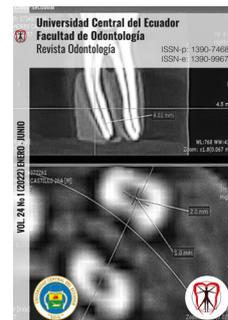


Efecto del tiempo de grabado con ácido fluorhídrico en láminas de resina prepolimerizada

Effect on time of engravings with hydrofluoric acid on prepolymerized resin laminates

Lesley Esperanza Bunces Cortez¹, Ángel Eduardo Garrido Cisneros²



Odontología 24(1) (2022): e3599

Recibido: 20/08/2021 Revisado: 02/10/2021 Publicado: 30/01/2022

¹ Facultad de Odontología; Universidad Central del Ecuador; Quito, Ecuador.

✉ less_1492@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-7706-9186>

² Ph.D. Docente; Facultad de Odontología; Universidad Central del Ecuador; Quito, Ecuador.

✉ agarrido@uce.edu.ec

 <https://orcid.org/0000-0001-6583-4610>

Resumen

Las resinas para CAD CAM, se introdujeron como materiales de restauración, sin embargo, los métodos de preparación de superficie previo a la cementación no han sido aclarados. **Objetivo:** Comparar el efecto en la rugosidad superficial de diferentes tiempos de grabado con ácido fluorhídrico al 9% sobre la superficie de laminados de resina prepolimerizada. **Materiales y Métodos:** Estudio in vitro realizado en 30 laminados de resina divididos en tres grupos (n=10), se determinó la rugosidad inicial con un rugosímetro digital; posteriormente, se aplicó grabado con ácido fluorhídrico al 9% por 5, 15 y 20 segundos en cada grupo y se valoró nuevamente la rugosidad superficial de cada muestra con el fin de comparar con los valores iniciales. El análisis estadístico se realizó por ANOVA de acuerdo a la normalidad en la distribución de los resultados. **Resultados:** La rugosidad inicial en los grupos de resina analizados presentó valores que oscilaban entre 0.38 y 0.40 micras. Luego de realizar el grabado con ácido fluorhídrico al 9% por un tiempo de 5, 15 y 20s, los valores de rugosidad fueron de 0.54, 0.69 y 0.89 micras, respectivamente. Se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre los tres grupos. **Conclusiones:** El ácido fluorhídrico al 9% aumentó proporcionalmente la rugosidad superficial de los laminados de resina nanocerámica para CAD CAM según el tiempo de grabado. Siendo el tiempo de grabado de 5s. el que generó un menor efecto en la rugosidad de este material restaurador.

Palabras Clave: Rugosidad Superficial, Tiempo de Grabado, Resinas Prepolimerizada.

Abstract

Resins for CAD CAM were introduced as restoration materials; however, surface preparation methods prior to cementation have not been clarified. **Objective:** To compare the effect of engravings with 9% hydrofluoric acid on the surface of prepolymerized resin laminates on different times by surface roughness analysis. **Methodology:** In vitro study carried out on 30 resin laminates divided into three groups (n=10), determining the initial roughness measurements with a digital profilometer. Subsequently, engravings with 9% hydrofluoric acid were applied for a time of 5, 15 and 20 seconds according to the groups and the surface roughness of each one who got evaluated again in order to compare with the initial roughness values. Statistical analysis was performed by variance analysis according to the normality in the distribution of the results. **Results:** The initial roughness in the analyzed resin groups presented similar average values that ranged between 0.38 and 0.40 microns. After performing the engravings with 9% hydrofluoric acid for a time of 5, 15 and 20s, the initial roughness values were 0.54, 0.69 and 0.89 microns, respectively. A statistically significant difference was found between the three groups. **Conclusions:** Hydrofluoric acid at 9% proportionally increased the surface roughness of Nanoceramic resin laminates for CAD CAM according to the engraving time of 5, 15 and 20 seconds, being the engraving time with 9% hydrofluoric acid on the surface of pre-cured resin laminates that had less effect on the roughness of this restoration material by 5s.

