pueden presentar mayor desequilibrio en la formación de enlaces, lo que trae mayor deterioro en las propiedades físicas y mecánicas de las restauraciones. (Reis & Dourado. 2012)

10.1.4 Sistema de activación del composite

La activación de los composites se da por la conversión de monómeros a cadenas de polímeros, esta función es mediada por los componentes de la matriz orgánica (Ferracane J. 2011).

Las resinas compuestas convencionales poseen diferentes sistemas de activación que catalizan la reacción de polimerización (Ilie N. 2012).

Los activadores o iniciadores producen el cambio de estado del composite de gel a sólido y varían según el sistema de polimerización utilizado, si la activación del composite se produce químicamente o por luz visible (Hirata R. 2012), (Ilie N. 2009).

Los componentes activados mediante luz visible constan de una dicetona, normalmente es la Canforoquinona la cual es fotosensible y reacciona a la energía lumínica de una longitud de onda de 470nm aproximadamente. (Mount G. 1999).

Al recibir la energía radiante adecuada la Canforoquinona se combina con aminas terciarias produciendo una reacción que libera radicales libres que inician el proceso de polimerización del composite (Mount G. 1999), (Peutzfeldt A. 1997), (Ilie N. 2009).

Existen otros fotoiniciadores como: (1-fenil-1,2-propanodiona), Lucirin TPO (monoacilfosfinaóxido) e Irgacure 819 (óxido de bisacilfosfina), que son menos amarillos que la Canforoquinona y, por lo tanto, potencialmente poseen mayor estabilidad de color (Ferracane J. 2011), (Hirata R. 2012).

Todo composite contiene en su composición sustancias inhibidoras que son indispensables las cuales evitan que inicie la polimerización del material durante el tiempo de trabajo (Braga R. 2005).

Dentro de este grupo de compuestos inhibidores tenemos a la hidroquinona (Braga R. 2005), (Ilie N. 2012).

10.1.5 Clasificación según la viscosidad del composite

10.1.5.1 Composites de alta viscosidad o condensables

Están compuestos principalmente por partículas de bario, sílice coloidal, borosilicato, y partículas sintéticas de zirconio/sílice, con un tamaño de partícula entre 0,6 a 1,5 μ m, su volumen inorgánico varía entre 72 y 80% (Moncada G. 2015), (J. Da Costa 2007).

Por sus propiedades estos composites están indicados para restauraciones en zonas con gran esfuerzo masticatorio como en el sector posterior, estos materiales presentan mayor viscosidad debido a que tienen una "mayor cantidad de partículas pequeñas, lo que resulta en una mayor cantidad de carga en un determinado espacio" Hirata R. 2012, como por ejemplo en el composite P60 de 3M; (J. Da Costa 2007), (Ferracane J. 2011), (Hirata R. 2012).

10.1.5.2 Composites de baja viscosidad o fluidos

Estos materiales están compuestos por partículas de bario, sílice coloidal, borosilicato, y partículas sintéticas de zirconio/sílice, con un tamaño de partícula entre 0,6 a 1,5 μ m, su volumen inorgánico varía entre 36 y 47% (Peutzfeldt A. 1997), (Ferracane J. 2011), (Moncada G. 2015).

Presentan menor contenido inorgánico que los composites convencionales, por lo que poseen mayor escurrimiento y mejor aplicación clínica en la cavidad, su resistencia se ve afectada disminuyendo entre un 10 y un 40% en relación con los composites convencionales por lo cual no se recomienda utilizarlos en zonas de alta carga masticatoria (J. Da Costa 2007), (Peutzfeldt A. 1997), (Ilie N. 2009).

10.1.6 Clasificación Según el Tamaño de las Partículas

Los composites se pueden clasificar según el tamaño de sus partículas de carga, así tenemos:

10.1.6.1 Composites de Macropartículas

Son los primeros en aparecer en el mercado, denominados composites convencionales, presentan partículas de carga entre 8 y 50 μ m. Compuestos por partículas de cuarzo o sílice (Hirata R. 2012), (Yadav R, 2016). Presentan un deficiente acabado superficial debido a la rigidez de sus partículas, desgaste por cepillado dental de la matriz orgánica lo que produce una superficie más retentiva y susceptible a pigmentación y acumulación de placa bacteriana, son radiolúcidos y su activación es química, (Ilie N. 2009), (Hirata R. 2012), (L. Cunha 2018).

10.1.6.2 *Composites Híbridos*

Presentan partículas más pequeñas de 0,5 a 3 μ m, pero están presentes en dos o más tamaños, compuestas por sílice, vidrios de materiales pesados como bario, estroncio y zirconio, presentan una radio opacidad adecuada por los metales que contienen, estos presentan un mejor pulido de su superficie (Braga R. 2005), (Ilie N. 2009), (Yadav R, 2016).

10.1.6.3 *Composites de Micropartículas*

Presentan un tamaño de partícula comprendido entre 0,4 a 1.0 μ m, presentan un elevado nivel de pulido ya que poseen una mayor cantidad de matriz orgánica entre el 40 y 80%, además su superficie pulida permanece así por un tiempo mayor, presenta desventajas como fracturas y astillamientos por la baja cantidad de carga, bajo módulo de elasticidad por lo tanto menor rigidez y pigmentación a nivel de márgenes ya que absorben mayor cantidad de agua (Peutzfeldt A. 1997), (L. Cunha 2018).

10.1.6.4 *Composites Microhíbridos*

Compuestos principalmente por sílice coloidal en un 10 a 20% en peso, su tamaño de partícula esta entre 0,4 a 1,0 μ m, presentan menor tamaño de partículas, pero en mayor cantidad, poseen mayor cantidad de contenido inorgánico que las de micropartículas, por lo cual poseen propiedades mecánicas superiores y absorben menor cantidad de agua, pero su pulido no es superior a las de micropartículas (Ferracane J. 2011), (Moncada G. 2015), (Yadav R, 2016).

10.1.6.5 *Composites de Nanopartículas*

Presentan un tamaño entre 1 a 100 nanómetros, estas nanopartículas son principalmente de sílice en forma monodispersa no aglomeradas, presentan propiedades estéticas adecuadas para el sector anterior, poseen un alto grado de pulido similar a los composites de micropartículas y propiedades mecánicas adecuadas similares a los composites híbridos. (L. Cunha 2018), (Moncada G. 2015), (Yadav R, 2016).

El relleno de los composites de nanopartículas permite obtener una superficie totalmente pulida, y un excelente acabado superficial, pero la resistencia a la fractura se ve disminuida debido al tipo de partícula. (Peutzfeldt A. 1997), (J. Da Costa 2007), (Ilie N. 2009).

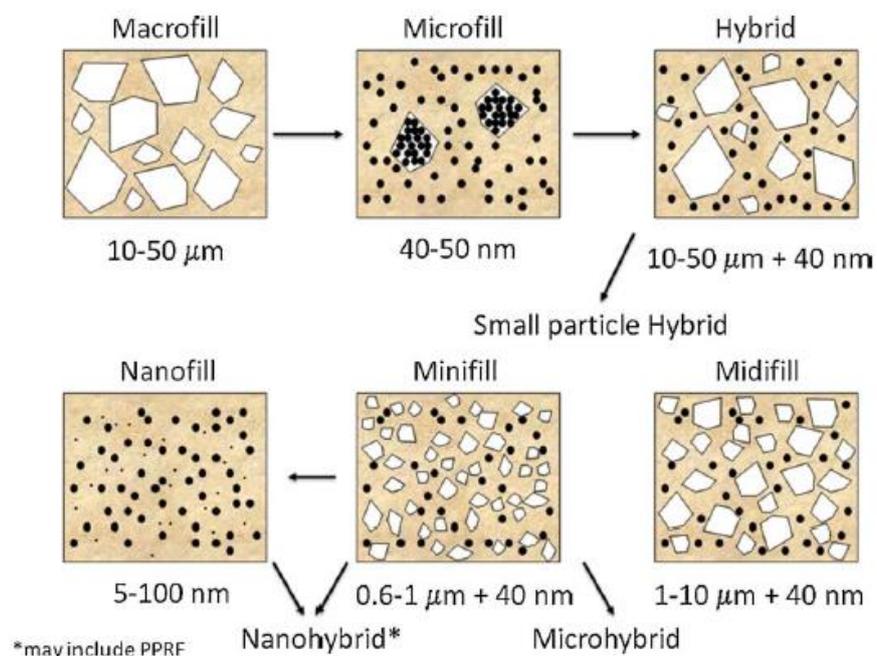


Figura 1 Composites según el tamaño de su partícula de relleno. Fuente: (Ferracane 2011).

10.2 Resinas Bulk Fill

La limitada profundidad de curado de los composites convencionales clásicamente conlleva a la aplicación de una técnica incremental, fotocurando cada incremento por separado máximo de 2mm de profundidad por capa, para evitar problemas en la restauración final principalmente como: la contracción de polimerización y la falta de curado en profundidad del material (Ilie N. 2013).

Con la finalidad de mejorar las características de las resinas convencionales se desarrollaron las resinas bulk fill, los cuales son materiales de restauración directa indicados principalmente para el sector posterior, utilizando una técnica de aplicación monobloque (Corral N. 2015), (Van Ende A. 2017).

Un material de restauración directa idealmente debe presentar ciertas características como: una adecuada profundidad de curado, menor contracción de polimerización, ofrecer resistencia al desgaste, resistencia a la fractura y una estabilidad dimensional aceptable, algunas de estas características son superadas ampliamente por los composites bulk fill (Van Ende A. 2017).

10.3 Clasificación de las Resinas Bulk Fill

Los primeros composites bulk fill fueron desarrollados a partir del año 2010 por la casa comercial (Dentsply Caulk) con el nombre de Surefil SDR Flow, estos materiales restauradores se podían emplear en incrementos de hasta 4mm en una sola aplicación, los mismos que eran únicamente de consistencia fluida, y su indicación principal era en

cavidades clase I y II de Black, pero se debía colocar una capa final de 2mm en la superficie oclusal de una resina convencional (Roggendorf M. 2011), (Corral C. 2015).

Esto dio lugar a la aparición de otros composites bulk fill de viscosidad convencional los mismos que estaban indicados para usos de un solo incremento de hasta 4mm sin ser necesario alguna capa adicional de otro material restaurador, otra variedad de composites bulk fill fue lanzada al mercado para su utilización mediante una pieza de mano sónica, activada por aire para su aplicación, Sonic Fill, patentado por la casa comercial (Kerr) la misma que se podía emplear en restauraciones monobloque de hasta 5mm de profundidad, por la acción ultrasónica de la pieza de mano, genera disminución transitoria de la viscosidad del composite en un 84%, lo que permite una mayor facilidad al colocarla en la cavidad a restaurar y no necesita una capa adicional en la superficie oclusal de otro material restaurador (Roggendorf M. 2011), (Corral C. 2015), (Van Ende A. 2017).

Así podemos establecer una clasificación de estos composites según su viscosidad, de acuerdo con sus indicaciones de uso según del fabricante, y por la técnica de manipulación: (Roggendorf M. 2011), (Corral C. 2015).

- Composite bulk fill de viscosidad fluida la cual es empleada como base cavitaria
- Composite bulk fill de activación ultrasónica para restauración directa
- Composite bulk fill de viscosidad convencional para restauración directa.

10.3.1 Propiedades Mecánicas

Las propiedades mecánicas de un composite están directamente relacionadas con el grado de conversión del material, así un grado de conversión de los monómeros a polímeros insuficiente, puede producir un pobre desempeño clínico de las restauraciones, e inclusive posible toxicidad pulpar si existieren áreas insuficientemente curadas (Bucuta S. 2014).

10.3.1.1 Resistencia Flexural

Los composites Bulk fill presentan una resistencia flexural adecuada, similar a la de los composites de nano relleno y micro relleno, y poseen mayor resistencia que los composites convencionales de viscosidad fluida. (Sampaio C. 2019).

Una sustitución parcial de las partículas de vidrio de 2,5 a 5% en peso, por partículas de relleno de zirconio mejora las propiedades mecánicas como la resistencia flexural y la tenacidad a la fractura de los composites, pero a su vez reduce la transmisión de luz en profundidad por su alto índice de refracción (Bucuta S. 2014).

10.3.1.2 Módulo de Elasticidad

En cuanto al módulo de elasticidad, módulo de indentación y dureza los composites bulk fill se encuentran por debajo de los composites microhíbridos (es decir poseen menor rigidez que este tipo de resinas). (Tiba A. 2013), (Ilie N. 2013).

El contenido de relleno es directamente proporcional a la resistencia flexural y al módulo de elasticidad de un composite, es decir a mayor cantidad de relleno más elevada resistencia a la flexión y mayor rigidez del composite (Rodríguez C. 2007).

10.3.1.3 Índice de Fluidéz

El índice de fluidez de los composites en bloque es menor que la de los composites microhíbridos y nanohíbridos, presentando una manipulación adecuada durante la técnica de aplicación (Corral C. 2015)

Una cantidad de relleno inorgánico menor es directamente proporcional a menor viscosidad del composite, así como al menor tamaño de sus partículas (Al-Ahdal K. 2014).

10.3.1.4 *Tensión de Polimerización*

Al fotocurar grandes incrementos existe una gran preocupación en cuanto al potencial aumento de tensión de contracción de polimerización en las paredes del diente. En la interfaz de los materiales y el tejido dental, varios estudios han demostrado un menor índice de factor C de contracción en composites bulk fill en comparación con composites microhíbridos, nanohíbridos y fluidos. Considerados así adecuados tanto para la cementación de postes y la reconstrucción de núcleos (Ilie N. 2011), (El-Damanhoury H. 2014).

Los composites de relleno en bloque podrían ser fotopolimerizados en incrementos mayores, ya que el grado de fotocurado y las propiedades biomecánicas no se alteran en incrementos de 4 mm de espesor, en un tiempo de irradiación de 20seg. Se considera que para una mayor profundidad de curado el composite debe presentar una mayor translucidez (La translucidez de los materiales dentales está influenciada por la diferencia en los índices de refracción entre las partículas de relleno y la matriz de resina), debido a una menor carga de relleno y un mayor tamaño de las partículas de relleno (Ilie N. 2013), (El-Damanhoury H. 2014).

10.3.1.5 *Propagación de Grietas*

La fiabilidad del material es una característica asociada con defectos de superficie del tejido dental sobre el cual se coloque el composite, lo que puede iniciar la propagación de una grieta, si no tenemos una buena calidad de sustrato dental bajo el composite bulk fill de viscosidad fluida, la propagación de grietas e índice de fractura puede ser muy alto por esta causa. En cuanto a esta característica se han obtenido resultados comparables con los composites micro y nanohíbridos de viscosidad regular (Corral C. 2015).

