



## COMPARACIÓN DE LA RUGOSIDAD SUPERFICIAL DE TRES RESINAS DE NANORELLENO Y TRES TÉCNICAS DE PULIDO FINAL VERSUS LA RUGOSIDAD SUPERFICIAL DEL ESMALTE DENTAL

### COMPARISON OF SUPERFICIAL ROUGHNESS OF THREE NANOFILL COMPOSITES AND THREE POLISHED FINISH TECHNIQUES VERSUS THE DENTAL ENAMEL SUPERFICIAL ROUGHNESS

Andrade AM, Falla S, Moncada C<sup>1</sup>  
Cabanzo C<sup>2</sup>  
Malaver P<sup>3</sup>

#### RESUMEN

**OBJETIVO:** Comparar por medio del microscopio electrónico de barrido y microscopio laser confocal, la rugosidad superficial de las resinas: IPS Empress Direct® (Ivoclar Vivadent), Filtek Z350 XT® (3M ESPE) y Amaris® (VOCO) con la rugosidad superficial del esmalte. **METODOLOGÍA:** La presente investigación es de carácter experimental in vitro, en la cual se tomaron diez muestras de esmalte y treinta muestras de resinas compuestas de tres casas comerciales: Amaris® (Voco), IPS Empress direct® (Ivoclar Vivadent), Filtek Z350® (3M ESPE), las cuales fueron analizadas en microscopía electrónica de barrido y microscopía laser confocal antes (pulido con fresas) y posteriormente de un protocolo de pulido final (Dimanto®, Astropol y astrobrush® y Discos soft-lex® respectivamente). **RESULTADOS:** Los análisis de rugosidad superficial por medio de microscopía laser confocal, muestran sobre el eje Z unos valores promedio de rugosidad (Ra), que son estadísticamente significativos cuando se hace una comparación del pulido inicial con fresas con respecto a los sistemas de pulido propios de cada casa comercial; sin embargo no existen diferencias estadísticamente significativa entre los sistemas de pulido. **CONCLUSIÓN:** Los tres sistemas de resina aplicados al presente estudio mostraron valores de rugosidad superficial (Ra) estadísticamente significativos menores a los valores de rugosidad superficial (Ra). Posterior al pulido con fresas se debe mandatoriamente utilizar un sistema de pulido preferiblemente el recomendado por la casa comercial del sistema de resina utilizado.

**Palabras Clave:** Esmalte dental, resinas compuestas, rugosidad superficial, sistemas de pulido final, microscopía electronica de barrido, microscopía láser confocal.

#### ABSTRACT

**OBJECTIVE:** To perform a comparison using electron microscope and confocal laser microscope, the surface roughness of the composites: IPS Empress Direct® (Ivoclar Vivadent), Filtek Z350 XT® (3M ESPE) and Amaris® (VOCO) with the surface roughness of enamel. **METHODOLOGY:** This research is an experimental in vitro study, ten samples of enamel and thirty composites samples of three different manufacturers, which were analyzed and scanned on the electron microscope and confocal laser microscope before (polish with standart burs) and after a final polishing protocol (Dimanto®, Astropol astrobrush®, discos soft-lex®). The samples were analyzed in Scanning Electron Microscopy and Confocal Laser Microscope before (polished with burs) and then a final polishing protocol (Dimanto®, Astropol Astrobrush®, soft-lex® discs. **RESULTS:** The surface roughness analysis using confocal laser microscopy, on the Z-axis show some average roughness values (Ra) which are statistically significant when compared with the initial polishing burs comparing the own polishing systems from manufacturers; however no statistically significant differences between polishing systems. **CONCLUSION:** The three resin systems applied to this study showed statistically significant surface roughness values (Ra) lower than the values of surface roughness (Ra). After polishing with burs should be use a polishing system recommended by the commercial resin system used.

**Key words:** Enamel, composites, surface roughness, polish systems, SEM, and Confocal Laser Microscope.

<sup>1</sup>. Estudiantes IV Semestre Posgrado de Prostdoncia UNICOC Bogotá

<sup>2</sup>. Od. Especialista en Prostdoncia.

<sup>3</sup>. Od. Ms. Biología énfasis Genética Humana

## Introducción

El esmalte dentario se considera una estructura acelular, avascularizada y calcificada con una matriz inorgánica (94%), compuesto por fosfato cálcico en forma de cristales de hidroxiapatita organizados en prismas hexagonales, carbonato, magnesio, flúor, sodio y potasio. En cuanto a la matriz orgánica (4%) compuesta por polisacáridos y proteínas como amelogeninas, enamelinas materiales sintetizados por el ameloblasto<sup>1</sup>.