Keywords: Surface Roughness, Engraving Time, Pre-Polymerized Resins.

*Autor de correspondencia: agarrido@uce.edu.ec

ODONTOLOGÍA

<https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/odontologia/index>

ISSN-e: 1390-9967

ISSN: 1390-7468

Periodicidad: semestral

vol. 24, núm. 1, 2022

fod.revista@uce.edu.ec

DOI: <https://doi.org/10.29166/odontologia.vol24.n1.2022-e3599>



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial

Introducción

El avance en odontología se ha orientado cada vez más al perfeccionamiento de los materiales dentales y las técnicas clínicas, para conseguir resultados positivos en cuanto a su estética, función y duración, orientados en el correcto funcionamiento del material y la simplificación de los procedimientos clínicos, con el fin de lograr resultado en menor tiempo y más efectivos¹.

La introducción de nuevos materiales como los bloques para CAD-CAM de resina nanocerámica es de gran relevancia en la actualidad debido a que aportan aspectos positivos de los materiales cerámicos y composites; como un mayor grado de conversión². Según Alharbi y cols. (2016), de estos grupos los materiales que contienen nanocompuestos de base, los bloques de resina (Lava Ultimate, 3M ESPE, St. Paul, MN, EEUU) presentan nanopartículas insertadas en la matriz curada de la resina. Con esta modificación las propiedades físicas y mecánicas se mejoraron en comparación del compuesto original².

La tecnología de diseño y fabricación asistida por computadora (CAD/CAM por sus siglas en inglés) se desarrolló para garantizar la resistencia suficiente de las restauraciones dentales, mejorar las restauraciones estéticas con una apariencia natural y hacer que las técnicas sean más fáciles, rápidas y precisas³, y busca mejorar la longevidad y disminuir las complicaciones observadas en las restauraciones directas⁴.

En vista de la limitada investigación sobre los tratamientos superficiales de los materiales de resina para CAD/CAM y tomando en cuenta que la rugosidad superficial de los composites indirectos puede afectar negativamente a las restauraciones, el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo comparar tres tiempos de grabado con ácido fluorhídrico al 9% sobre la superficie de laminados de resina prepolimerizada.

Materiales y Métodos

Se utilizó 2 bloques de resina prepolimerizada para CAD/CAM (LAVA 3M® St. Paul. Minneapolis. EEUU) (Tabla 1), de dimensiones de 14mm de alto x 19mm de largo y de 14 mm de espesor, los cuales se cortaron con máquina de corte Dremel (USA) formando láminas por corte transversal de 0,8 mm de espesor, bajo continua irrigación para que el material no se desnaturalice. De esta forma se obtuvo los 30 laminados de resina LAVA 3M® de 14mm de largo x 14mm de ancho x 0,8 mm de espesor

Tabla 1. Características técnicas del material usado para la investigación.

Table 1. Technical characteristics of the material used for the investigation.

MATERIAL	FABRICANTE	TIPO	COMPISCIÓN	LOTE #
Lava Ultimate®	3M ESPE, St Paul, MN, USA	Composite	Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, TEGDMA, SiO ₂ (20 nm), ZrO ₂ (4–11 nm), aggregated ZrO ₂ / SiO ₂ cluster (SiO ₂ : 20 nm, ZrO ₂ : 4–11 nm)	NA10196

Bis-GMA: Bisphenol A diglycidylmethacrylate; UDMA: urethane dimethacrylate; Bis-EMA: Ethoxylated bisphenol A dimethacrylate; TEGDMA: triethylene glycol dimethacrylate; SiO₂: silica, ZrO₂: zirconia. (Adaptado de: Papadopoulos & cols., (2020). Evaluation of the surface characteristics of dental CAD/CAM materials after different surface treatments. *Materials*, 13(4), 981).

Estas láminas se expusieron a un proceso de desgaste y pulido con carburo de silicio (Fandeli -México) desde # 600 hasta 2500 en forma secuencial, como medio de pulir y eliminar irregularidades de los laminados de resina prepolimerizada y garantizar las posibles alteraciones cuando se proceda a medir la rugosidad.