10.3.2 Composición de las Resinas Bulk Fill

La composición de la matriz de los composites Bulk Fill está dada básicamente por ciertos monómeros Bis-GMA (Bisfenol A Metacrilato de Glicidilo), UDMA (Dimetacrilato de Uretano), TEGDMA (Trimetilenglicol dimetacrilato), EGDMA (Dimetacrilato de etilenglicol). Aunque algunos presentan monómeros diferentes por lo general existe gran similitud a la composición de las resinas convencionales (Ilie N. 2013).

Los componentes presentes dependen del fabricante, por ejemplo, 3M ESPE menciona que la composición de sus composites Bulk Fill Flow está conformada por cuatro monómeros principalmente BisGMA, UDMA, Procrylat y BisEMA, los mismos que son de alto peso molecular, esto permite que exista un menor estrés de contracción, (Hirata R. 2012), (Van Ende A. 2017).

La ventaja que presenta el monómero Procrylat es proveer de una mayor fluidez al composite y permite un menor estrés de contracción durante el fotocurado. En lo referente a los fotoiniciadores de estos composites en su mayoría presentan Canforoquinona como foto activador, a diferencia de esto, Tetric Evoceram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent) presenta un foto iniciador diferente denominado Ivocerín el cual contiene una base de Germanio de alta reactividad mayor al de la Canforoquinona, por lo que necesita una intensidad lumínica de 400 a 450nm, para ser activado y posee además un filtro para evitar la contaminación por luz blanca lo que permite que el tiempo de trabajo sea adecuado (Corral C. 2015).

Aun así, existen componentes que son desconocidos ya que no son mencionados por las casas comerciales, lo que permite diferencias entre los diversos composites en cuanto a su comportamiento clínico. (Moszner N. 2008), (Van Ende A. 2017).

Resina/Manufactura/lote	Clasificación	Matriz Polimérica/ Partículas inorgánicas	Porcentaje de relleno	Tamaño de Partícula en μm
Filtek Bulk Fill one A2E-N886203 3M ESPE, St. Paul, MN	Bulk Fill Alta Viscosidad Nanohíbrida	AUDMA (10–20) UDMA (1–10) DDDMA <5 EDMAB <0.5 Metacrilato monomérico modificado <1 Benzotriazol <0,5 Agua <5 Fluoruro de iterbio (YbF3) (1–10) Silano tratado con cerámica (60–70) Silano tratado con sílice (1-10) Silano tratado con zirconia <5	76.5%/58.4%	0,004 a 0,1 μm
Opus Bulk Fill A2E-2710116 FGM, Joinville, SC, Brasil	Bulk Fill Alta Viscosidad Microhíbrida	UDMA Dióxido de sílice silanizado (0.7–1 μm)	79%/66%	0,7 a 1 μm
Tetric N Ceram Bulk fill Ivoclar Vivadent (Schaan, Liechtenstein)	Bulk Fill Alta Viscosidad Nanohíbrida	Bis-GMA, dimetacrilato comonomeros UDMA Bis-EMA UDMA	78%/55% (incluido prepolímero)	0,04 a 3 μm

Tabla 1 Materiales Bulk Fill Utilizados en el estudio.

Fuente: (Da Costa 2020), (Granat M. 2020).

10.3.3 Profundidad de Conversión

Existen varias razones por las que un composite Bulk Fill presenta un mejor curado en profundidad en comparación con resinas convencionales: Sistemas foto iniciadores que presentan mayor eficacia; mayor translucidez del material esto permite mayor paso de la luz, cuando hay menor cantidad de pigmentos en el composite; Menor superficie de interfaz matriz/relleno lo que disminuye la refracción de la luz (García D. 2014), (Corral C. 2015).

La principal ventaja que presentan las resinas Bulk Fill hace referencia a la profundidad de curado, lo que se promulga es una profundidad de 4 a 5mm en un solo incremento del material. (Alrahlah K. 2014)

Es una característica de gran importancia, ya que el problema en cuanto a las resinas convencionales es la falta de curado en profundidad lo que conlleva a comprometer las características mecánicas finales del composite, además la falta de conversión de los monómeros puede provocar una degradación del composite y producir reacciones adversas en los tejidos biológicos (Alrahlah K. 2014).

De acuerdo con la norma ISO 4049-2019, la polimerización en profundidad del composite no debe ser menor a 0,5mm menos de lo que establece la casa comercial. (Corral C. 2015).

La mayoría de los composites bulk fill se encuentran dentro de este rango, según estudios García D. 2014 y col. reportaron valores promedio que cumplen con esta norma, también existen composites bulk fill que presentan menor curado en profundidad según esta norma, esto puede deberse a una menor penetración de la luz a través del material a causa de algunos componentes como pigmentos en el composite, se ha demostrado que esto particularmente afecta la profundidad de curado del material (Flury S. 2012), (García D. 2014).

Además, pueden variar ciertas características de estos composites cuando se realiza una variación del grosor de la capa o incremento en cuanto a las propiedades mecánicas; otros factores como tiempo durante el cual se fotopolimeriza el material y la distancia de la punta de la lámpara al composite también pueden afectar la polimerización (Flury S. 2012), (Alrahlah A. 2014).

10.3.4 Contracción de Polimerización

La contracción de polimerización se produce en todo material de composite, en cuanto a las ventajas que pueden presentar las resinas en bloque en comparación con los composites convencionales, los composites en bloque o bulk fill presentan una menor contracción al ser fotocurados lo cual se asume, se debe a una diferencia en su composición o a la técnica empleada en un solo incremento o monobloque. (Van Ende A. 2017).

Con la técnica incremental puede existir ingreso de aire o contaminación entre capas, además de una contracción hacia abajo y adentro de las paredes cavitarias con cada incremento realizado (Moorthy A. 2012), (Van Ende A. 2017). Con una técnica monobloque se reduce el estrés por contracción del material en las paredes cavitarias lo que se puede realizar mediante el uso de composites bulk fill.

Con resinas convencionales se pueden realizar incrementos de 2mm como máximo para asegurar una adecuada profundidad de curado con estos materiales (Versluis A. 1996), (Park J. 2008). Mientras que hoy en día con composites Bulk fill se pueden usar incrementos de 4 o 5mm en una sola aplicación obteniendo un curado ideal del material, siendo esto una de sus mayores ventajas (Park J. 2008), (Corral C. 2015).

Una mayor contracción del composite al ser fotocurado producirá determinadas dificultades como fractura del tejido dental, microfiltración, flexión cuspídea, disminución de las propiedades mecánicas del composite (Campos E. 2014), (Corral C. 2015).

Para disminuir el factor C de contracción “Relación que existe entre las superficies adheridas y no adheridas de una cavidad preparada” Masioli, 2013, se sugiere realizar una

técnica de aplicación incremental, es decir aplicando una capa a la vez con incrementos no superiores a 2mm, (espesor ideal para que la resina pueda ser polimerizada adecuadamente) y de esta forma reducir este estrés generado en las paredes de la pieza dental (Campos E. 2014).

Según García y col. la relación que existe entre una mayor cantidad de relleno y menor cantidad de matriz resinosa genera menor grado de contracción durante la polimerización y viceversa, así una resina fluida Bulk Fill que contiene menor cantidad de relleno experimentará un mayor grado de contracción alrededor de un 4,4%, mientras que una resina Bulk Fill de consistencia convencional presenta una contracción de polimerización de alrededor del 1,76%. (García D. 2014)

Existen diferentes métodos para reducir el estrés de contracción durante la polimerización, como, por ejemplo: incluir ciertos monómeros en la composición de los composites, utilizar mayor contenido de relleno inorgánico o una intensidad lumínica gradual. En cuanto a la manufactura de los composites se emplean monómeros de alto peso molecular los cuales evitan un menor estrés de contracción durante la polimerización (Corral C. 2015).

Un mayor contenido inorgánico de relleno en un composite reduce el estrés de contracción al polimerizar el material; el método de fotocurado al aplicar de forma gradual la intensidad lumínica y tiempo de aplicación de la luz puede reducir la contracción de polimerización, otro método es aplicar un revestimiento cavitario de resina fluida en el fondo cavitario, pero se considera como el estándar de oro a la técnica incremental para reducir la contracción de polimerización de los composites (Petrovic L. 2013).

Las resinas bulk fill presentan sistemas fotoiniciadores más eficientes, estos mejoran la translucidez de estos materiales, al ser más traslucidos permiten un mayor paso de luz hacia el fondo y por lo tanto habrá un mejor fotocurado en profundidad.

10.3.5 Microfiltración Marginal

Una restauración debe presentar idealmente una interfaz sin presencia de espacios o brechas entre las paredes cavitarias y el material restaurador, de tal manera que aseguren la inexistencia de microfiltración bacteriana (Sampaio C. 2019).

Así se obtendrá una restauración de composite fiable y longeva, los composites Bulk Fill al poseer características como: menor estrés y contracción al ser fotopolimerizados, poseen la capacidad de presentar una adecuada integridad marginal en las restauraciones, principalmente en cavidades clase I y clase II con un solo incremento idealmente (Roggendorf M. 2011).

En cuanto a la integridad marginal y microfiltración los composites Bulk Fill no presentan diferencias significativas en comparación con las resinas convencionales, es decir que un composite Bulk Fill no elimina la posibilidad de que exista formación de una brecha entre las paredes de la restauración, sus resultados son similares a los composites convencionales aplicados mediante una técnica incremental. (Petrovic L. 2013), (Moorthy A. 2012).

10.3.6 Resistencia Mecánica

Los composites Bulk Fill de viscosidad convencional están diseñados para soportar carga oclusal, ya que su principal indicación es en cavidades clase I y II, es decir en piezas posteriores por lo que es fundamental conocer sus propiedades mecánicas; su resistencia flexural es similar a los composites microhíbridos y nanohíbridos, se encuentra alrededor

los 80MPa, siendo superior a los composites fluidos convencionales (Tiba A. 2013), (Bucuta S. 2014), (Corral C. 2015).

Presentan un grado de conversión superior de sus monómeros a polímeros, pero esto no asegura mejores propiedades mecánicas, debido a los diferentes monómeros utilizados por los fabricantes pueden presentarse propiedades de conformación molecular distintas, en unos casos mejora en sus propiedades y en otros no (Czasch P. 2013), (Corral C. 2015).

Según Ilie 2013 se estableció que los resultados en cuanto a módulo flexural, módulo de indentación y dureza Vickers de las resinas Bulk Fill se ubica entre los composites microhíbridos como Z250 168MPa (Módulo flexural) y los composites fluidos (Ilie N. 2013).

Estas características son directamente proporcionales a la cantidad de relleno por volumen que presente el composite, a mayor relleno inorgánico modulo flexural más alto es decir mayor dureza y viceversa (Rodríguez J. 2007).

Además de la cantidad de relleno inorgánico, otros factores como el tipo de monómero, la forma y el tamaño de las partículas de relleno, influyen en el comportamiento mecánico de los composites, Partículas de relleno de forma esférica y lisa presentan un mejor empaquetamiento y una mayor resistencia a la fractura del material (Rodríguez J. 2007).

Partículas esféricas tienden a distribuir de manera más uniforme la tensión mecánica que las partículas de forma irregular las cuales presentan ángulos agudos que tienden a ser puntos de acumulación de tensiones donde pueden iniciar las fracturas (Rodríguez J. 2007).

El monómero TEGDMA presente en algunos composites produce disminución en la resistencia a la flexión y a su vez aumento en el módulo de elasticidad de los materiales,

permite la creación de una red polimérica densa y flexible (Sideridou I. 2003), (Rodríguez J. 2007).

Ciertos composites Bulk Fill que poseen una menor cantidad de relleno por volumen, como lo son los de viscosidad fluida por lo que se necesita adicionar una capa de resina convencional sobre la superficie oclusal de estas, ya que su resistencia flexural es menor (Ilie N. 2013).

10.3.7 Propiedades de Manipulación

La viscosidad de un composite está relacionada directamente con las propiedades de manejo del material, es decir con la facilidad de colocación, conformación morfológica y calidad final de la restauración (Sarrett D. 2005).

En cuanto a la manipulación los composites Bulk Fill presentan una menor viscosidad que los materiales micro y nanohíbridos, esto se debe a que las resinas Bulk Fill poseen una menor carga de relleno por volumen, en comparación con los composites convencionales, el relleno de un composite en bloque o bulk fill es muy similar al de una resina convencional fluida, por lo tanto, presentan una mayor fluidez y mejor manipulación lo que significa que tienen mayor adherencia al tejido dental y no a los instrumentos, es decir son mucho más fáciles de esculpir para obtener una morfología adecuada de las restauraciones directas (Petrovic L. 2013), (Al-Ahdal K. 2014).

10.4 Acabado y Pulido de los Composites

El acabado y el pulido de una restauración de composite resulta ser la última fase de esta, en cuanto al acabado hace referencia a la eliminación de partículas gruesas para lograr obtener la forma requerida de la restauración. Lo cual es realizado mediante el desgaste

del material por medio de instrumentos que contengan un pulidor con partículas de mayor dureza que el relleno del composite, de lo contrario solo se estaría eliminando la matriz orgánica de la resina quedando expuestas las partículas de relleno. (Cogo L. 2018).

El pulido se refiere a la obtención de una superficie más suave por lo tanto a la disminución de la rugosidad superficial y mejoría de las características superficiales del material como: brillo, color, translucidez y mimetización con el tejido dental (López L. 2019).

El objetivo del protocolo de pulido es la reducción de la rugosidad superficial del composite, lo que se traduce en una mayor longevidad de la restauración, ya que una superficie bien pulida evitará que exista mayor acumulo de placa bacteriana, pigmentaciones, posibles microfiltraciones, afecciones periodontales y caries secundarias (Cogo L. 2018).

Un cambio en la rugosidad superficial superior a $0,3\mu\text{m}$ puede ser detectable por la punta de la lengua del paciente (J. Da Costa 2007).

Un valor de rugosidad superficial de $0,2\mu\text{m}$ es el umbral crítico para la retención de placa bacteriana (Bollen 1997).

El acabado y pulido de una restauración de composite puede verse afectado por un sinnúmero de factores como: el tipo de matriz orgánica, las partículas de relleno del material, los instrumentos de acabado, el diseño de la preparación, la polimerización y el tiempo transcurrido después de esta (Ehrmann E. 2019).