En los últimos años el material de restauración mas empleado para la sustitución del esmalte dentario son las resinas compuestas, las cuales poseen una matriz inorgánica (Cuarzo triturado, sílice coloidal, vidrio de aluminio, silicato de bario y zirconio) y una matriz orgánica (BISGMA, UDMA, TEGMA) compuesta principalmente de agua, que recubre a la dentina en su porción mas coronal<sup>1,2</sup>. Numerosos autores han clasificado las resinas compuestas como: de forma cronológica, según método de polimerización, según la composición de la matriz orgánica, según el contenido de vidrios de refuerzo, según el tamaño promedio, y según su viscosidad<sup>2-4</sup>.

Una de las propiedades físicas mas importantes de las resinas compuestas es la rugosidad superficial, que Bittencourt en 2011 refiere que la rugosidad superficial esta directamente relacionada por el tamaño de la partícula de la matriz inorgánica y los efectos causados de matriz orgánica con respecto a las técnicas de pulido y acabado<sup>5</sup>.

Los métodos de medición de la rugosidad superficial para el esmalte dentario y las

resinas compuestas han sido descritos en la literatura como: microscopía electrónica de barrido que ha sido empleada para determinar el tamaño de las partículas y la relación de las mismas en el entorno cualitativo; el microscopio láser confocal que ha sido empleado como un método de medición cuantitativo el cual analiza de forma detallada<sup>6,7</sup>.

Los estudios de Cehrelli 2008 y Botta 2010 sugieren que las unidades de medición de rugosidad superficial son: Ra (Rugosidad promedio), Rt (Rugosidad total) Rku (curtosis), Rz (media de valores absolutos) y Rc (medición promedio de irregularidades)<sup>9,10</sup>. Kameyama en el 2008, Antonson en el 2010, Marghalani en el 2010 y Hosoya en 2010 encontraron en sus estudios que la rugosidad superficial de las resinas compuestas esta directamente relacionada con el acabado y el pulido final, recomendando el uso de cada sistema de pulido de acuerdo a la casa comercial y que a su vez la modificación de los sistemas de pulido generará variaciones de la rugosidad superficial<sup>11-14</sup>.

Existen factores que alteran la superficie del esmalte y de las resinas compuestas, como los factores mecánicos, factores químicos y factores patológicos los cuales están directamente relacionados con la rugosidad superficial y la estética de la restauración final<sup>15,16</sup>. El objetivo del presente estudio es evaluar la rugosidad superficial en tres sistemas de uso frecuente comparándolas entre ellas y el esmalte dental antes y después de aplicar un protocolo de pulido final.

## Materiales y Métodos

La investigación que se llevó a cabo fue de carácter experimental in vitro.

Los criterios de selección del presente estudio fueron: dientes naturales permanentes recientemente extraídos con integridad estructural coronal, debidamente conservados en Cloramina T al 0.5% (norma ISO 3696). En cuanto a los criterios de exclusión: dientes con alteraciones en el esmalte (hipoplasia, amelogénesis imperfecta, hipomineralizaciones, etc), Dientes con lesiones cariosas, Dientes con lesiones no cariosas (abrasión, afracción, erosión, etc), dientes con algún tipo de restauración (Resina, amalgama, incrustaciones, sellantes, coronas), dientes con restos de resina provenientes de tratamientos ortodónticos.

Las muestras consistieron en 10 premolares recién extraídos de humanos por motivos ortodónticos. 10 cortes de esmalte dentario de premolares, 10 bloques de resina IPS Empress Direct®, 10 bloques de resina Ivoclar Vivadent), 10 bloques de resina Filtek Z350 XT® (3M ESPE) y Amaris® (Voco) con un diámetro de 8 mm y profundidad de 3 mm para un total de 30 muestras, bajo la norma ISO/TS 11405 de 2003.

Se realizó la recolección de las muestras, cada diente fue introducido en un envase oscuro rotulado, (Numero de muestra y diente al cual se le realizo el corte), los cuales fueron conservados en un medio de conservación, (Cloramina T del 0.5%-5%), durante una semana, según la norma ISO

3696, posteriormente se colocaron los dientes en solución salina a temperatura de 37°C con humedad relativa de 100%, esta solución fue cambiada cada dos semanas según la norma Icontec 4882/2000 e ISO/TS 11405/2003, durante el transcurso del estudio.<sup>46,47</sup> (Figura 1).



**Figura 1.** Evases para el posicionamiento de las muestras

Posteriormente se realizó un corte con un disco diamantado por la cara vestibular del diente de 8 mm por 8 mm, de premolares, con abundante irrigación. (Figura 3). Los cortes de esmalte dentario se posicionaron en una base de 20 cm x 10 cm con un espesor de 5 mm en el cual se realizaron 4 circunferencias de 8 mm de diámetro para lograr fijar las muestras. La circunferencia de la base de vidrio fue aislada por medio de petrolato blanco para aislarla del pattern resin® (GC America) (Figura 2).