Como medio para asegurar las láminas de resina prepolimerizada al momento de realizar el proceso de pulido, se construyó una matriz metálica cuya base estuvo conformada con 4 láminas de metal de 0,6 mm, en

el centro se ubicó las láminas de resina, de esta manera se aseguró que no se exceda en el pulido y desgaste del material al espesor de 0,6 mm; para confirmar esta medida cada laminado fue medido con un micrómetro digital en 4 partes diferentes de la lámina. Se enumeró cada muestra con una fresa ultrafina, en la esquina superior derecha de la cara posterior al tratamiento experimental.

Antes de grabado ácido, todas las muestras se sometieron a medición de la rugosidad superficial, para lo cual se calibró el rugosímetro digital con un patrón de referencia de rugosidad (Ra) de 1,64 μm (lámina de vidrio), además se graduó el dispositivo a nivel y una velocidad de palpación de 0,135 mm/s y a una longitud de onda de 0,25mm.

Se ubicó con cuidado la punta de diamante del palpador del rugosímetro sobre las muestras para efectuar 5 recorridos por cada muestra, la variación media aceptable fue de $\pm 5\mu$ como criterio de exclusión, sin embargo, todas las muestras estuvieron dentro de los parámetros aceptados valores que oscilaban entre 0.38 y 0.40 micras. Luego estos valores se reportaron en una ficha de recolección diseñada para esta investigación

Posteriormente para el proceso experimental se aplicó grabado con ácido fluorhídrico al 9% en toda la superficie de las muestras, siguiendo las recomendaciones del fabricante y según al grupo en función el tiempo de grabado: Grupo 1 (n=10) por 5 segundos. Grupo 2 (n=10) por 15 segundos. Grupo 3 (n=10) por 20 segundos. Luego del grabado, por separado, se procedió al lavado en agua corriente por 20 segundos y secado con un chorro de aire por 15 segundos y se empacó en fundas individuales para la segunda medida con el rugosímetro, con la misma calibración de la medida inicial. Con los datos obtenidos se completaron las tablas de resultados para el análisis. Luego de realizar el grabado con ácido fluorhídrico al 9% por un tiempo de 5, 15 y 20s, los valores de rugosidad fueron de 0.54, 0.69 y 0.89 micras, respectivamente

Con los resultados se elaboró una tabla de Excel (Microsoft®) a partir de la cual se obtuvo los datos descriptivos (media, desviación estándar, mínimo y máximo) y se analizaron mediante tablas y gráficos en el programa BioEstat 5.3 (Brasil). Previo al estudio estadístico se realizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, donde se verificó que los datos provenían de una distribución normal ($p > 0.05$); en ese caso se pudo aplicar la prueba de análisis de varianza (ANOVA) con test ad hoc de Tukey con un nivel de confianza del 95%.

Resultados

Las 30 láminas se dividieron aleatoriamente en 3 grupos (n=10/grupo), considerando los 3 tiempos de grabado: 5, 15 y 20 segundos, se evaluó la rugosidad superficial en micras.

Se realizaron 5 medidas antes y 5 medidas después del grabado a cada muestra y se obtuvo el promedio de cada lámina; con estos valores, se creó una base de datos en tablas de Excel, que se usó para el análisis estadístico en el programa BioEstat 5.3 (Brasil).

Previamente al análisis se realizó la estadística descriptiva para determinar promedios y desviación estándar de la medida inicial de cada grupo (Tabla 2).

Tabla 2. Medias y desviación estándar de la rugosidad superficial inicial.

Table 2. Means and standard deviation of the initial surface roughness.

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA	RUGOSIDAD INICIAL			RUGOSIDAD DESPUÉS DEL GRABADO		
	5s	15s	20s	5s	15s	20s
Media	0.39	0.38	0.40	0.54	0.69	0.89
Desvío Estándar	0.02	0.02	0.01	0.04	0.06	0.1

Fuente: Base de datos de la investigación.

En razón de la estandarización las muestras, los promedios de rugosidad superficial en las 3 medidas iniciales fueron similares; sin embargo, se observó que la medida de rugosidad superficial aumentó progresivamente en relación al tiempo de grabado (Gráfico 1).