Un material con mayor carga y partículas de relleno de gran tamaño requerirán instrumentos de pulido más abrasivos, mientras que composites de microrrelleno pueden emplearse instrumentos menos abrasivos (Ferracane J. 2011),

En cuanto al terminado de las restauraciones directas las líneas de interfase deben estar alejadas de los contactos oclusales ya que estas fuerzas en el acto masticatorio se transfieren inmediatamente a los márgenes (Ehrmann E. 2019).

La polimerización de los materiales de restauración directa es otro factor que puede afectar el acabado final y pulido de la restauración, la mayoría de fotoactivadores se activa con un rango de intensidad de 475nm/mm², si no se completa adecuadamente la polimerización, el acabado y pulido pueden ocasionar un mayor trauma superficial de la restauración (Ferracane J. 2011), (Ehrmann E. 2019).

Existen en el mercado diferentes sistemas de pulido para la eliminación de estas rayaduras producidas posteriores al acabado superficial de los composites:

- **Fresas Diamantadas:** Existen variedad de tamaños y formas, presentan diferentes granulaciones y están codificadas con una cinta de color, las de granulación más gruesa (roja) se emplean para el acabado y de granulación fina y extrafina (amarillas y blancas) para el pulido final, deben ser utilizadas con abundante irrigación con una pieza de mano con velocidades menores a 50.000 r.p.m., si se utilizan además pastas o puntas de goma se deben usar posterior a las fresas (Tsai P. 2016).

Rojo: Grano Fino de 45 µm.

Amarillo: Extrafino de 25 µm.

Blanco: Ultrafino de 15 µm.

- **Fresas Multi-laminadas:** Su aleación es de carburo tungsteno, presentan diversos números de láminas las mismas que se emplean para el acabado superficial, de 12 láminas para contornear y eliminar los excesos más grandes, se utilizan sobre todo

a nivel de las crestas marginales y a nivel de márgenes gingivales ya que son menos traumáticas para los tejidos blandos en comparación con otros instrumentos de pulido. Para el pulido y brillo final se emplean las fresas que presentan mayor número de láminas de 18 a 30 láminas (Chain M. 2001), (Tsai P. 2016), (Ehrmann E. 2019).

- **Sistemas de Discos Flexibles:** Son discos impregnados de partículas abrasivas de óxido de aluminio de diferentes granulaciones según su código de colores, su utilización es sobre un mandril metálico y se emplean con baja velocidad bajo irrigación (Chain M. 2001).
- **Discos de Terminado y Pulido Sof-Lex:** Los discos originales de pulido Sof-Lex están hechos de un papel de cubierta de uretano que da a los discos su flexibilidad. El sistema presenta cuatro granos individuales de óxido de aluminio que van de grueso a superfino. Los discos están disponibles en tres tamaños; 13mm, 9mm, y uno de 16mm con un ojo cuadrado de latón (3M Sof-Lex tech profile).
- **Discos Sof-Lex XT:** Son discos de poliéster extrafinos lo cual permite un mejor acabado a nivel de las troneras, poseen cuatro grosores de partículas de óxido de aluminio que varían de grueso a super fino y se encuentran en dos tamaños de 13mm y de 9mm para mayor facilidad de uso (3M Sof-Lex tech profile).

	Grueso	Mediano	Fino	Superfino
Sof-Lex™ Discos de Terminado y Pulido	Negro ●	Azul Fuerte ●	Azul ●	Azul Claro ●
Sof-Lex™ XT Discos de Terminado y Pulido	Naranja Oscuro ●	Naranja ●	Naranja Claro ●	Amarillo ●

Figura 2 Discos de Pulido 3M Sof-Lex tech profile. (Instructivo 3M ESPE)

- **Puntas de goma o silicona:** Son puntas de goma o resina compuestas de: dimetacrilato de uretano impregnadas con partículas abrasivas de distinta granulación, carburo de silicio, óxido de aluminio o partículas diamantadas, son conformados sobre un mandril metálico y se usan con baja velocidad, son reutilizables posteriormente a su esterilización, es importante no usarlos con mucha presión ya que pueden generar exceso de calor lo cual es perjudicial para el diente y la restauración, entre estas tenemos de un solo paso, y de varios pasos, según su código de color correspondiente, algunos de estos pulidores contienen látex y al usarlos dejan residuos lo que puede generar una reacción alérgica en algunos individuos (Ergücü Z. 2007).
- **Sistema Astropol F y Astropol P:** constituidos por caucho de silicona, silicona partículas de carburo y pigmentos de color.
- **Astropol HP:** contiene caucho de silicona, partículas de diamante, óxido de aluminio, óxido de titanio y óxido de hierro. Los vástagos están hechos de acero inoxidable. Se emplea mediante instrumental rotatorio de baja velocidad 10.000rpm máximo, con refrigeración abundante aerosol (>50ml/min) (Astropol Ivoclar Vivadent).
- **Sistema EVE Diacomp Twist:** Sistema de pulido de composite a base de partículas diamantadas sobre láminas de pulido en forma espiral, consta de dos pasos: pre pulido y pulido de alto brillo, se obtiene alto brillo hasta en composites muy duros. Se emplean tanto para el sector anterior como posterior. Su utilización debe ser mediante una pieza de mano de baja velocidad hasta 20.000rpm (Twist EVE sist. Pulido Instructivo).



Figura 3. Sistema EVE Diacomp Twist. (Twist EVE sist. Pulido Instructivo)

- **Cepillos Pulidores:** Son cepillos que poseen partículas abrasivas finas como el carburo de silicio, para el acabado final de una restauración de composite, deben ser utilizados sobre la superficie húmeda, no requieren ser empleados con pastas diamantadas (Pi Shan Lai 2016).
- **Tiras de Lija:** Estas tiras se utilizan para el pulido de espacios interproximales de las restauraciones de composite directas o indirectas, pueden ser de base plástica o metálica, las tiras metálicas además se utilizan para abrir espacios proximales muy ajustados y son reutilizables después de su esterilización, las tiras plásticas se utilizan para pulir restauraciones de composite, compómeros o cementos resinosos y son de un solo uso (Ehrmann E. 2019).
- **Pastas Pulidoras:** Por lo general son pastas a base de óxido de aluminio o diamantadas para el pulido de composites, en cuanto al uso de pastas de óxido de aluminio deben ser colocadas sobre el diente humedeciendo continuamente el instrumento de pulido, las pastas diamantadas se emplean sin agua adicional para mejores resultados, ambas pastas se encuentran en diversos granos (Ergücü Z. 2007).

- **Selladores de Composite:** Existen en el mercado resinas sin carga para el sellado de la superficie más externa de las restauraciones de composite, de esta forma mejoran la calidad de la superficie pulida y el brillo final de la restauración, reduce las porosidades de la superficie y previene microfiltraciones en dichas restauraciones, asegurando una mayor longevidad de estas (Pi Shan Lai 2016).

10.4.1 Rugosidad Superficial

La rugosidad superficial se define como un conjunto de imperfecciones en la superficie de un cuerpo producidas durante su fabricación. Las cuales se presentan como crestas y valles en la superficie, las cuales se encuentran de forma aleatoria (Rubio H. 2016), (Heirriko E. 2016).

La rugosidad superficial se calcula mediante un promedio aritmético entre las medidas de las crestas y valles de la superficie dividiéndola para la longitud de la superficie examinada (Rubio H. 2016).

$$Ra = \frac{\Sigma \text{Área de Picos} + \Sigma \text{Área de Valles}}{ln}$$

Fórmula: Media aritmética para la obtención de Ra.

El parámetro más utilizado para medir la rugosidad superficial es la rugosidad media (Ra) “la cual corresponde a los valores absolutos de la desviación de la base central de medición en una muestra longitudinal” (Pi Shan Lai 2016).

Para la medición de la rugosidad superficial se utiliza una herramienta denominada rugosímetro: El cual determina de forma electrónica el perfil de la pieza en una sección

transversal con respecto a la dirección de las estrías, el valor de la rugosidad es expresada en micras, μm (Rubio H. 2016).

Un rugosímetro consta de las siguientes partes:

- Palpador: Punta fina de diamante o carburo de tungsteno
- Detector: Registra los movimientos verticales de la aguja.
- Motorización: Arrastra y empuja la aguja sobre la superficie.
- Pantalla de visualización: Registra los datos captados

(Heirriko E. 2016).

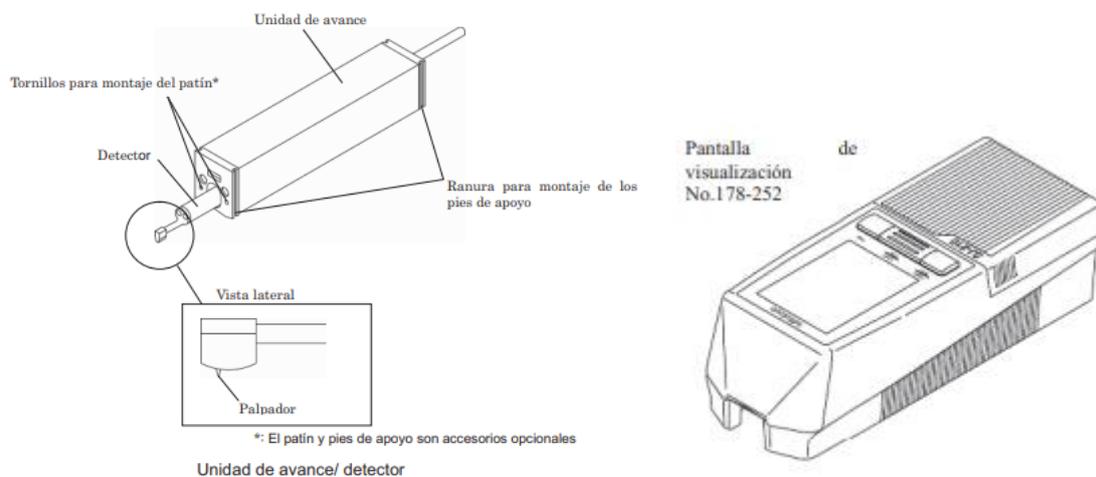


Figura 4 Componentes de un Rugosímetro. (Mytutoyo SURFEST SJ-210 manual del usuario)

El proceso de medición de la rugosidad superficial de un cuerpo o de una superficie en específico dura unos segundos en donde la punta o perfilómetro se pone en contacto con la superficie, la cual debe ser lo más paralela al piso, se produce el desplazamiento en forma horizontal de la punta y estos movimientos son registrados de forma gráfica y cuantitativa en el rugosímetro (Heirriko E. 2016), (Rubio H. 2016).

Los valores de rugosidad R_a se clasifican en una serie de intervalos N_x (siendo x un número del 1 al 12) según se indica en la (Tabla #2) de clases de rugosidad. Las clases de

rugosidad se pueden agrupar, según la apreciación visual o táctil, en los siguientes grados:
(Rubio H. 2016).

Tabla 2 Clasificación del tipo de rugosidad según la superficie.

Tipo de Rugosidad	Valor de Ra (μm)	Estado visual o táctil de la Superficie
N1	0,025	La superficie es especular
N2	0,05	
N3	0,1	
N4	0,2	
N5	0,4	Las marcas de mecanizado no se aprecian ni con el tacto ni con la vista (pero si con lupa).
N6	0,8	
N7	1,6	Las marcas de mecanizado se aprecian con la vista, pero no con el tacto.
N8	3,2	
N9	6,3	Las marcas de mecanizado se aprecian con la vista y con el tacto.
N10	12,5	
N11	25	
N12	50	

Fuente: Rubio H. Apunte de clases: Rugosidades Superficiales. Diseño mecánico. [Internet] Universidad

Carlos III de Madrid.

10.4.2 Simulación de cepillado dental

El cepillado dental es un proceso mecánico que produce abrasión en los composites convencionales, lo que conduce a un aumento en la rugosidad superficial de estos materiales, acelerando el proceso de pigmentación provocado por los diferentes alimentos y bebidas, adhesión de biopelículas, enfermedad periodontal y caries secundarias (Heintze S. 2010), (López L. 2019), (Cogo L. 2018).

El aumento de placa bacteriana sobre la superficie dental y los composites se puede resolver necesariamente mediante el proceso mecánico de cepillado dental, pero este proceso puede causar abrasión en las resinas compuestas (Tanoue N. 2000), (Cavalcante L. 2009).

Se ha demostrado en varios estudios que después de la abrasión del cepillado de dientes, todos los composites evaluados presentan reducción significativa del brillo superficial (Guangyun L. 2018).

La disminución del brillo de la superficie después de la abrasión del cepillo de dientes podría deberse al aumento de la rugosidad y los cambios en la topografía de la superficie como resultado de la abrasión de la matriz de resina y la pérdida de partículas de relleno superficial (Valente L. 2013), (Guangyun L. 2018).

Un valor de rugosidad superficial (Ra) superior a $0,2 \mu\text{m}$ sería susceptible de un aumento en la acumulación de placa y un mayor riesgo de caries e inflamación periodontal (Bollen C. 1997), (O'Neill C. 2017).

Por el contrario, Chung informó que las restauraciones con valores de rugosidad por debajo de $1 \mu\text{m}$ aún podían verse lisas y brillantes in vitro (Guangyun L. 2018).

En varios estudios en los que se emplea la simulación de cepillado dental para observar alteraciones superficiales y ópticas de los materiales, los esquemas que se aplican en forma general son: un diente es cepillado durante 10 segundos, en cada cepillado al día que dura 2 minutos, considerando que una persona se cepilla los dientes dos veces al día, esto significa que cada diente será cepillado, en promedio a 40 ciclos por día (2 ciclos por segundo / 280 ciclos en una semana) (López L. 2019), (Jin J. 2014).

La carga o fuerza de cepillado puede ser modificada dependiendo del tipo de equipo, en algunos casos se puede aplicar diferentes pesos en los cabezales en donde se sujetan los cepillos, es necesario medir la carga con una balanza antes de sujetarla a los cabezales, de esta manera se puede evaluar el desgaste del composite en función de la carga (Heintze S. 2010).

Utilizando una aplicación de fuerza similar de 2N se determinó que los cepillos con cabezal de corte plano produjeron mayor abrasión que los cepillos dentales con cabezal ondulado (Bizhang M. 2017).

En estudios in vitro de simulación de cepillado se ha demostrado que, los cepillos de dientes eléctricos producen mayor abrasión en la superficie de las resinas compuestas y en el tejido dental, que los cepillos dentales manuales (Vichan M. 2017).

En cuanto al tipo de cerdas de los cepillos dentales utilizadas suaves, medianas y duras no se han demostrado diferencias estadísticamente significativas en la abrasión superficial de los materiales (Heintze S. 2010), (Bizhang M. 2016), (Guangyun L. 2018).