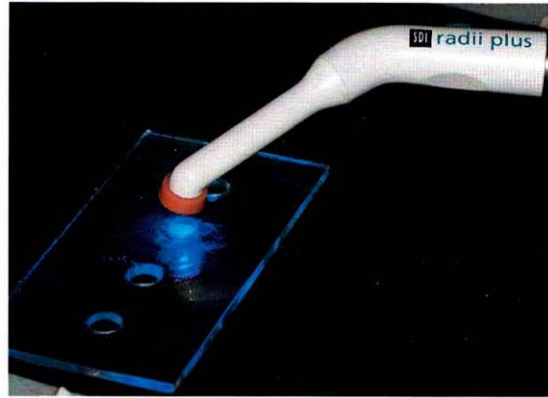


**Figura 2.** Grupo control (muestras de esmalte)



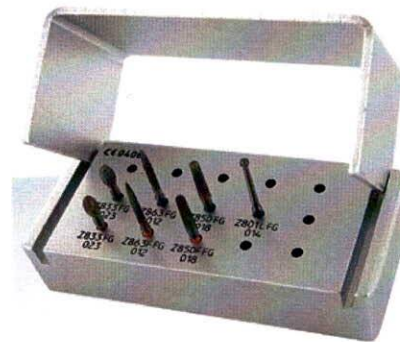
**Figura 3.** Diagrama de corte previo con disco de diamante)

Las muestras de resina compuesta se elaboraron por medio de incrementos de 1 mm de espesor con una espátula FP3 de teflon (Hu-Friedy®), con una polimerización por capa de 40 seg (con la lampara SDI Radii Plus SDI) con intensidad de  $1,500\text{mW}/\text{cm}^2$ . Los bloques de resina compuesta se posicionaron en una base de 20 cm x 10 cm con un espesor de 5 mm en el cual se realizaron 4 circunferencias de 0.8 mm de diámetro para lograr fijar las muestras. La circunferencia fue aislada por medio de petrolato blanco entre el espacio del vidrio y la resina. (**Figura 4**).



**Figura 4.** Polimerización de las muestras de resina con lámpara de luz led SDI Radii Plus® ( $1500\text{mW}/\text{cm}^2$ )

El protocolo de pulido inicial se realizó posterior a la polimerización con unas fresas de menos de  $40\ \mu\text{m}$  5 veces en un solo sentido utilizando fresas (Jota® Composite Kit, ref. 1372) de: grano rojo, amarillo, blanco en este mismo orden, seguido de las fresas 12 hojas (rojo), 22 hojas (amarillo), 30 hojas (blanco) acompañando estos procesos mediante irrigación. (**Figura 5**)



**Figura 5.** Kit de fresas de pulido (Jota)

El protocolo de pulido final se realizó de la siguiente manera: *Filtek Z350 XT® (3M ESPE)*: Para el acabado se utilizo los discos Sof-lex de grano grueso, medio, fino y ultra fino 5 veces cada uno en un solo sentido acompañando este proceso por medio de

irrigación durante todo el proceso de pulido. (Figura 6).

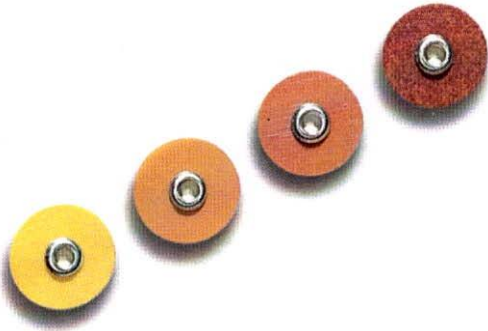


Figura 6. Sistema de discos soft-lex

IPS Empres Direct® (Ivoclar Vivadent): Para el acabado se utilizo el sistema Astropol® (desde el color gris, verde y vino tinto, con abundante irrigación), y para el brillo final por el sistema Astrobrush® en seco. (Figura 7 y 8)

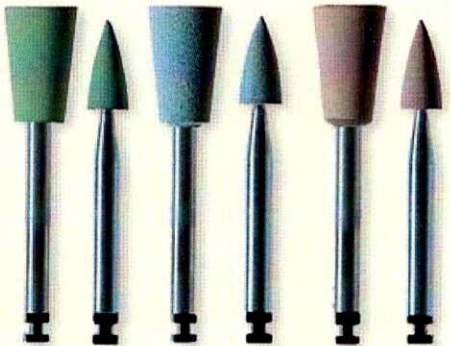


Figura 7. Sistema Astropol (Grados de abrasividad: verde, azul y rojo)