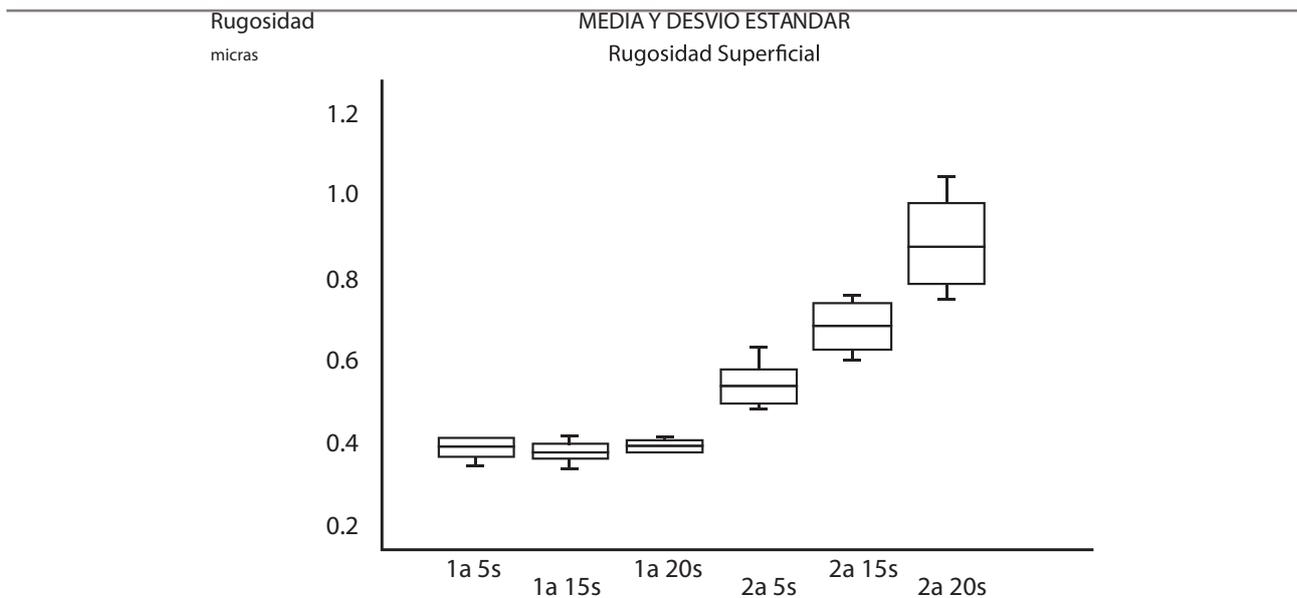


Gráfico 1. Estadística descriptiva, se observa el aumento de la rugosidad superficial proporcionalmente al tiempo de grabado.

Graph 1. Descriptive statistics, the increase in surface roughness proportionally to the etching time is observed.

Fuente: Base de datos de la investigación.

En vista de que se encontró normalidad en la distribución de cada grupo, para el análisis intra grupos se utilizó el test T para medidas pareadas y se comparó entre grupos mediante el test de análisis de varianza (ANOVA), con un intervalo de confianza del 95%. Se consideraron estadísticamente significativos valores menores a $p=0.05$.

Mediante test T para muestras pareadas con un intervalo de confianza del 95%, se determinó una diferencia estadística significativa ($p < 0.0001$) entre la muestra inicial y cada uno de los tiempos de grabado (Tabla 3).

Tabla 3. Comparación intragrupo. En cada grupo se observó una diferencia significativa después del grabado. Test T para muestras pareadas con intervalo de confianza del 95%.

Table 3. Intragroup comparison. A significant difference was observed in each group after etching. T test for paired samples with 95% confidence interval.

T pareado	5 segundos		15 segundos		20 segundos	
	inicial	grabado	inicial	grabado	inicial	grabado
Media	0.394	0.544	0.384	0.689	0.396	0.887
Desvío Estándar	0.0217	0.0435	0.0196	0.0561	0.0126	0.095
(p) unilateral =	< 0.0001		< 0.0001		< 0.0001	

Fuente: Base de datos de la investigación.