Los factores que influyen un mayor desgaste son: el tipo de pasta dental y su grado de abrasividad y la fuerza ejercida sobre el cepillo dental (Bizhang M. 2016), (Guangyun L. 2018).

En cuanto al desgaste de los composites por cepillado dental, los que presentan mayor desgaste son los composites microhíbridos y menor desgaste los composites de microrelleno, en cuanto a los materiales cerámicos no presentan cambios superficiales (Heintze S. 2010).

Los composites de nanopartículas presentan mejores propiedades mecánicas, mayor calidad superficial, mejor pulido y brillo, así como mayor resistencia al desgaste por abrasión (Guangyun L. 2018)

11 MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron tres composites Bulk-fill de distintas casas comerciales, de viscosidad convencional, Los composites de resina evaluados fueron, Tetric N Ceram Bulk-fill (Ivoclar Vivadent), Bulk fill One (3M) y Opus Bulk fill (FGM).



Figura 5 Resinas Bulk Fill utilizadas en el estudio.

Prueba de rugosidad superficial: Se prepararon moldes cilíndricos de silicona pesada de condensación con una profundidad de 4 mm y 6mm de diámetro, en los cuales se preparó los cuerpos de prueba en forma de discos de la misma medida. Por cada material de resina compuesta se fabricaron 20 discos, con un total de sesenta discos ($n = 20$). Para realizar las muestras se colocaron en el molde utilizando instrumentos de modelado de titanio (American Eagle #2); para compactarlas, sobre todas las muestras de composite se colocó una tira de Mylar o celuloide, se colocó un portaobjetos de vidrio de 2 mm de grosor sobre la tira de Mylar para aplanar las superficies.

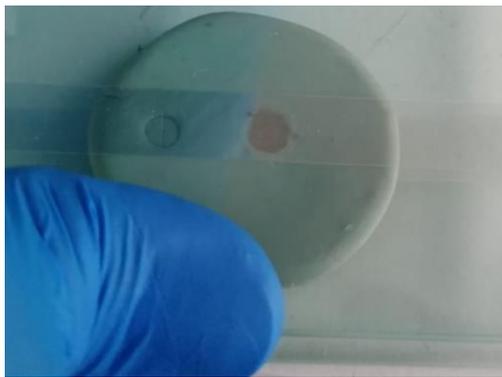


Figura 6 Extrusión del material mediante presión a través del portaobjetos de vidrio y tira de Mylar.



Figura 7 Molde de Silicona de Condensación para la fabricación de discos de resina. Los especímenes fueron curados con la unidad de fotopolimerización (Elipar 3M ESPE), durante 20seg a través de la tira de Mylar. Después de cada cinco muestras, la salida de luz se verificó utilizando un comprobador fotométrico (Radiometer / ayDentek, Inc., Buffalo, NY, EE. UU.) Que excedió los 400 mW / cm.

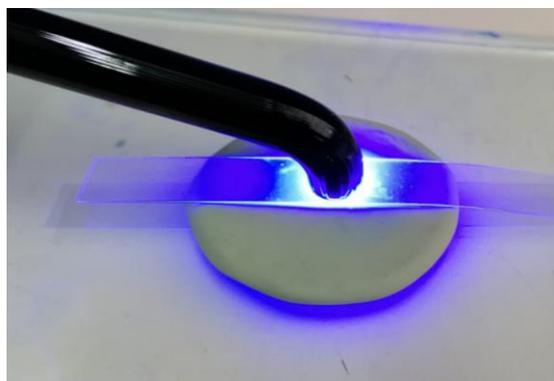


Figura 8 Fotopolimerización de las muestras a través de la tira de Mylar.

Todas las muestras fueron colocadas en pares en tubos de PVC cortados y embutidos con silicona pesada de condensación, y presionadas contra una loseta de vidrio para que se encuentren a la misma altura, la superficie de los cuerpos de prueba y los bordes del tubo de PVC.



Figura 9 Muestras colocadas en tubos de PVC embutidos con silicona pesada.

Se dividieron las muestras en cuatro grupos, Grupo 1 pulido con discos Sof-Lex, Grupo 2 pulido con el sistema Astropol, Grupo 3 pulido con el sistema EVE de Diacomp, Grupo 4 control, el cual consta de cinco muestras de cada material, las cuales no recibieron tratamiento de acabado y pulido después de haberse fotocurado bajo tiras de Mylar.



Figura 10 Sistemas de pulido utilizados

Material/ Manufactura	Composición	Composición del Abrasivo
Astropol (Ivoclar Vivadent, New York)	Silicona de caucho	Partículas de carburo de silicio, pigmentos coloreados, silicona caucho, partículas de diamante, óxido de aluminio, titanio óxido y óxido de hierro
EVE Diacomp	Partículas abrasivas diamantadas	Partículas de diamante finas y extrafinas
Sof-Lex 3M	discos de poliéster extrafinos	Partículas de óxido de aluminio

Tabla 3 Sistema de acabado y pulido utilizados en el presente estudio.

Las cuarenta y cinco muestras de resina bulk fill fueron pulidas. Se empleó una pieza de mano de baja velocidad (marca: W&H, Alegra AM-20 BC) que gira a un máximo de 25.000 rpm, presión de 3 bar, con una acción constante de movimientos repetitivos para evitar la acumulación de calor y la formación de surcos. Se usó un nuevo pulidor por cada tres especímenes. Cinco muestras de cada material se pulieron con discos Soflex en granos gruesos, medios, finos y superfinos durante 5 segundos, por cada disco (usando un cronómetro) en cada una de las muestras.



Figura 11 Pieza de mano de baja velocidad (marca: W&H, Alegra AM-20 BC).

Después de cada paso de pulido, todas las muestras se enjuagaron a fondo con agua y se secaron al aire antes del siguiente paso, Se realizó lo mismo para las muestras del grupo 2 y 3 correspondientes al sistema Astropol y EVE respectivamente. Después del pulido, se colocaron las muestras en agua destilada en una cuba de ultrasonido durante 10 minutos, luego se secaron con aire y las superficies de los composites se evaluaron cuantitativamente mediante un Rugosímetro de marca Mitutoyo (Surftest SJ 201 Mitutoyo, Tokyo, Japan).



Figura 12 Colocación de las muestras en cuba ultrasónica después del pulido.

El sistema Surftest SJ 201 incluye una unidad de visualización y recorrido, un palpador y una punta de diamante, un calibrador estándar, un estuche de transporte y una batería. El sistema se puede usar en superficies horizontales, sobre un soporte para realizar la medición. El soporte está montado en una guía deslizante para el ajuste vertical y también puede girarse a diferentes posiciones de medición, incluidas las mediciones en ángulo recto. La rugosidad se produce por la acción de la herramienta de corte o en el proceso de acabado, generalmente en forma de marcas.



Figura 13 Colocación de las muestras en cuba ultrasónica después del pulido.

La medición de la rugosidad superficial se realizó en 6 puntos diferentes de cada cuerpo de prueba, tres en sentido vertical y tres en sentido horizontal, la medición de la rugosidad se realizó después de aplicar los diferentes protocolos de pulido, excepto el grupo control en el cual se midió la rugosidad superficial posterior al fotocurado.

Simulación de cepillado dental: Los discos de composite ubicados en los tubos de PVC se colocaron en los soportes para muestras de la máquina de simulación de cepillado dental se ajustaron estos soportes en la máquina mediante una brazo metálico ubicado en la base de la máquina de cepillado, después se colocó en los porta cepillos, las cabezas de los cepillos dentales previamente cortadas y se procedió a ajustarlas en las abrazaderas metálicas de esta, luego se calibró la distancia vertical de cada cepillo hasta que las cerdas de los cepillos estén en contacto con los discos de composite, se utilizó cepillos de cerdas suaves.



Figura 14 Máquina de simulación de cepillado (Odeme, SP-Brasil)



Figura 15 Ubicación de las muestras y los cepillos en la máquina de simulación de cepillado.



Figura 16 Dilución del dentífrico con agua en proporción de 1:1

Se utilizó un dentífrico (Colgate Original) diluido con agua corriente (en relación de 1:1 de peso) para reproducir la dilución que ocurre por la saliva. Se colocó en jeringuillas de 20 ml y se procedió a inyectar el dentífrico en la máquina, una vez sobre las muestras se inició el proceso de simulación de cepillado dental, se inyectó 2ml de dilución de dentífrico cada 1000 ciclos.



Figura 17 Ubicación en la máquina de jeringuillas con el dentífrico diluido

Los cuerpos de prueba fueron sometidos a 20.000 ciclos (que equivalen a 1 año de cepillado dental), con una velocidad de 7 ciclos/seg, un desplazamiento del cepillo de

15mm en sentido vertical, una frecuencia de 0,9Hz y una temperatura ambiente de 36,5°C, en una máquina de simulación de cepillado (Odeme Dental Research, SP-Brasil) (Stadler et al. 2012).



Figura 18 Muestras de resina posterior al cepillado.

Al terminar el proceso de simulación de cepillado las muestras fueron removidas de la máquina y se limpió con aire y agua a presión cada muestra, después se sometió los discos de composite a una cuba ultrasónica durante 10 minutos en agua destilada, posteriormente se procedió a secar al ambiente durante 24 horas. Al finalizar los cuerpos de prueba fueron reevaluados para analizar los posibles cambios en cuanto a sus características superficiales utilizando el rugosímetro.



Figura 19 Secado de las muestras al ambiente por 24 horas posterior al cepillado



Figura 20 Reevaluación de la rugosidad superficial posterior al cepillado

12 RESULTADOS

Se muestran los resultados del nivel medio de rugosidad obtenido y sus diferencias significativas después de aplicar los tres sistemas de pulido.

Resina Bulk Fill One: el valor promedio del grupo control fue de $0,22\mu\text{m}$ con una desviación estándar de $0,11$, la dispersión en las mediciones se debe a que el valor mínimo de rugosidad fue de $0,17\mu\text{m}$ y el máximo de $0,75\mu\text{m}$. De acuerdo con estas mediciones se observó que el pulido con el sistema Sof-Lex fue el que más baja rugosidad obtuvo con una desviación estándar de $0,04$, el valor mínimo de rugosidad fue de $0,17\mu\text{m}$ igual que el grupo control y el máximo fue de $0,29\mu\text{m}$, resultando ser el sistema de pulido con la más baja rugosidad con respecto a los otros sistemas probados, Astropol y EVE que obtuvieron $0,26\mu\text{m}$ y $0,29\mu\text{m}$ respectivamente.

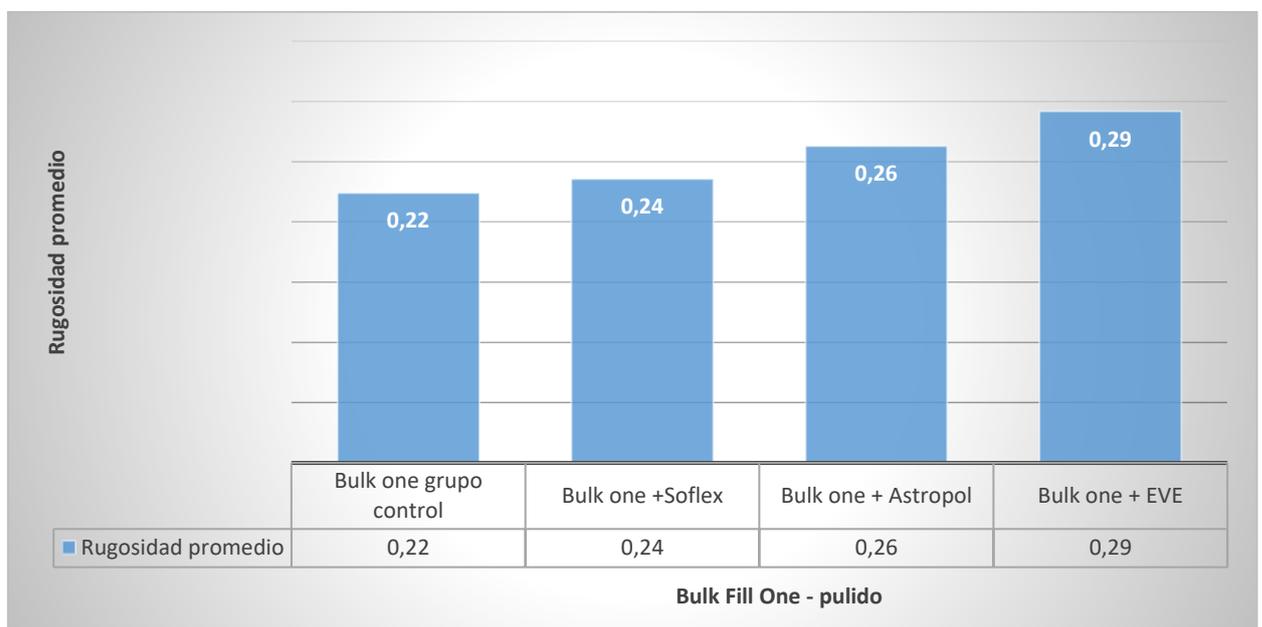


Gráfico 1 Diagrama de barras sobre la rugosidad promedio de la resina Bulk Fill One con los diferentes sistemas de pulido.

Resina Opus Bulk Fill: el valor medio para esta resina del grupo control fue de $0.20\ \mu\text{m}$ con una desviación estándar 0.05 , el valor mínimo y máximo fueron de $0.16\ \mu\text{m}$ y $0.35\ \mu\text{m}$ respectivamente. En este sentido se observó que el pulido con el sistema Sof-Lex resultó con la rugosidad en promedio más baja de $0.26\ \mu\text{m}$, con una desviación estándar de 0.04 , cercana al grupo control, demostrando poca variabilidad entre las mediciones. Astropol obtuvo mayor rugosidad promedio de $0,36\ \mu\text{m}$ y el sistema EVE obtuvo una rugosidad promedio de $0,33\ \mu\text{m}$, en comparación al sistema Sof-Lex, obtuvieron valores de rugosidad más altos y con mayor variabilidad.