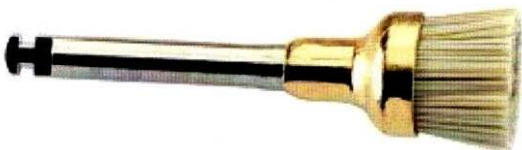


Figura 8. Sistema Astrobrush

Amaris® (Voco): Para el acabado se utilizo el sistema Dimanto® recomendado por la casa comercial que consiste en unas puntas de silicona (azul, rojo, amarillo y blanco) de diferentes grados de abrasión para dar pulido y brillo, cinco veces en un solo sentido. (Figura 9).

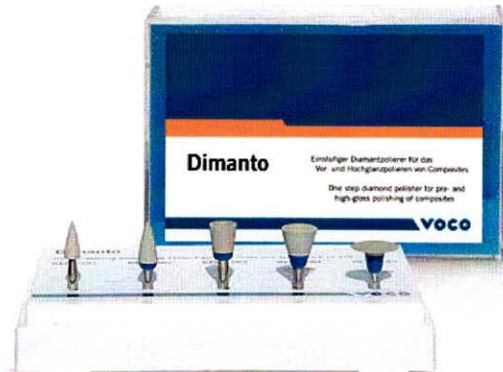


Figura 9. Sistema de pulido Dimanto.

En cuanto al análisis de las muestras se posicionaron dentro del microscopio láser confocal en una superficie de dimensiones de  $\mu\text{m}$  para su lectura (Zeiss) de a una muestra por lectura ubicados sobre una superficie plana de forma cuadrada. Posteriormente se realizo la lectura bajo magnificaciones de 50X. El sistema por medio de un láser realizo una lectura central sin afectar la superficie de la muestra en los ejes x, y, z para poder obtener los valores numéricos promedio de rugosidad superficial ( $R_c$ ,  $R_a$ ,  $R_{ku}$ ,  $R_z$ ,  $R_t$ ). El perfil primario proporcionó mayor topografía de las muestras por medio de variaciones esquemáticas de colores. Estas mediciones fueron realizadas antes y después de la aplicación del protocolo de pulido final. (Figura 10).



Figura 10. Equipo de Microscopía láser confocal Zeiss®

Las muestras se posicionaron dentro del microscopio electrónico de barrido (EDAX, FEI Quanta 200) de a grupos de 7 muestras por lectura, ubicados sobre una superficie

plana de forma circular. Posteriormente se realizó la lectura bajo magnificaciones de 50X, 250X, 500X, 1000X. Estas mediciones fueron realizadas antes y después de la aplicación del protocolo de pulido final. (Figura 11).



Figura 11. Equipo de microscopía electrónica de barrido, Universidad Nacional.