Como criterio de inclusión y estandarización de las muestras y para garantizar homogeneidad antes del grabado, se comparó las medias de la rugosidad superficial inicial mediante análisis de varianza (ANOVA) determinándose que no existía diferencia estadística entre los 3 grupos ($P= 0.31$).

Para la comparación múltiple, con el propósito de determinar si existen diferencias entre los grupos después del grabado con ácido fluorhídrico al 9%, se utilizó el Test ANOVA, con un intervalo de confianza del 95%, y se determinó una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos (< 0.0001). la prueba post Hoc de Tukey determinó que entre cada grupo había una diferencia significativa ($p < 0.01$).

Tabla 4. Comparación entre grupos después del grabado mediante Análisis de Varianza con intervalo de confianza del 95%. Diferencia estadística significativa ($p = < 0.0001$).

Table 4. Comparison between groups after etching by Analysis of Variance with 95% confidence interval. Significant statistical difference ($p = < 0.0001$).

ANOVA	
(p) =	< 0.0001
Média 5s =	0.544
Média 15s =	0.689
Média 20s =	0.887
POST HOC TUKEY: (p)	
Comparación 5s-15s	< 0.01
Comparación 5s-20s	< 0.01
Comparación 15s-20s	< 0.01

Fuente: Base de datos de la investigación.

Finalmente se realizó una correlación lineal mediante el test de Pearson y se determinó una correlación positiva entre los grupos ($p = > 0.05$), es decir conforme aumentó el tiempo de grabado mayor fue el valor de la rugosidad superficial (Grafico 2).

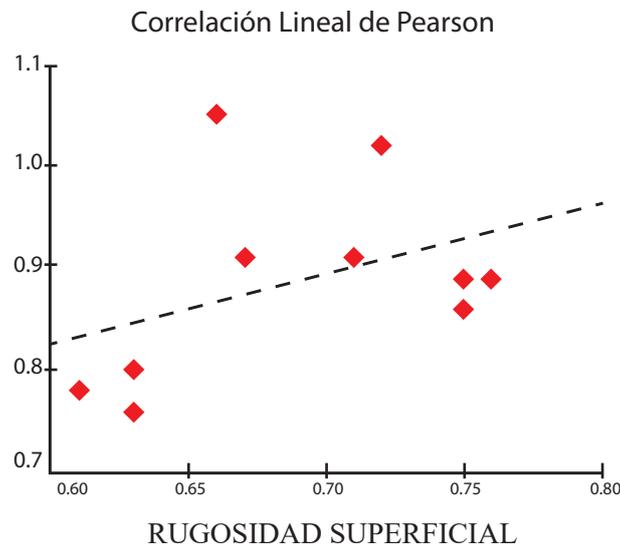


Gráfico 2. Correlación lineal positiva entre los grupos.

Graph 2. Positive linear correlation between groups.

Fuente: Base de datos de la investigación.

Discusión

Según Ramakrishnaiah y cols. (2016), la rugosidad de la superficie es el resultado de la formación de numerosas porosidades y surcos debido a la acción ácida sobre la matriz y la estructura cristalina y aunque se desconoce la cantidad absoluta de rugosidad requerida para una unión ideal, se ha encontrado una correlación positiva entre la rugosidad y la duración del grabado, así como también una correlación positiva entre la rugosidad y la fuerza de unión⁵. Sin embargo, también es importante considerar, según Della et al. (2002), que el tiempo excesivo de grabado puede conducir a la formación de porosidades grandes y profundas afectando la resistencia de la unión y del material⁶.

Los resultados de la presente investigación dejaron en evidencia, la rugosidad superficial de los laminados de resina prepolimerizada se incrementó a medida que aumentaba el tiempo de grabado con ácido fluorhídrico al 9%, registrando los valores de 0.54, 0.69 y 0.89 micras para 5, 15 y 20 s, respectivamente, valores que confirman la hipótesis del estudio. Estos hallazgos coinciden con los estudios de Addison et al⁷, Chaiyabutr et

al.⁸ y Zogheib et al.⁹, que encontraron una correlación positiva entre la rugosidad de la superficie del material dental y el aumento del tiempo de grabado con ácido fluorhídrico.