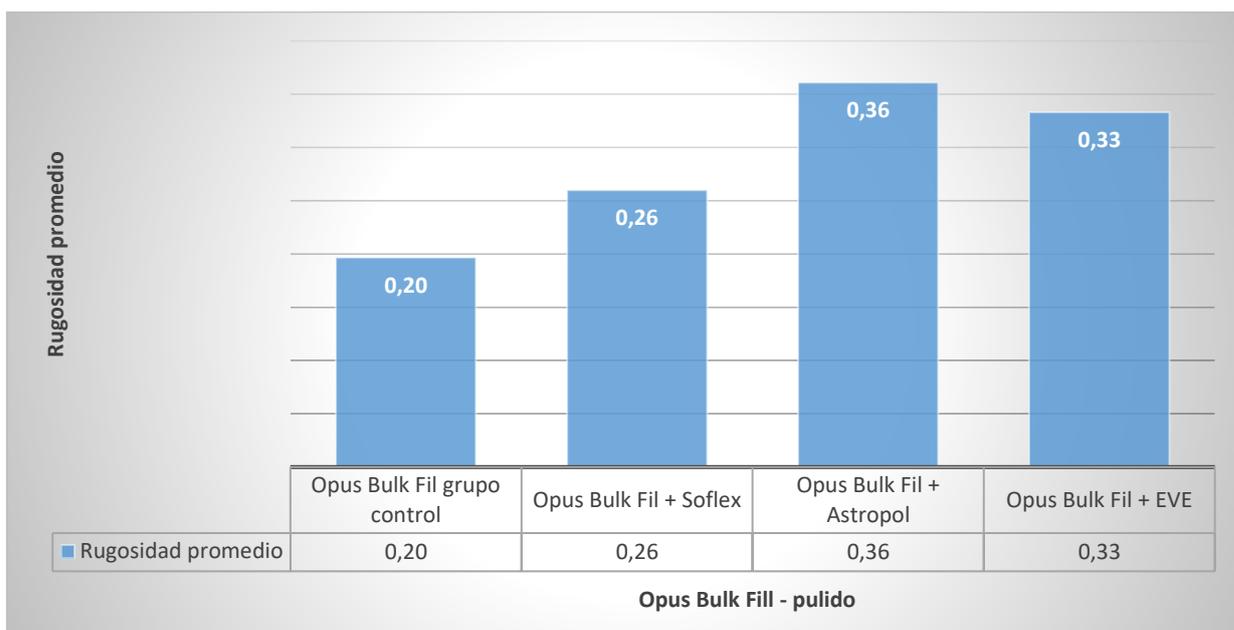


Gráfico 2 Diagrama de barras sobre la rugosidad promedio de la resina Opus Bulk Fill con los tres sistemas de pulido.

Resina Tetric N Ceram Bulk Fill: el grupo control obtuvo un promedio de rugosidad de $0.18\ \mu\text{m}$ con desviación estándar de 0.03 , el sistema de pulido Astropol obtuvo un promedio de $0.34\ \mu\text{m}$ el menor de los tres sistemas de pulido, pero muy alto en

comparación con el grupo control, además con este material las muestras arrojaron mayor dispersión, de valores máximos. Por lo tanto, esta resina ha obtenido los mayores promedios de rugosidad en comparación con su grupo control. Los valores promedio fueron $0,37\mu\text{m}$ con el sistema de pulido Sof-Lex; $0,34\mu\text{m}$ para Astropol y la rugosidad más alta con el sistema EVE que fue de $0,42\mu\text{m}$.

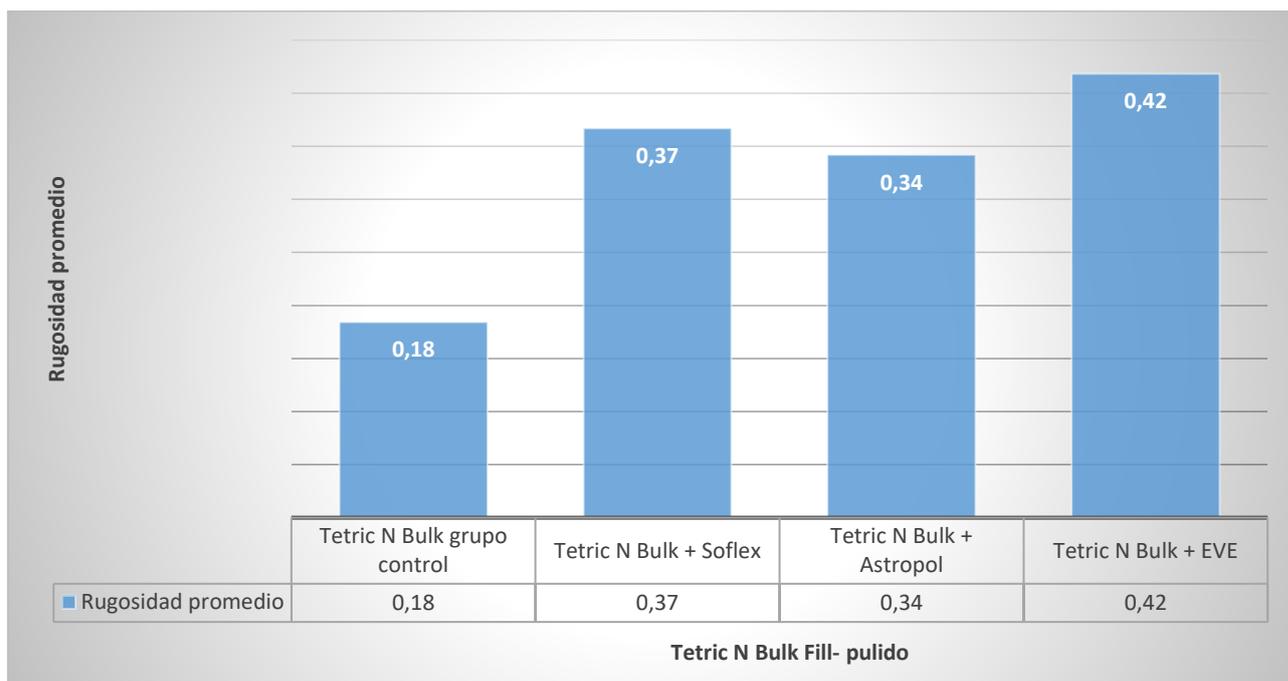


Gráfico 3 . Diagrama de barras sobre la rugosidad promedio de la resina Tetric N Bulk Fill con los tres sistemas de pulido.

Tabla 4 Descriptivos para los diferentes sistemas de pulido.

Resina y pulidor	N	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Bulk one grupo control	30	0,22	0,11	0,17	0,75
Bulk one +Sof-Lex	30	0,24	0,04	0,17	0,29
Bulk one + Astropol	30	0,26	0,05	0,19	0,39
Bulk one + EVE	30	0,29	0,05	0,21	0,40
Opus Bulk Fil grupo control	30	0,20	0,05	0,16	0,35
Opus Bulk Fil + Sof-Lex	30	0,26	0,04	0,17	0,34
Opus Bulk Fil + Astropol	30	0,36	0,28	0,17	1,18
Opus Bulk Fil + EVE	30	0,33	0,14	0,17	0,79
Tetric N Bulk grupo control	30	0,18	0,03	0,16	0,27
Tetric N Bulk + Sof-Lex	30	0,37	0,15	0,20	0,74
Tetric N Bulk + Astropol	30	0,34	0,10	0,21	0,63
Tetric N Bulk + EVE	30	0,42	0,16	0,23	0,91

En el gráfico 4 se muestra el diagrama de medias. La media de rugosidad más baja del estudio se obtuvo con la resina Bulk One y el pulido Sof-Lex, y la más alta se obtuvo con la resina Tetric N Bulk +EVE. También se pudo apreciar que el nivel medio de rugosidad del pulido con Astropol en la resina Bulk One y el pulido Sof-Lex con la resina Opus Bulk one fue de 0.26 y ambos mostraron una baja desviación estándar. En conclusión, la resina Bulk Fill One mostró promedios más bajos de rugosidad con los tres sistemas de pulido, en tanto que las resina Opus Bulk Fill y Tetric N Bulk obtuvieron promedios más elevados.

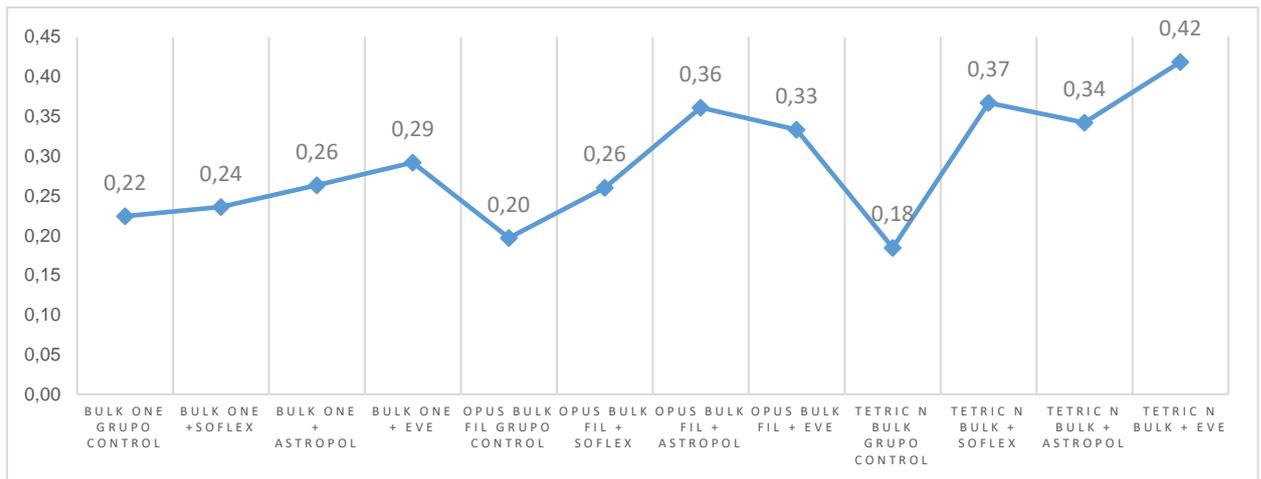


Gráfico 4 Gráfico de medias según la resina y el sistema de pulido utilizado

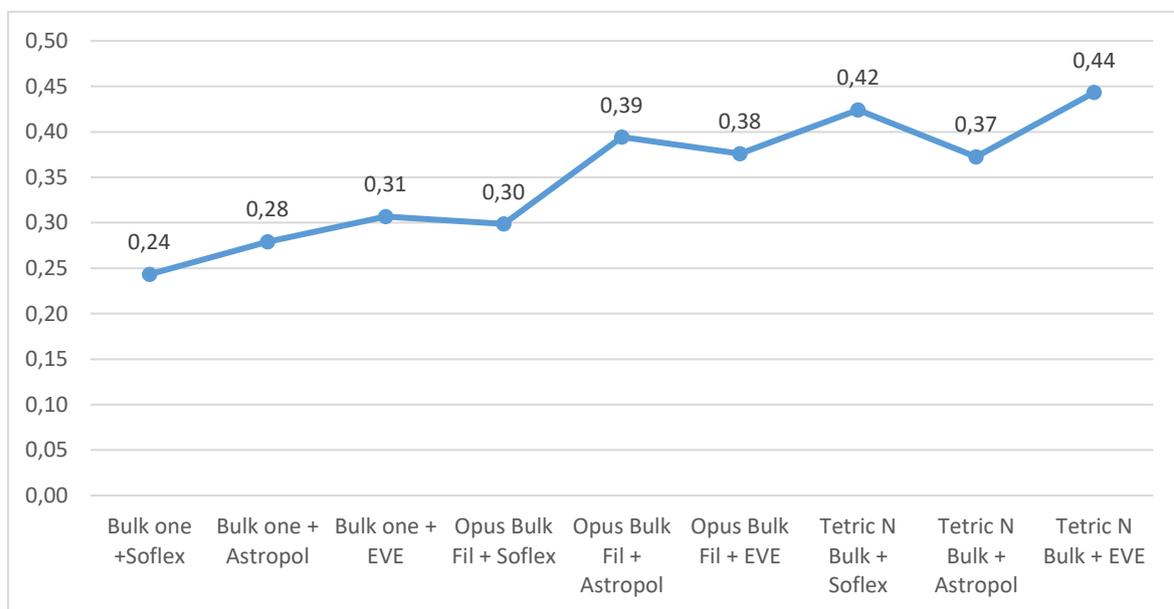
En la tabla 5 Se muestran los resultados del nivel medio de rugosidad obtenido y sus diferencias significativas después de aplicar la simulación del cepillado.

Para la simulación del cepillado, la resina Bulk Fill One con el sistema de pulido Sof-Lex mostro los valores más bajos de todo el estudio, la media de rugosidad fue de $0.24\mu\text{m}$ con desviación estándar de 0.02, el valor mínimo de rugosidad fue de $0.20\mu\text{m}$ y el máximo de $0.29\mu\text{m}$. De igual forma la misma resina obtuvo el segundo nivel más bajo de rugosidad de $0.28\mu\text{m}$ y desviación estándar de 0.07. Las resinas Opus Bulk Fill y Tetric N Bulk Fill mostraron promedios de rugosidad por encima de $0.30\mu\text{m}$ después de la simulación de cepillado.

Tabla 5 Descriptivos de las resinas después de la simulación del cepillado.

Cepillado	N	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Bulk one +Sof-Lex	12	0,24	0,03	0,20	0,29
Bulk one + Astropol	12	0,28	0,07	0,22	0,45
Bulk one + EVE	12	0,31	0,04	0,25	0,39
Opus Bulk Fil + Sof-Lex	12	0,30	0,04	0,23	0,36
Opus Bulk Fil + Astropol	12	0,39	0,04	0,36	0,47
Opus Bulk Fil + EVE	12	0,38	0,07	0,31	0,53
Tetric N Bulk + Sof-Lex	12	0,42	0,05	0,33	0,49
Tetric N Bulk + Astropol	12	0,37	0,05	0,29	0,49
Tetric N Bulk + EVE	12	0,44	0,04	0,38	0,49
Total	108	0,35	0,08	0,20	0,53

El gráfico 5, permite apreciar el aumento del nivel medio de rugosidad de las resinas Opus Bulk Fill y Tetric N Bulk con respecto de la resina Bulk Fill One. También se observa que al igual que la rugosidad media en el pulido la resina Tetric N Bulk obtuvo los valores más altos de rugosidad del estudio.

**Gráfico 5** Gráfico de medias posterior a la simulación de cepillado

Para llevar a cabo la prueba de hipótesis establecidas en la investigación se realiza el análisis de varianza, previa verificación de supuestos, donde cada conjunto de mediciones cumplió los supuestos de normalidad y homocedasticidad tanto para el pulido como para la simulación del cepillado.

Tabla 6 Test de normalidad para el pulido.

test de normalidad Tipo de resina	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Bulk one grupo control	0,348	30	0,576
Bulk one +Sof-Lex	0,253	30	0,085
Bulk one + Astropol	0,194	30	0,754
Bulk one + EVE	0,109	30	0,200
Opus Bulk Fil grupo control	0,320	30	0,564
Opus Bulk Fil + Sof-Lex	0,102	30	0,200
Opus Bulk Fil + Astropol	0,334	30	0,098
Opus Bulk Fil + EVE	0,219	30	0,068
Tetric N Bulk grupo control	0,200	30	0,452
Tetric N Bulk + Sof-Lex	0,231	30	0,219
Tetric N Bulk + Astropol	0,157	30	0,065
Tetric N Bulk + EVE	0,140	30	0,137

*. Es significativa en el nivel 0.05.