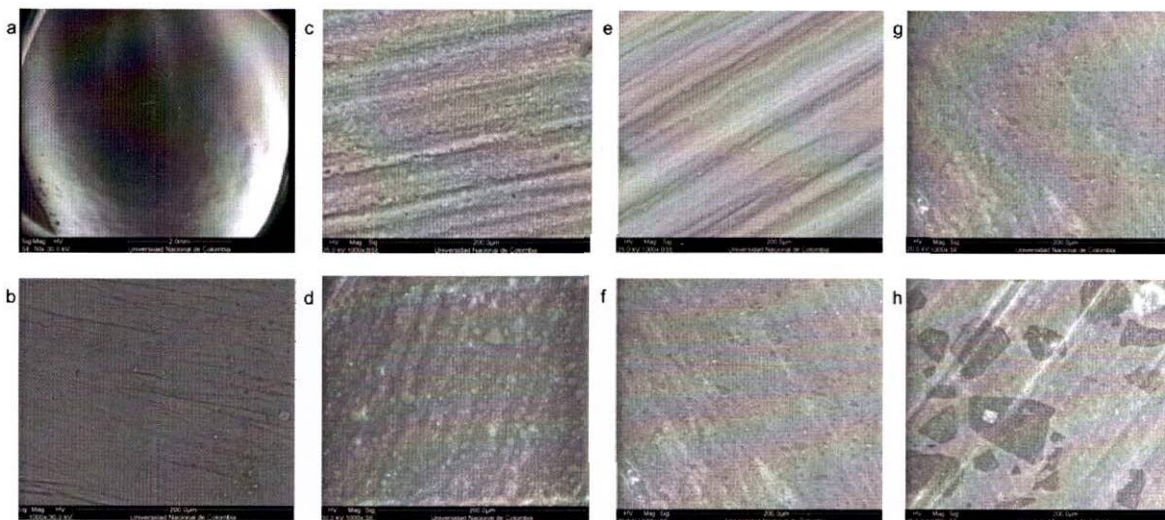


Figura 12. Microscopía electrónica de barrido, grupos experimentales y grupo control. a. Esmalte dentario (50X), b. Esmalte dentario (1000x), c. Filtek Z350 XT® pulido inicial con fresas (1000X), d. Filtek Z350 XT® pulido discos soft-lex, e. IPS Empress direct® (1000x) pulido inicial con fresas, f. IPS Empress direct® (1000x) pulido con astropol y astrobrush, g. Amaris® (1000x) pulido con fresas, h. Amaris® (1000x) pulido con diamanto.

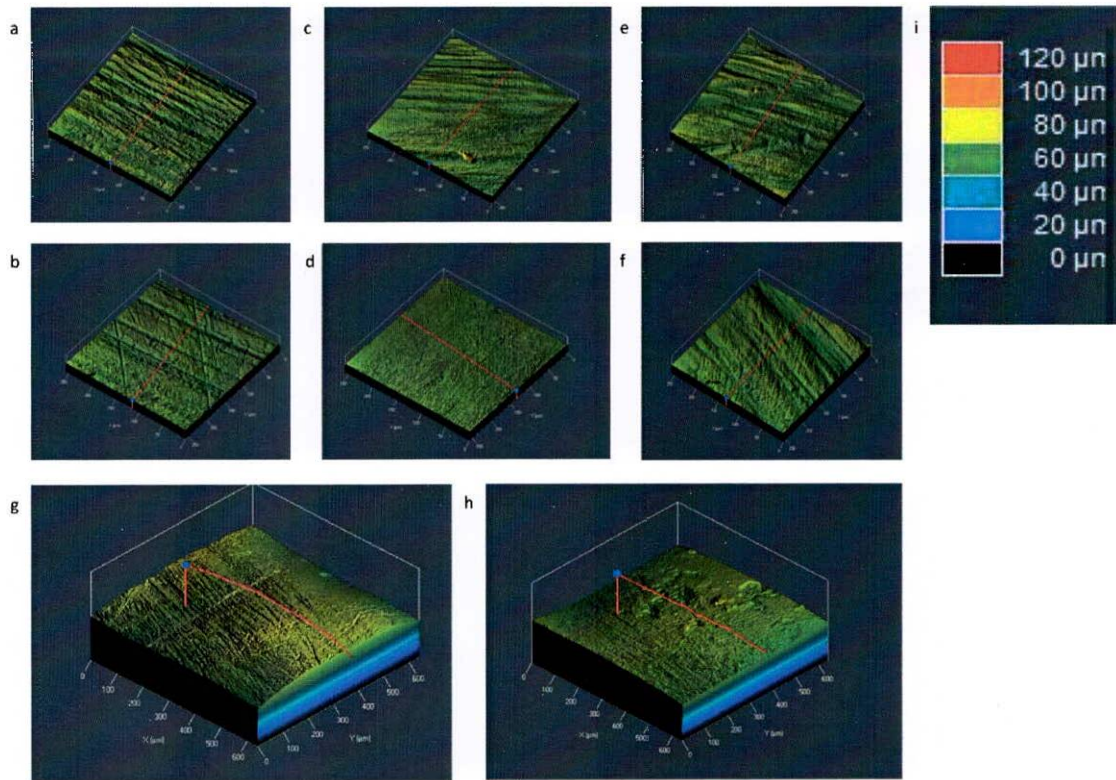


Figura 13. Microscopio laser Confocal, Perfil primario, a. Filtek Z350 XT\* pulido inicial con fresas, b. Filtek Z350 XT\* pulido con discos soft-lex, c. Empress direct\* pulido inicial con fresas, c. Empress direct\* pulido con astropol y astrobrush, d. Amaris\* pulido inicial con fresas, e. Amaris\* pulido con Dimanto, f. Esmalte dental, g. Esmalte dental, i. Variaciones topográfica en micrómetros de rugosidad.