Asimismo, las investigaciones de Luo et al.¹⁰, Xiaoping et al.¹¹ y Fonzar et al.¹² concuerdan con los resultados del presente estudio cuando afirman que, al incrementar el tiempo de grabado con ácido fluorhídrico aumenta la rugosidad y, en consecuencia, la unión de la resina al cemento resinoso. Por otra parte, Hooshmand et al.¹³ advierten que para todos los profesionales odontólogos siempre existe preocupación sobre el momento ideal para el grabado ácido, debido a los posibles efectos adversos sobre la resistencia estructural de los materiales restauradores, afirmando además que el tiempo de grabado puede afectar la resistencia a la flexión y la rugosidad superficial de la resina.

El estudio de Cunha et al.¹⁴ resalta uno de los aspectos más importantes de la rugosidad de superficie de los materiales dentales al establecer la correlación entre rugosidad y fuerza de cizallamiento, indicaron que inicialmente, un pequeño aumento de la rugosidad conduce a un gran aumento de la resistencia de la unión; sin embargo, establecen que a partir de un valor de rugosidad considerado crítico, la fuerza de unión se estabiliza.

La investigación de El-Damanhoury y Gaintantzopoulou¹⁵ desarrollada con el objetivo de evaluar el efecto del pretratamiento de cerámicas híbridas y de vidrio utilizando una imprimación autograbante sobre la resistencia al cizallamiento y la topografía de la superficie, en comparación con el pretratamiento con ácido fluorhídrico y silano indica que el grabado de la superficie con ácido fluorhídrico demostró valores medios de rugosidad de la superficie más altos para todos los materiales probados en comparación con otros tipos de tratamientos, conduciendo el grabado con ácido fluorhídrico a la disolución preferencial de una de las fases vítreas de la porcelana para obtener una microestructura adecuada para la unión. Es por esta razón que en nuestro estudio observamos que al aumento del tiempo de grabado puede afectar la estructura del material.

El acondicionamiento de la superficie con ácido se empleó considerando la uniformidad que se presenta, como lo demuestran los resultados obtenidos; en concordancia con Papadopoulos et al.³ que demostraron que el acondicionamiento químico mediante el grabado ácido incrementa la rugosidad superficial y la energía superficial de los materiales, factores imprescindibles para mejorar la retención micromecánica y la humectabilidad de la imprimación aplicada, lo que conduce a valores óptimos de fuerza de unión. Por tanto, los valores de la fuerza de unión dependen principalmente de la tensión interfacial entre el material y el adhesivo, así como de la energía superficial del propio material¹⁶.

Por otra parte, Blatz et al.¹⁷, señalan que una unión de resina fuerte se fundamenta en el entrelazado micromecánico y la unión química a la superficie y esto se logra con alisado y limpieza para obtener una activación idónea de la superficie, existiendo entre las opciones de tratamiento más usuales el grabado ácido con soluciones de ácido fluorhídrico, proceso que permite alcanzar la textura y rugosidad adecuada de la superficie al eliminar de forma selectiva la matriz vítrea y exponiendo las estructuras cristalinas, siendo las soluciones de entre 2,5% y 10% aplicadas durante 2 y 3 minutos las de mayor éxito. En nuestro conocimiento, no existe información del tiempo de grabado ideal para restauraciones de resina nanocerámica y deben realizarse más estudios que determinen el tiempo de grabado ideal de este material con el objetivo de aumentar la fuerza de unión sin debilitar la resistencia mecánica del material.

Conclusiones

Se estableció que el ácido fluorhídrico al 9% aumenta proporcionalmente la rugosidad superficial de laminados de resina nanocerámica para CAD CAM según el tiempo de grabado de 5, 15 y 20 segundos.

El tiempo de grabado con ácido fluorhídrico al 9% sobre la superficie de laminados de resina prepolimerizada que genera menor efecto en la rugosidad de este material restaurador es a los 5s.