Tabla 7 Prueba de Homocedasticidad de las resinas con los diferentes pulidos

Resina	Estadístico de Levene			Sig.
	gl1	gl2		
Bulk One	0,807	3	116	0,492
Opus Bulk Fil	0,684	3	116	0,564
Tetric N Bulk	0,684	3	45,895	0,566

*. Es significativa en el nivel 0.05.

Tabla 8 Prueba de normalidad de las mediciones del cepillado.

Tipo de resina	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Bulk one +Sof-Lex	0,202	12	0,189
Bulk one + Astropol	0,303	12	0,307
Bulk one + EVE	0,166	12	0,200
Opus Bulk Fil + Sof-Lex	0,168	12	0,200
Opus Bulk Fil + Astropol	0,269	12	0,774
Opus Bulk Fil + EVE	0,258	12	0,674
Tetric N Bulk + Sof-Lex	0,131	12	0,200
Tetric N Bulk + Astropol	0,135	12	0,200
Tetric N Bulk + EVE	0,247	12	0,112

*. Es significativa en el nivel 0.05

Tabla 9 Prueba de homocedasticidad de las resinas para la simulación del cepillado.

Tipo de resina	Estadístico de Levene			Sig.
	de Levene	gl1	gl2	
Bulk One	3,003	2	33	0,063
Tetric One	0,186	2	33	0,831
Opus Bulk	2,926	2	33	0,068

*. Es significativa en el nivel 0.05

Análisis de Varianza para las resinas según el tipo de pulido:

Se realizó un análisis de Varianza para las resinas según el tipo de pulidor, la rugosidad promedio de la resina Bulk Fill One de 3M ($F = 5.99$, $p\text{-valor} < 0.05$), mostró diferencias significativas entre el grupo control y el pulidor EVE y también diferencias significativas entre los pulidores Sof-Lex y EVE.

Tabla 10 Comparaciones múltiples para la resina Bulk One.

(I) Tipo de resina		Diferencia de medias
Bulk one grupo control	Bulk one +Sof-Lex	0,0117
	Bulk one + Astropol	0,0390
	Bulk one + EVE	0,06767*
Bulk one +Sof-Lex	Bulk one + Astropol	0,0273
	Bulk one + EVE	0,05600*
Bulk one + Astropol	Bulk one + EVE	0,0287

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

El análisis de varianza de rugosidad promedio de la resina Opus Bulk Fill de FGM, con los tres sistemas de pulido ($F=6.474$, $p\text{-valor} < 0.05$), demostró que no existen diferencias significativas entre el grupo control y el pulido con Sof-Lex, pero si hubo diferencias significativas entre el grupo control y los pulidores Astropol y EVE.

Tabla 11 Comparaciones múltiples para la resina Opus Bulk Fill

(I) Tipo de resina		Diferencia de medias
Opus Bulk Fill grupo control	Opus Bulk Fill + Sof-Lex	0,06333
	Opus Bulk Fill + Astropol	0,16433*
	Opus Bulk Fill + EVE	0,13633*
Opus Bulk Fill + Sof-Lex	Opus Bulk Fill + Astropol	0,10100
	Opus Bulk Fill + EVE	-0,07300
Opus Bulk Fill + Astropol	Opus Bulk Fill + EVE	0,02800

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Para la resina Tetric N Bulk Fill de Ivoclar ($F=20.374$; $p\text{-valor} < 0,05$). La comparación múltiple (Análisis de Varianza) indica que todos los promedios de rugosidad obtenidos posterior al proceso de pulido, difieren significativamente del grupo control.

Tabla 12 Comparaciones múltiples para la resina Tetric N Bulk

(I) Tipo de resina		Diferencia de medias
Tetric N Bulk grupo control	Tetric N Bulk + Sof-Lex	0,18267*
	Tetric N Bulk + Astropol	0,15767*
	Tetric N Bulk + EVE	0,23400*
Tetric N Bulk + Sof-Lex	Tetric N Bulk + Astropol	0,02500
	Tetric N Bulk + EVE	0,05133
Tetric N Bulk + Astropol	Tetric N Bulk + EVE	0,07633

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

De acuerdo con el análisis descrito se pudo observar al nivel de significancia del 5% que si existe diferencia entre las características superficiales de una resina Bulk Fill después de ser pulida con los tres diferentes sistemas de pulido utilizados. Para la resina Bulk Fill One con el sistema de pulido EVE, para la resina Opus Bulk Fill con los sistemas de pulido Astropol y EVE y para la resina Tetric N Bulk con los tres pulidos. Todos con referencia al grupo control respectivo. Mostrando el promedio más bajo de rugosidad la resina Bulk One con Sof-Lex.

Análisis de Varianza para las resinas después de la simulación del cepillado:

Para la resina Bulk Fill One ($F=5.226$, $p\text{-valor} < 0.05$). La comparación múltiple mostró diferencias entre la rugosidad promedio de los valores obtenidos con Sof-Lex y EVE, no hubo diferencia entre Astropol con los valores promedio de Sof-Lex y EVE.

Tabla 13 Comparaciones múltiples para la resina Bulk One después de la simulación del Cepillado

(I) Tipo de resina		Diferencia de medias
Bulk one + Sof-Lex	Bulk one + Astropol	-0,03583
	Bulk one + EVE	-0,06333*
Bulk one + Astropol	Bulk one + Sof-Lex	0,03583
	Bulk one + EVE	-0,02750
Bulk one + EVE	Bulk one + Sof-Lex	0,06333*
	Bulk one + Astropol	0,02750

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Para la resina Opus Bulk Fill ($F=12.609$, $p\text{-valor}<0.05$). La comparación múltiple mostró diferencias en los valores de rugosidad superficial obtenidos con Sof-Lex, Astropol y EVE. No se observaron diferencia entre los promedios de Astropol y EVE después de la simulación de cepillado dental.

Tabla 14 . Comparaciones múltiples para la resina Opus Bulk Fill después de la simulación del Cepillado

(I) Tipo de resina		Diferencia de medias
Opus Bulk Fill + Sof-Lex	Opus Bulk Fill + Astropol	-0,09533*
	Opus Bulk Fill + EVE	-0,07700*
Opus Bulk Fill + Astropol	Opus Bulk Fill + Sof-Lex	0,09533*
	Opus Bulk Fill + EVE	0,01833
Opus Bulk Fill + EVE	Opus Bulk Fill + Sof-Lex	0,07700*
	Opus Bulk Fill + Astropol	-0,01833

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Finalmente, para la resina Tetric N Bulk Fill, también hubo diferencias entre los valores medios de rugosidad ($F=7,166$, $p\text{-valor}<0.05$). La diferencia fue de los valores promedio de las resinas pulidas con Astropol, Sof-Lex y EVE. No se observó diferencias entre la rugosidad media de las resinas pulidas con Sof-Lex y EVE, pero se obtuvo un menor incremento de la rugosidad superficial en las resinas Bulk Fill, pulidas con el sistema Sof-Lex posterior a la simulación de cepillado.

Tabla 15 . Comparaciones múltiples para la resina Opus Bulk Fill después de la simulación del Cepillado

(I) Tipo de resina		Diferencia de medias
Tetric N Bulk + Sof-Lex	Tetric N Bulk + Astropol	0,05167*
	Tetric N Bulk + EVE	-0,01917
Tetric N Bulk + Astropol	Tetric N Bulk + Sof-Lex	-0,05167*
	Tetric N Bulk + EVE	-0,07083*
Tetric N Bulk + EVE	Tetric N Bulk + Sof-Lex	0,01917
	Tetric N Bulk + Astropol	0,07083*

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Del análisis se pudo observar que la resina Bulk Fill One y pulido EVE mostró mayor nivel de rugosidad luego de la simulación de cepillado. Para la resina Opus Bulk Fill los sistemas de pulido Astropol y EVE mostraron mayor rugosidad promedio y para la resina Tetric N Bulk mostro mayor rugosidad promedio Sof-Lex y EVE.

Para analizar la significancia de dichos cambios se realizaron pruebas con el estadístico t de Student, para buscar diferencias específicas en la rugosidad promedio entre el pulido y después de la simulación del cepillado de cada resina, no encontrándose diferencias o cambios significativos después del cepillado. Es decir, con un nivel de significancia del 5%, no existe alteración en la rugosidad superficial de las tres resinas Bulk Fill después de la simulación de cepillado.

Tabla 16 Comparación del nivel de rugosidad del pulido y después de la simulación del Cepillado

Resina y pulido	Pulido			Cepillado			P-valor
	N	Media	Desviación Estándar	N	Media	Desviación Estándar	
Bulk one +Sof-Lex	30	0,24	0,04	12	0,243	0,028	0,784
Bulk one + Astropol	30	0,26	0,05	12	0,279	0,068	0,304
Bulk one + EVE	30	0,29	0,05	12	0,307	0,039	0,541
Opus Bulk Fil +Sof-Lex	30	0,26	0,04	12	0,299	0,041	0,060
Opus Bulk Fill + Astropol	30	0,36	0,28	12	0,394	0,036	0,627
Opus Bulk Fill + EVE	30	0,33	0,14	12	0,376	0,066	0,247
Tetric N Bulk +Sof-Lex	30	0,37	0,15	12	0,424	0,049	0,268
Tetric N Bulk + Astropol	30	0,34	0,10	12	0,373	0,053	0,330
Tetric N Bulk + EVE	30	0,42	0,16	12	0,443	0,039	0,673

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Tabla 177. Promedio y desviación estándar de los valores de rugosidad (Ra) de las diferentes resinas bulk fill con 3 tipos de sistemas de pulido antes y después del Cepillado

Tipo de Resina	Tipo de Pulido	Simulación de Cepillado	
		Antes	Después
Bulk one	Soflex	0,2357 (0,0365) ^a	0,2433 (0,0277) ^a
	Astropol	0,2630 (0,0546) ^a	0,2792 (0,0683) ^a
	EVE	0,2917 (0,0514) ^a	0,3067 (0,0389) ^a
Opus Bulk Fil	Soflex	0,2600 (0,0403) ^a	0,2988 (0,0411) ^a
	Astropol	0,3610 (0,2784) ^a	0,3942 (0,0363) ^a
	EVE	0,330 (0,1421) ^a	0,3758 (0,0656) ^a
Tetric N Bulk	Soflex	0,3670 (0,1497) ^a	0,4242 (0,0489) ^a
	Astropol	0,3420 (0,1017) ^a	0,3725 (0,0529) ^a
	EVE	0,4183 (0,1625) ^a	0,4433 (0,0394) ^a

Nota: Desviación estándar está entre paréntesis. Igual letra minúscula indica que no existen diferencias significativas entre las medias.

5. DISCUSIÓN

La rugosidad superficial está relacionada con la apariencia estética de la restauración, las consecuencias biológicas sobre la salud periodontal y el desarrollo de caries secundaria debido al aumento y acumulación de placa. Con respecto a la aspereza de la restauración tiene un gran impacto sobre la salud gingival, los estudios clínicos han demostrado que las superficies altamente rugosas aumentan la formación de placa y dificultan los procesos de higiene bucal. (Ergücü Z. 2007), (Cogo L. 2018)

El aspecto de la restauración se ve afectado por el grado de brillo en la superficie después del pulido y se basa en la luz que refleja la restauración. A mayor rugosidad superficial, amenora el grado de reflexión de la luz, resultando en una disminución del brillo, obteniendo una estética poco favorable. (Ergücü Z. 2007)

Se han desarrollado materiales novedosos en la última década, como las resinas de relleno en bloque o bulk fill, materiales con estructuras modificadas en su matriz orgánica e inorgánica, que traen consigo la necesidad de un acabado y pulido adecuados. (Granat 2020). A diferencia de los composites convencionales, que requieren una colocación incremental, estos materiales contienen fotoiniciadores más sensibles que permiten que la profundidad de curado alcance hasta 4-5 mm manteniendo un grado de conversión predecible. (Ilie N. 2013), (Van Ende J. 2017).

De acuerdo con St-Pierre et al. (2019), Factores dependientes del material que afectan la rugosidad superficial son (1) el contenido y la formulación de la matriz de resina, (2) las características de las partículas de relleno (tipo, dureza comparada con la abrasividad de los pulidores, tamaño y forma), (3) la carga de relleno de resina compuesta, (4) la calidad del silano agente de acoplamiento, y (5) grado de conversión después de la fotopolimerización. (Chung K. 1994), (Granat M. 2020).

Las resinas bulk fill, debido a la necesidad de reducir la contracción durante la polimerización, a menudo contienen partículas de relleno grandes e irregulares en su composición, lo que puede resultar en una baja capacidad de pulido en comparación con las resinas convencionales. Sin embargo, los estudios que comparan la rugosidad de resinas bulk fill y resinas convencionales son muy limitados. (Venturini D. 2006), (Ehrmann E. 2019), (Granat M. 2020).

La rugosidad superficial de las resinas compuestas es determinada principalmente por el tamaño, la dureza, la forma y la cantidad de relleno inorgánico. Las partículas de relleno más grandes obtienen superficies de composite más rugosas después de los procedimientos de pulido (Ferracane L. 2011), (Ehrmann E. 2019)

Diferencias en la disposición y el tamaño de las partículas de relleno, hacen que los diferentes materiales tengan distintas rugosidades de superficie utilizando una misma técnica de pulido. Sin embargo, el valor de la rugosidad se corresponde con una superficie más suave que es responsable de la acumulación de placa dental, la decoloración de la superficie del material y, como consecuencia, el riesgo de caries secundaria y la inflamación de la encía marginal. (Alfawas Y. 2017), (Ruschel V. 2018), (Ehrmann E. 2019).

Varios estudios afirman que la superficie más lisa se puede obtener después de usar un solo sistema de pulido con múltiples pasos. (Ilie N. 2013), (Granat M. 2020).

En cuanto a la sorción y solubilidad tanto de materiales bulk fill como de resinas convencionales se presenta de manera estable durante el almacenamiento en agua a largo plazo. (Takahashi L. 2013).

En el presente estudio el procedimiento de pulido se realizó inmediatamente después de la fotopolimerización. Esta recomendación de Yap et al. (2009), se basa en el hecho de

que la expansión higroscópica mejorará la adaptación marginal al cerrar el espacio formado por la contracción de la polimerización y los procedimientos de acabado y pulido.