## Resultados

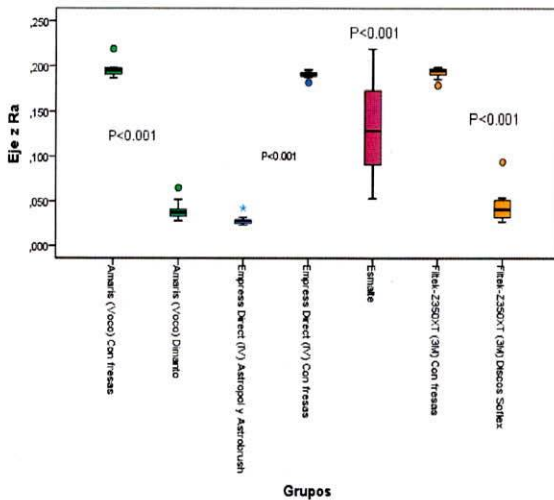
Los resultados de la rugosidad superficial están descritos bajo el eje z, el cual recorre la totalidad de la muestra y bajo el análisis de las variables Ra, Rt y Rz. El análisis estadístico se realizó por medio de la prueba Bonferroni, la cual asoció los grupos de estudio (grupos experimentales y grupo control).

Cuando se realizó la comparación de los sistemas de resina posterior al pulido inicial con fresas se observaron valores de rugosidad superficial estadísticamente significativos  $p < 0.05$  mayores a los valores del grupo control; Diferente a los resultados de rugosidad superficial (Ra) posterior al

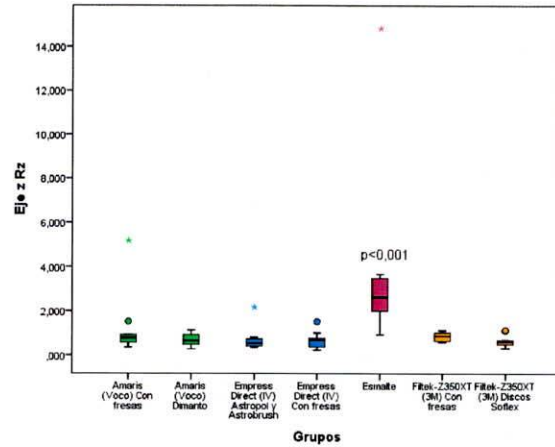
sistema de pulido recomendado por la casa comercial, la cual mostro valores estadísticamente significativos  $p < 0.05$  menores al promedio de rugosidad superficial (Ra) del esmalte. (Figura 14).

Los valores de los sistemas de resina con pulido previo con fresas y posterior al acabo final con el sistema de pulido mostraron comportamientos de rugosidad superficial (Rz) similares por lo que no se encontró diferencias estadísticamente significativa para los tres sistemas. Sin embargo si hubo diferencias estadísticamente significativas comparando los sistemas de resina con respecto al grupo control. (Figura 15)

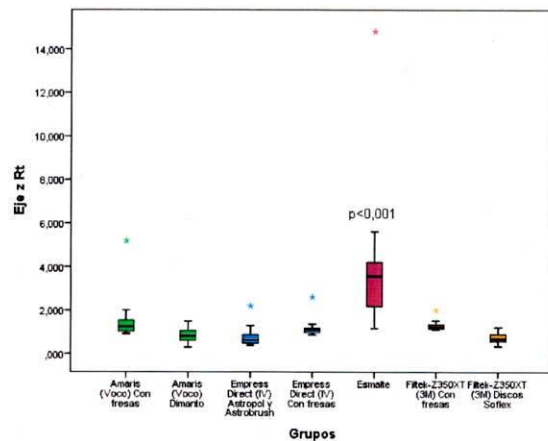
De igual forma los valores de los sistemas de resina con pulido previo con fresas y posterior al acabo final con el sistema de pulido mostraron comportamientos de rugosidad superficial ( $R_t$ ) similares por lo que no se encontró diferencias estadísticamente significativa para los tres sistemas. Sin embargo si hubo diferencias estadísticamente significativas comparando los sistemas de resina con respecto al grupo control. (Figura 16)



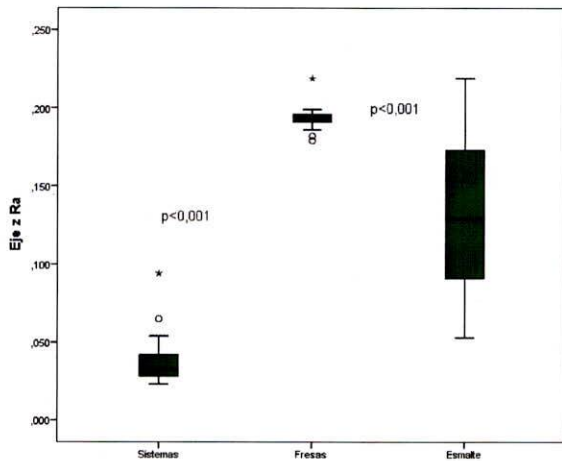
**Figura 14.** Análisis de grupos de estudio sobre el eje Z con respecto a la variable Ra (promedio de rugosidad superficial) indicando variaciones estadísticamente significativas entre el uso inicial de fresas con respecto a los sistemas de pulido y acabado ( $p < 0.05$ )



**Figura 15.** Análisis de grupos de estudio sobre el eje Z con respecto a la variable Rz (Máxima altura de pico, máxima profundidad del valle, comprendidas en una longitud de muestreo) indicando que no existe diferencias estadísticamente significativas entre el uso inicial de fresas con respecto a los sistemas de pulido y acabado, mas sin embargo si hubo diferencias significativa de los sistemas de pulido antes y después con respecto al grupo control. ( $p < 0.05$ )



**Figura 16.** Análisis de grupos de estudio sobre el eje Z con respecto a la variable Rt (Máxima altura de pico, máxima profundidad del valle, comprendida en una longitud de evaluación) indicando que no existe diferencias estadísticamente significativas entre el uso inicial de fresas con respecto a los sistemas de pulido y acabado, mas sin embargo si hubo diferencias significativa de los sistemas de pulido antes y después con respecto al grupo control. ( $p < 0.05$ )



**Figura 17.** Comparación de valores medios entre sistemas de pulido y fresas vs. Esmalte Eje z Ra

### Discusión

La perfilometría en tres dimensiones está basada en el escaneo sobre una luz blanca, la cual se divide para producir zonas claras y oscuras. Ambas se traducen en la generación de imágenes por cámara de la superficie rugosa de un elemento, para el procesamiento del mismo por computador, transformando la frecuencia dominante de forma cuantitativa sin tener un contacto físico sobre la muestra<sup>17</sup>.

Posteriormente que el perfil está realizado, se hace un análisis por computador de cada pixel por cada valor de altura y los resultados son calculados basados en una ecuación para cada parámetro de rugosidad superficial<sup>18</sup>.

Los resultados de la presente investigación cuando se emplea el sistema confocal se observan variaciones claras con respecto al protocolo de pulido inicial con fresas, el cual está de acuerdo a los resultados del estudio

de Cehreli en el 2008, el cual emplea fresas para el pulido y un sistema de pulido y acabado como son los discos Soft-lex, los cuales mejoran la rugosidad superficial de la resina ( $P < 0.05$ ), que a su vez coinciden con los resultados de la presente investigación<sup>10</sup>.

Joint en el 2000 y Jaarda en 1993 comprendieron el tamaño de la partícula de la matriz propia de la resina compuesta, la cual es usada para dar la característica restaurativas del material, por lo cual el protocolo de pulido y acabado esta directamente influenciado por el tipo de material de relleno, forma y contenido, como en el presente estudio, encontrando que las resinas tienen el pulido final directamente relacionado por el tamaño de la partícula<sup>19-20</sup>.

Para desarrollar una superficie pulida, para reducir el acumulo de placa bacteriana, inflamación gingival para mejorar los efectos estéticos y longevidad de la restauración se recomienda el uso del sistema de pulido proporcionado por la casa comercial para la obtención de efectos adecuados como en el estudio de Bittencourt en el 2011, en donde encontró que la modificación del sistema de pulido produce alteración sobre la superficie de la resina y en el presente estudio en donde se emplearon los sistemas de pulido de cada casa comercial, se obtuvieron valores de rugosidad menores en comparación al esmalte dental. ( $P < 0.05$ )<sup>5</sup>.

Un estudio similar al presente de Marghalani en el 2010 emplearon diferentes tipos de resinas compuestas con diferentes sistemas de pulido (Astropol, Discos Sof-lex, Enhance)

para ver por medio de la microscopia electrónica de barrido los cambios de la superficie y encontraron que la modificación del sistema de pulido produce efectos significativos sobre la resina ( $P < 0.05$ ), lo cual en el presente estudio se refuerza con un protocolo previo con fresas para posteriormente la aplicación del sistema de pulido para la obtención de una superficie menos rugosa.<sup>13</sup>

Cuando el promedio de rugosidad superficial (Ra) se observaron valores de 0.024 para Filtek P90 y 0.095 para P60, lo cual para el presente estudio es de valores menores a los anteriormente mencionados cuando finalmente se aplica un sistema de pulido, además Marghalani menciona que valores iguales o mayores de 0.2 micras permite la acumulación de placa bacteriana y esto a su vez se relaciona al tamaño de la partícula de resina.<sup>13</sup>

No solo el tamaño de la partícula es importante sino también los componentes propios de las resinas como como analiza Ryba en el 2002 encontrando que la existencia de UDMA y el alto peso molecular del Bis-EMA resulta en una superficie más lisa y suave<sup>21</sup>.

Un estudio de Huan Lu en el 2003 investigo el efecto del pulido final de las resinas compuestas por medio de la microscopia electrónica de barrido, encontrando resultados similares a los de Marghalani y los del presente estudio, donde la modificación del sistema de pulido altera la superficie de la resina compuesta<sup>22</sup>.