Venturini y col. demostró que el pulido inmediato no produce un impacto negativo en la rugosidad de la superficie, la microdureza y la microfiltración de las resinas compuestas en comparación con el pulido retardado (Venturini D. 2006).

Contrariamente a esta recomendación, hay autores que sugieren realizar procedimientos de pulido después de 24 h cuando la mayor parte de los monómeros están polimerizados (Madhyastha P. 2017).

La mayoría de los clínicos realizan el paso de pulido y acabado de inmediato, lo que es más aceptable y rentable para el paciente. (Granat M. 2020).

En los composites Bulk Fill puestos a prueba se obtuvo valores de rugosidad (Ra) diversos que van de 0,24-0,41 μm para los tres materiales analizados después del procedimiento de acabado y pulido. Los tres materiales bulk fill presentan una estructura diversa de matriz orgánica e inorgánica y sus tamaños de partículas de relleno son diferentes, que van desde 0.004 a 3.0 μm . Como resultado, estos materiales obtuvieron valores de Ra diferentes, pero clínicamente aceptables. Los materiales bulk fill que tienen partículas de mayor tamaño de hasta 3 μm en su estructura (Tetric N Ceram Bulk Fill y Opus Bulk fill) presentaron valores más altos de rugosidad de superficie después del pulido con los tres sistemas, a diferencia del material Bulk Fill One que presentó la rugosidad superficial más baja después de ser pulida con el sistema Sof-Lex y Astropol obteniendo valores cercanos al grupo control.

Coincidiendo con el estudio de Costa et al (2019), posterior al pulido de las resinas Opus Bulk Fill y Tetric N Ceram Bulk Fill, sufrieron un leve aumento de rugosidad superficial después de utilizar el sistema Astropol (Ivoclar Vivadent, Nueva York) de tres pasos.

Concordando con el estudio de Cogo et al (2018), los composites bulk fill después del pulido obtuvieron superficies más rugosas que el grupo control, el sistema Sof-Lex y Tetric N Ceram Bulk Fill obtuvieron una rugosidad más alta, que con el sistema Astropol, aunque la diferencia entre los sistemas de pulido empleados Sof-Lex y Astropol no fue estadísticamente significativa para el composite Tetric N Ceram Bulk Fill.

Según Costa et al (2019); Grannat et al (2020), en sus estudios, Filtek Bulk Fill de 3M obtuvo los valores más bajos de rugosidad superficial, coincidiendo así con el presente estudio, ya que se obtuvo valores de rugosidad muy cercanos al grupo control.

A diferencia del estudio de Cogo et al (2018), el sistema Sof-Lex y Bulk fill de 3M demostraron la rugosidad más alta de todos los composites probados, en el presente estudio se obtuvo la menor rugosidad muy cercano al grupo control con el material Bulk fill One después del pulido con el sistema Sof-Lex.

Coincidiendo con varios estudios (Ilie N. 2013), (Cogo L. 2018), (Granat M. 2020), la superficie más suave se obtuvo al polimerizar las muestras con una tira de matriz de celuloide o tira de Mylar, la cual se utilizó para fotopolimerizar las muestras del grupo control.

De acuerdo con Granat et al (2020), este estudio sugiere que no es el tipo de material sino las propiedades de su estructura interna son los factores que determinan la rugosidad después del pulido. Esto puede deberse al tamaño de partícula del material de relleno inorgánico Bulk Fill One, que entre los materiales de relleno masivo probados tiene los tamaños más pequeños y obtuvo la menor rugosidad superficial.

Una vez colocada una restauración de resina en boca esta estará expuesta al deterioro, una de las causas será la abrasión causada por el cepillado dental lo que influirá en sus cambios superficiales en cuanto a rugosidad superficial, estabilidad de color y brillo. (Guangyun L. 2018).

Posterior a la simulación de cepillado en el lapso de un año, las resinas bulk fill, en la valoración cuantitativa presentaron un leve aumento en su rugosidad superficial coincidiendo estos resultados con varios estudios (Bizhang M. 2016), (Guangyun L. 2018), pero estos cambios en los resultados no fueron estadísticamente significativos.

13 CONCLUSIONES

En el presente estudio, las hipótesis nulas fueron aceptadas. H_0 = “No existen diferencias en la rugosidad superficial después del pulido de las resinas bulk fill con los tres diferentes sistemas de pulido y posterior a la simulación de cepillado”.

Las resinas bulk fill de viscosidad regular obtuvieron en su mayor parte, valores de rugosidad más altos después del pulido, pero no fueron estadísticamente significativo.

Todas las marcas de resinas bulk fill evaluadas presentan un pulido similar y bastante estable en el tiempo después de la simulación de cepillado equivalente a un año.

Las tres resinas bulk fill probadas, tienen diferentes estructuras de matriz orgánica e inorgánica. Estos materiales resultaron ser un grupo diverso. Se diferencian en sus rellenos inorgánicos y en el tamaño de las partículas, además de la diferencia en la matriz de resina. Estos factores influyen en su capacidad de pulido.

La rugosidad superficial de las resinas compuestas depende del tipo y las propiedades del instrumento de pulido, así como la estructura y propiedades del material e interacciones entre ellos.

Los resultados obtenidos confirman que la forma y el tamaño de las partículas de relleno parecen tener la mayor importancia para determinar la rugosidad de un material de resina compuesta.

Estadísticamente, no se encontraron diferencias significativas en la rugosidad superficial de las tres resinas puestas a prueba después de la simulación de cepillado.

14 RECOMENDACIONES

Se sugiere que la superficie de los discos de composite debe ser totalmente horizontal para que durante la medición de la rugosidad superficial esta se produzca de manera uniforme para toda la superficie sujeta a medición.

Se recomienda adicionalmente después de extruir el material con la placa porta objetos, la punta de la lámpara de fotocurado debe estar en contacto directo sobre la tira de Mylar al momento de fotocurar los discos de resina, para que la polimerización de la muestra se produzca en su totalidad y sin alteración.

Con respecto a la medición de la rugosidad superficial; Se sugiere que la punta del rugosímetro no debe encontrarse totalmente presionada sobre las muestras a medir, sino a la mitad de su extensión, en contacto con la superficie, hasta que la pantalla del rugosímetro cambie de color rojo a, azul para comenzar la medición de cada superficie.

Se recomienda el uso de sistemas de pulido de varios pasos (Ilie N. 2013), (Granat M. 2020), ya que estos funcionan generalmente mejor que los sistemas de un solo paso.

15 ANEXOS

Valores de Rugosidad superficial (Ra) obtenidos:

Material: Bulk Fill One grupo control							
Muestra	Sup. Vert.1	Sup. Vert.2	Sup. Vert.3	Sup. Horiz. 1	Sup. Horiz 2	Sup. Horiz. 3	Promedio
1	0,19	0,22	0,20	0,19	0,19	0,18	0,19
2	0,18	0,18	0,22	0,17	0,22	0,17	0,19
3	0,21	0,18	0,21	0,18	0,21	0,23	0,20
4	0,17	0,18	0,18	0,22	0,20	0,18	0,18
5	0,36	0,22	0,24	0,75	0,22	0,27	0,34
X=							0,22

Material: Bulk Fill One + Sof-Lex							
Muestra	Sup. Vert. 1	Sup. Vert.2	Sup. Vert.3	Sup. Horiz. 1	Sup. Horiz 2	Sup. Horiz.3	Promedio
1	0,25	0,26	0,29	0,25	0,28	0,24	0,26
2	0,18	0,18	0,22	0,17	0,22	0,17	0,25
3	0,25	0,18	0,20	0,20	0,18	0,26	0,21
4	0,28	0,25	0,26	0,24	0,25	0,25	0,25
5	0,26	0,25	0,26	0,29	0,25	0,25	0,26
X=							0,24

Material: Bulk Fill One + Astropol							
Muestra	Sup. Vert.1	Sup. Vert.2	Sup. Vert.3	Sup. Horiz. 1	Sup. Horiz 2	Sup. Horiz.3	Promedio
1	0,23	0,20	0,25	0,28	0,22	0,24	0,23
2	0,28	0,21	0,21	0,23	0,23	0,34	0,25
3	0,31	0,23	0,32	0,32	0,19	0,20	0,26
4	0,31	0,33	0,22	0,31	0,39	0,20	0,29
5	0,23	0,29	0,25	0,35	0,21	0,31	0,27
X=							0,26

Material: Bulk Fill One + EVE							
Muestra	Sup. Vert.1	Sup. Vert.2	Sup. Vert.3	Sup. Horiz. 1	Sup. Horiz 2	Sup. Horiz.3	Promedio
1	0,30	0,34	0,31	0,33	0,35	0,31	0,32
2	0,28	0,30	0,34	0,40	0,36	0,38	0,34
3	0,24	0,23	0,21	0,24	0,28	0,29	0,24
4	0,22	0,26	0,23	0,27	0,35	0,33	0,27
5	0,24	0,21	0,29	0,29	0,31	0,26	0,26
X=							0,29

Material: Opus Bulk Fill grupo control							
Muestra	Sup. Vert.1	Sup. Vert.2	Sup. Vert.3	Sup. Horiz. 1	Sup. Horiz. 2	S. Horiz.3	Promedio
1	0,20	0,19	0,19	0,17	0,17	0,17	0,18
2	0,18	0,19	0,35	0,35	0,18	0,19	0,24
3	0,26	0,17	0,19	0,18	0,20	0,17	0,19
4	0,16	0,66	0,17	0,17	0,46	0,16	0,29
5	0,17	0,17	0,18	0,17	0,17	0,16	0,17
X=							0,21

Material: Opus Bulk Fill + Sof-Lex							
Muestra	Sup. Vert.1	Sup. Vert.2	Sup. Vert.3	Sup. Horiz. 1	Sup. Horiz. 2	Sup. Horiz.3	Promedio
1	0,26	0,26	0,30	0,28	0,31	0,28	0,28
2	0,25	0,32	0,25	0,29	0,27	0,27	0,27
3	0,18	0,17	0,20	0,26	0,31	0,22	0,22
4	0,34	0,23	0,22	0,25	0,24	0,25	0,25
5	0,27	0,30	0,28	0,29	0,22	0,23	0,26
X=							0,25

Material: Opus Bulk Fill + Astropol							
Muestra	Sup. Vert.1	Sup. Vert.2	Sup. Vert.3	Sup. Horiz. 1	Sup. Horiz. 2	Sup. Horiz.3	Promedio
1	0,22	0,77	1,18	0,28	0,21	0,25	0,48
2	0,23	0,25	0,29	0,22	0,25	0,27	0,25
3	0,60	0,18	0,47	0,35	0,22	0,17	0,33
4	0,92	0,24	0,18	0,24	0,19	1,15	0,48
5	0,21	0,23	0,27	0,35	0,23	0,21	0,25
X=							0,35

Material: Opus Bulk Fill + EVE							
Muestra	Sup. Vert.1	Sup. Vert.2	Sup. Vert.3	Sup. Horiz. 1	Sup. Horiz. 2	Sup. Horiz.3	Promedio
1	0,29	0,51	0,49	0,34	0,42	0,79	0,47
2	0,61	0,30	0,20	0,28	0,32	0,26	0,32
3	0,20	0,50	0,24	0,19	0,26	0,34	0,28
4	0,22	0,26	0,23	0,55	0,22	0,17	0,27
5	0,27	0,27	0,27	0,32	0,32	0,35	0,30
X=							0,32

Material: Tetric N Bulk grupo control							
Muestra	Sup. Vert.1	Sup. Vert.2	Sup. Vert.3	Sup. Horiz. 1	Sup. Horiz. 2	Sup. Horiz.3	Promedio
1	0,19	0,20	0,20	0,20	0,18	0,20	0,19
2	0,17	0,17	0,19	0,19	0,18	0,18	0,18
3	0,18	0,17	0,16	0,17	0,16	0,16	0,16
4	0,27	0,26	0,17	0,16	0,17	0,23	0,21
5	0,17	0,16	0,17	0,16	0,19	0,17	0,17
X=							0,18

Material: Tetric N Bulk + Sof-Lex							
Muestra	Sup. Vert.1	Sup. Vert.2	Sup. Vert.3	Sup. Horiz. 1	Sup. Horiz. 2	Sup. Horiz.3	Promedio
1	0,40	0,56	0,37	0,32	0,33	0,30	0,38
2	0,21	0,69	0,28	0,74	0,45	0,29	0,44
3	0,26	0,24	0,22	0,30	0,20	0,22	0,24
4	0,47	0,27	0,49	0,54	0,53	0,64	0,49
5	0,28	0,27	0,28	0,32	0,26	0,28	0,28
X=							0,36

Material: Tetric N Bulk + Astropol							
Muestra	Sup. Vert.1	Sup. Vert.2	Sup. Vert.3	Sup. Horiz. 1	Sup. Horiz. 2	Sup. Horiz.3	Promedio
1	0,23	0,41	0,21	0,26	0,25	0,38	0,29
2	0,29	0,23	0,23	0,29	0,50	0,24	0,29
3	0,43	0,44	0,63	0,42	0,33	0,34	0,43
4	0,33	0,35	0,38	0,23	0,45	0,41	0,35
5	0,50	0,37	0,26	0,35	0,26	0,26	0,33
X=							0,33

Material: Tetric N Bulk + EVE							
Muestra	Sup. Vert.1	Sup. Vert.2	Sup. Vert.3	Sup. Horiz. 1	Sup. Horiz. 2	Sup. Horiz.3	Promedio
1	0,35	0,34	0,30	0,50	0,91	0,36	0,46
2	0,29	0,41	0,48	0,33	0,54	0,32	0,39
3	0,26	0,45	0,26	0,23	0,24	0,23	0,27
4	0,57	0,61	0,29	0,55	0,25	0,75	0,50
5	0,43	0,60	0,32	0,42	0,47	0,49	0,45
X=							0,41

Valores de (Ra) después de la simulación de cepillado dental:

Material: Bulk Fill One + Sof-Lex + Cepillado							
Muestra	Sup. Vert.1	Sup. Vert.2	Sup. Vert.3	Sup. Horiz. 1	Sup. Horiz 2	Sup. Horiz. 3	Promedio
1	0,25	0,26	0,26	0,25	0,29	0,25	0,31
2	0,20	0,24	0,20	0,21	0,24	0,27	0,27
$X =$							0,29

Material: Bulk Fill One + Astropol + Cepillado							
Muestra	Sup. Vert.1	Sup. Vert.2	Sup. Vert.3	Sup. Horiz. 1	Sup. Horiz 2	Sup. Horiz. 3	Promedio
1	0,26	0,27	0,33	0,22	0,26	0,26	0,26
2	0,24	0,36	0,22	0,23	0,25	0,45	0,29
$X =$							0,27