## Conclusiones

- Todos los sistemas de resinas del presente estudio son recomendados para la aplicación clínica dado que los valores de rugosidad superficial (Ra) son inferiores a los valores del grupo control (esmalte)
- Se debe utilizar posterior al pulido con fresas, el sistema de pulido para lograr valores de rugosidad superficial (Ra) mas bajos y así evitar la colonización bacteriana y mejorar los efectos estéticos.
- Se observo mayor alteración en el pulido inicial con fresas en todos los grupos de resinas en comparación al grupo control.

## Recomendaciones

- Utilizar el sistema de pulido recomendado por la casa comercial del sistema de resinas para obtener valores de rugosidad superficial mas bajos.
- Realizar en futuras investigaciones simulaciones de condiciones clínicas del desempeño a 5 y 10 años por medio de termociclado para ver los cambios en la rugosidad (Ra)

## Referencias

1. Abramovich A. Histología y embriología dentaria. 2ª edición. Buenos Aires: Panamericana; 1999.p.118-152
2. Ferracane J. Resin composite state of art. Dent mater. 2011;27(1): 29-38.
3. Guzmán HJ. Biomateriales odontológicos de uso clinic. 4ª edición. Bogotá: ECOE ediciones 2007.p.23,227-249.
4. Guzmán A. Guía de biomateriales. 1ª edición. Bogotá; 2004.p.179-216.
5. Bittencourt S. Surface Roughness and Staining Susceptibility of Composite Resins after Finishing and Polishing. J EsthetRestor Dent. 2011;23(1):34-43.
6. Brauchli LM. Roughness of enamel surfaces after different bonding and bonding procedures. An in vitro study. J OrofacOrthop. 2011 Mar;72(1):61-7.
7. Bala O, Uçtaşı MB, Güllü A. Surface roughness of flowable and packable composite resin materials after finishing with abrasive discs. J Oral Rehabil. 2004 Dec; 31(12):1197-202.
8. Willems G, Lambrechts P. The Surface Roughness of Enamel-to-Enamel Contact Areas Compared with the Intrinsic Roughness of Dental Resin Composites. J Dent Res. 1991 Sep; 70(9):1299-305.
9. Botta AC. Influence of topical acidulated phosphate fluoride on surface roughness of human enamel and different restorative materials. Rev. odontocienc. 2010; 25(1):83-87.
10. Cehreli ZC, Lakshmi S, Yazic R. Effect of different splint removal techniques on the surface roughness of human enamel: a three-dimensional optical profilometry analysis. Dent Traumatol. 2008 Apr;24(2):177-82.
11. Kameyama A. Influence of Finishing/Polishing Procedures on the Surface Texture of Two Resin Composites. Open Dent J. 2008; 2:56-60.
12. Antonson SA. Comparison of different finishing/polishing systems on surface roughness and gloss of resin composites. J Dent. 2011 Jul;39Suppl 1:e9-17.
13. Marghalani HY. Effect of Finishing/Polishing Systems on the Surface Roughness of Novel Posterior Composites. J EsthetRestorDent. 2010 Apr; 22(2):127-38.
14. Hosoya Y. Effects of specular component and polishing on color of resin composites. J Oral Sci. 2010 Dec; 52(4):599-607.
15. Mendonça LC. Permeability, roughness and topography of enamel after bleaching: tracking channels of penetration with silver nitrate. Braz J Oral Sci. 2011 January - March ;10(1):1-6
16. Sum Yin. Effect of Whitening Toothpastes on Surface Roughness of Composite Resins. Malaysian Dental Journal (2009) 30(1) 43-48.
17. Marigo L, Rizzi M, La Torre G, Rumi G. 3-D profile analysis: different finishing methods

for resin composites. *Oper Dent* 2001; 26:562-8.

**18.** Metropro surface texture parameters guide. CT, USA: Zygo Corp.; 2005.

**19.** Joniot SB, Gregoire GL, Auther AM, Roques YM. Three-dimensional optical profilometry analysis of surface states obtained after finishing sequences for three composite resins. *Oper Dent* 2000;25:311-5.

**20.** Jaarda MJ, Lang BR, Wang RF, Edwards CA. Measurement of composite resinfiller particles by using scanning electron

microscopy and digital imaging. *J Prosthetic Dent* 1993;69:416-24.

**21.** Ryba T, Dunn W, Murchison D. Surface roughness of various packable composites. *Oper Dent* 2002;27:243-7.

**22.** Lu H. Effect of polishing systems on the surface roughness of microhybrid composites. *J Esthet Restor Dent*. 2003; 15(5):297-303.