Material: Bulk Fill One + EVE + Cepillado							
Muestra	Sup. Vert.1	Sup. Vert.2	Sup. Vert.3	Sup. Horiz. 1	Sup. Horiz 2	Sup. Horiz. 3	Promedio
1	0,26	0,25	0,32	0,29	0,39	0,35	0,31
2	0,33	0,29	0,28	0,32	0,29	0,31	0,30
$X =$							0,30

Material: Tetric N Bulk + Sof-Lex + Cepillado							
Muestra	Sup. Vert.1	Sup. Vert.2	Sup. Vert.3	Sup. Horiz. 1	Sup. Horiz 2	Sup. Horiz. 3	Promedio
1	0,43	0,48	0,39	0,46	0,43	0,37	0,42
2	0,49	0,41	0,43	0,48	0,33	0,39	0,42
$X =$							0,42

Material: Tetric N Bulk + Astropol + Cepillado							
Muestra	Sup. Vert.1	Sup. Vert.2	Sup. Vert.3	Sup. Horiz. 1	Sup. Horiz 2	Sup. Horiz. 3	Promedio
1	0,35	0,33	0,39	0,29	0,36	0,40	0,35
2	0,33	0,42	0,33	0,38	0,40	0,49	0,39
$X =$							0,37

Material: Tetric N Bulk + EVE + Cepillado							
Muestra	Sup. Vert.1	Sup. Vert.2	Sup. Vert.3	Sup. Horiz. 1	Sup. Horiz 2	Sup. Horiz. 3	Promedio
1	0,47	0,43	0,39	0,38	0,46	0,47	0,43
2	0,49	0,46	0,41	0,47	0,40	0,49	0,45
$\bar{x} =$							0,44

Material: Opus Bulk Fill + Sof-Lex + Cepillado							
Muestra	Sup. Vert.1	Sup. Vert.2	Sup. Vert.3	Sup. Horiz. 1	Sup. Horiz 2	Sup. Horiz. 3	Promedio
1	0,35	0,28	0,24	0,29	0,36	0,32	0,30
2	0,28	0,33	0,29	0,28	0,33	0,23	0,29
$\bar{x} =$							0,29

Material: Opus Bulk Fill + Astropol + Cepillado							
Muestra	Sup. Vert.1	Sup. Vert.2	Sup. Vert.3	Sup. Horiz. 1	Sup. Horiz 2	Sup. Horiz. 3	Promedio
1	0,38	0,40	0,40	0,36	0,47	0,39	0,40
2	0,36	0,37	0,39	0,36	0,46	0,39	0,38
$\bar{x} =$							0,39

Material: Opus Bulk Fill + EVE + Cepillado							
Muestra	Sup. Vert.1	Sup. Vert.2	Sup. Vert.3	Sup. Horiz. 1	Sup. Horiz 2	Sup. Horiz. 3	Promedio
1	0,43	0,53	0,31	0,38	0,33	0,40	0,39
2	0,32	0,33	0,41	0,32	0,33	0,42	0,35
$\bar{x} =$							0,37

16 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Lindane Cogo, Hirata R. 2018. Influence of Polishing System on the Surface Roughness of Flowable and Regular-Viscosity Bulk Fill Composites. *QUINTESENCE*. Volume 38, Number 4, Pag 79-86.

Tomaszewska I. 2015. Bulk fill restoratives: To cap or not to cap – That is the question? Krakow, Poland, *journal of dentistry* 43 (2015) 309–316.

Sampaio C. 2019. Volumetric polymerization shrinkage and its comparison to internal adaptation in bulk fill and conventional composites: μ CT and OCT in vitro analysis. Santiago, Chile.

Antonson S. 2011. Comparison of different finishing/polishing systems on surface roughness and gloss of resin composites. *journal of dentistry* 39s (2011)e9 – e17

Yadav R, 2016. A Comparative Analysis of Different Finishing and Polishing Devices on Nanofilled, Microfilled, and Hybrid Composite: A Scanning Electron Microscopy and Profilometric Study. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry, July-September 2016;9(3):201-208*

Da Costa Juliana, 2007. The Effect of Different Polishing Systems on Surface Roughness and Gloss of Various Resin Composites *JOURNAL COMPILATION* © 2007, BLACKWELL MUNKSGAARD. VOLUME 19, NUMBER 4, 2007

Magdy NM, Kola MZ, Alqahtani HH, Alqahtani MD, Alghmlas AS. Evaluation of surface roughness of different direct resin-based composites. *J Int Soc Prevent Communit Dent* 2017; 7:104-9.

Lopes L. 2019. How do the optical properties of the bulk fill posterior composites change after 2 years of simulated toothbrushing? *Braz Dent Sci* 2019 Jul/Set;22(3)

Corral C, Vildósola P, Bersezio C, Alves Dos Campos E, Fernández E,. Revisión del estado actual de resinas compuestas Bulk-Fill. *Rev Fac Odontol Univ Antioq* 2015; 27(1): 177-196. DOI: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfo.v27n1a9>

Braga R. 2005. Factors involved in the development of polymerization shrinkage stress in resin-composites: A systematic review. 2005 *Academy of Dental Materials*. Published by Elsevier Ltd. All rights reserved.

Peutzfeldt A. Resin composites in dentistry: the monomer systems. *Eur J Oral Sci*. 1997;105(2):97–116.

Ferracane JL (2011) Resin composite state of the art. *Dent Mater* 27(1):29–38. Department of Restorative Dentistry, Oregon Health & Science University, Portland, OR 97239, USA doi: 10.1016/j.dental.2010.10.020

Ilie N. 2013. Influence of various irradiation processes on the mechanical properties and polymerisation kinetics of bulk-fill resin-based composites. Munich, Germany, 2013 Elsevier Ltd. All rights reserved.

Ilie N. 2009. Macro-, micro- and nano-mechanical investigations on silorane and methacrylate-based composites. *Dent Mater* 2009; 25:810–9.

- Moncada G, Vildósola P, Fernandez E, Estay J, de Oliveira Junior OB, Martin J. Increased longevity of resin-based composite restorations and their adhesive bond. A literature reviews. *Rev Fac Odontol Univ Antioq* 2015; 27(1): 127-153.
- Petrovic L. 2013. A model of the viscoelastic behavior of flowable resin composites prior to setting. *Academy of Dental Materials*. Published by Elsevier Ltd. All rights reserved. Serbia.
- Bollen CM, Lambrechts P, Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: A review of the literature. *Dent Mater* 1997; 13:258-269.
- Heirriko E. Apunte de clase: Módulo IV: Metrología Dimensional. Tema 17: Metrología del acabado superficial. *Tecnología Mecánica*. [Internet] Depto de Ingeniería Mecánica. Universidad del País Vasco. [1 de Mayo de 2016]. Disponible en: http://www.ehu.es/manufacturing/docencia/745_ca.pdf
- Rubio H. Apunte de clases: Rugosidades Superficiales. *Diseño mecánico*. [Internet] Universidad Carlos III de Madrid. [1 de Mayo de 2016] Disponible en: http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/disenio-mecanico-1/material_clase/ocw_rugosidades
- Stadler P, Matos Spartalis PA, Wambier LM, Glaci Reinke SM, Rodrigues Chibinski AC, dos Santos FA, et al. Evaluation of changes on glass ionomer cements after simulate toothbrushing with dentifrices of different abrasiveness. *REVISTA DE ODONTOLOGIA DA UNESP*. 2012.
- Heintze S. 2010. Surface deterioration of dental materials after simulated toothbrushing in relation to brushing time and load. 2009 *Academy of Dental Materials*. Published by Elsevier Ltd. All rights reserved.
- Sarrett DC. 2005. Clinical challenges and the relevance of materials testing for posterior composite restorations. *Dent Mater* 2005; 21:9–20.
- Al-Ahdal K, Silikas N, Watts DC. 2014. Rheological properties of resin composites according to variations in composition and temperature. *Dent Mater* 2014; 30(5): 517-524.
- Ilie N, Hickel R. 2011. Investigations on a methacrylate-based flowable composite based on the SDR technology. *Dent Mater* 2011;27(4):348-355.
- Czasch Pascal 2013. In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. *Clin Oral Invest* (2013) 17:227–235.
- Garcia D, Yaman P, Dennison J, Neiva G. 2014. Polymerization shrinkage and depth of cure of bulk fill flowable composite resins. *Oper Dent* 2014; 39(4): 441-448.
- Roggendorf MJ, Kramer N, Appelt A, Naumann M, Frankenberger R. Marginal quality of flowable 4-mm base vs. conventionally layered resin composite. *J Dent* 2011; 39(10): 643-647.
- Moorthy A, Hogg CH, Dowling AH, Grufferty BF, Benetti AR, Fleming GJ. Cuspal deflection and microleakage in premolar teeth restored with bulk-fill flowable resin-based composite base materials. *J Dent* 2012; 40(6): 500-505.
- Versluis A, Douglas WH, Cross M, Sakaguchi RL. Does an incremental filling technique reduce polymerization shrinkage stresses? *J Dent Res* 1996; 75(3): 871-878.

Park J, Chang J, Ferracane J, Lee IB. How should composite be layered to reduce shrinkage stress: incremental or bulk filling? *Dent Mater* 2008; 24(11): 1501-1505

Ferracane JL. Developing a more complete understanding of stresses produced in dental composites during polymerization. *Dent Mater* 2005; 21(1): 36-42.

Geurtsen, W. (2000). Biocompatibility of Resin-Modified Filling Materials. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 11(3), 333–355.

Flury S, Hayoz S, Peutzfeldt A, Hüsler J, Lussi A. Depth of cure of resin composites: is the ISO 4049 method suitable for bulk fill materials? *Dent Mater* 2012; 28(5): 521-528.

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.

Moore, B. K., Platt, J. A., Borges, G., Chu, T.-M. G., & Katsilieri, I. (2008). Depth of Cure of Dental Resin Composites: ISO 4049 Depth and Microhardness of Types of Materials and Shades. *Operative Dentistry*, 33(4), 408–412. doi:10.2341/07-104

Roggendorf, M. J., Krämer, N., Appelt, A., Naumann, M., & Frankenberger, R. (2011). Marginal quality of flowable 4-mm base vs. conventionally layered resin composite. *Journal of Dentistry*, 39(10), 643–647. doi:10.1016/j.jdent.2011.07.004

El-Damanhoury, H., & Platt, J. (2014). Polymerization Shrinkage Stress Kinetics and Related Properties of Bulk-fill Resin Composites. *Operative Dentistry*, 39(4), 374–382. doi:10.2341/13-017-1

Valente LL, Peralta SL, Ogliari FA, Cavalcante LM, Moraes RR. Comparative evaluation of dental resin composites based on micron- and submicron-sized monomodal glass filler particles. *Dent Mater* 2013; 29: 1182-1189.

(Guangyun L. 2018), Surface properties and color stability of dental flowable composites influenced by simulated toothbrushing , *Dental Materials Journal* 2018; 37(5): 717–724

(Ehrmann E. 2019), Finishing and polishing effects of multiblade burs on the surface texture of 5 resin composites: microhardness and roughness testing, *Restorative Dentistry / Endodontics*. *Restor Dent Endod*. 2019 Feb;44(1)

(Ergücü Z. 2007), Surface Roughness of Novel Resin Composites Polished with One-step Systems. *Operative Dentistry*, 2007, **32-2**, 185-192

Sistemas de pulido EVE TWIST | www.eve-rotary.com

3M Soflex Tech Profile, 3ESPE Dental Products 3M Center, Building 275-2SE-03 St. Paul, MN 55144-1000

Ivoclar Vivadent, ficha técnica AG, FL-9494 Schaan/Liechtenstein.

(Marghalani H. 2010), Effect of Finishing/Polishing Systems on the Surface Roughness of Novel Posterior Composites. *Journal of Dentistry*. 38(1): 127-138. JOURNAL COMPILATION © 2010, WILEY PERIODICALS, INC. DOI 10.1111/j.1708-8240.2010.00324.x

Chung KH (1994) Effects of finishing and polishing procedures on the surface texture of resin composites *Dental Material* 10(5) 325-330.

E. Ehrmann, E. Medioni, and N. Brulat-Bouchard, "Finishing and polishing effects of multiblade burs on the surface texture of 5 resin composites: microhardness and roughness testing," *Restorative dentistry & endodontics*, vol. 44, no. 1, 2019.

D. Venturini, M. S. Cenci, F. F. Demarco, G. B. Camacho, and J. M. Powers, "Effect of polishing techniques and time on surface roughness, hardness and microleakage of resin composite restorations," *Operative Dentistry*, vol. 31, no. 1, pp. 11–17, 2006.

A. U. Yap, H. Q. Ang, and K. C. Chong, "Influence of finishing time on marginal sealing ability of new generation composite bonding systems," *Journal of Oral Rehabilitation*, vol. 25, no. 11, pp. 871–876, 2009.

Y. Alfawaz, "Impact of polishing systems on the surface roughness and microhardness of nanocomposites," *The Journal of Contemporary Dental Practice*, vol. 18, no. 8, pp. 647–651, 2017.

V. C. Ruschel, V. S. Bona, L. N. Baratieri, and H. P. Maia, "Effect of surface sealants and polishing time on composite surface roughness and microhardness," *Operative Dentistry*, vol. 43, no. 4, pp. 408–415, 2018.

R. Łagocka, K. Jakubowska, D. Chlubek, and J. Buczkowska- Radlińska, "The influence of irradiation time and layer thickness on elution of triethylene glycol dimethacrylate from SDR® bulk-fill composite," *Biomed Research International*, vol. 2016, no. 3, Article ID 3481723, pp. 1–10, 2016.

P. S. Madhyastha, S. Hegde, N. Srikant, R. Kotian, and S. S. Iyer, "Effect of finishing/polishing techniques and time on surface roughness of esthetic restorative materials," *Dent Res J*, vol. 14, no. 5, pp. 326–330, 2017.

G. de Fátima Alves da Costa, A. M. D. S. Melo, I. V. de Assunção, and B. C. D. Borges, "Impact of additional polishing method on physical, micromorphological, and microtopographical properties of conventional composites and bulk fill," *Microscopy Research and Technique*, vol. 83, no. 3, pp. 211– 222, 2020.

L. St-Pierre, C. Martel, H. Crépeau, and M. A. Vargas, "Influence of polishing systems on surface roughness of composite resins: polishability of composite resins," *Operative Dentistry*, vol. 44, no. 3, pp. e122–e132, 2019.