Conflicto de Interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés personal ni institucional; ni tampoco responden a intereses de fabricantes o proveedores de los materiales utilizados en la investigación.

Contribución de los autores

Leslye Esperanza Bunces Cortez y Angel Eduardo Garrido Cisneros, son responsables de: a) la Concepción y diseño del trabajo; b) Recolección/obtención de resultados; c) Análisis e interpretación de datos; d) Redacción del manuscrito; e) Revisión crítica del manuscrito; f) Aprobación de su versión final.

Financiación

Este trabajo fue financiado por sus autores.

Referencias

- Hernández D, González A, Calvo J. Influencia del silano y adhesivos universales en la adhesión durante la reparación de un cerómero. *Revista Odontológica Mex.* 2018; 22(3).
- Alharbi A, Ardu S, Bortolotto T, Krejci I. Stain susceptibility of composite and ceramic CAD/CAM blocks versus direct resin composites with different resinous matrices. *Springer.* 2016 Junio; 105(5): p. 162-169.
- Papadopoulos K, Pahinis K, Saltidou K, Dionysopoulos D, Tsitrou E. Evaluation of the Surface Characteristics of Dental CAD/CAM Materials after Different Surface Treatments. *Materials.* 2020; 13(4): p. 1-15.
- Álfheiður Á, Dagerhamn J, Van Dijken JWV, Naimi-Akbar A. Longevity of posterior resin composite restorations in adults – A systematic review. *Journal of Dentistry.* 2015 Agus; 43(8): p. 934-954.
- Ramakrishnaiah R, Alkheraif A, Divakar D, Matinlinna J, Vallittu P. The Effect of Hydrofluoric Acid Etching Duration on the Surface Micromorphology, Roughness, and Wettability of Dental Ceramics. *Int J Mol Sci.* 2016; 17(6): p. 822-26.
- Della A, Anusavice K, Hood J. Effect of ceramic surface treatment on tensile bond strength to a resin cement. *Int J Prosthodont.* 2002 junio; 15(3): p. 248-253.
- Addison O, Marquis P, Fleming G. The impact of hydrofluoric acid surface treatments on the performance of a porcelain laminate restorative material. *Dent Mater.* 2007 abril; 23(4): p. 461-468.
- Chaiyabutr Y, McGowan S, Phillips K, Kois J, Giordano R. The effect of hydrofluoric acid surface treatment and bond strength of a zirconia veneering ceramic. *J Prosthet Dent.* 2008 septiembre; 100(3): p. 194-202.
- Zogheib L, Bona A, Kimpara E, McCabe J. Effect of hydrofluoric acid etching duration on the roughness and flexural strength of a lithium disilicate-based glass ceramic. *Braz Dent J.* 2011; 22(1): p. 45-50.
- Luo X, Silikas N, Allaf M, Wilson N, Watts D. AFM and SEM study of the effects of etching on IPS-Empress 2TM dental ceramic. *Surface Science.* 2001 octubre; 491(3): p. 388-394.
- Xiaoping L, Dongfeng R, Silikas N. Effect of etching time and resin bond on the flexural strength of IPS e.max Press glass ceramic. *Dent Mater.* 2014 diciembre; 30(12): p. 330-336.
- Fonzar F, Tricarico M, Sedda M, Carrabba M, Vichi A, Ferrari M. Roughness of lithium-silicate and lithium-disilicate ceramics after HF etching. *Dental Materials.* 2014; 30: p. 31-32.
- Hooshmand T, Parvizi S, Kesvad A. Effect of surface acid etching on the biaxial flexural strength of two hot-pressed glass ceramics. *J Prosthodont.* 2008; 17(5): p. 415-419.
- Cunha D, Oliveira M, Masioli M, Moraes J. Avaliação do efeito de tratamentos superficiais sobre a força de adesão de braquetes em provisórios de resina acrílica. *Dental Press J Orthod.* 2011 febrero; 16(1): p. 37-47.
- El-Damanhoury H, Gaintantzopoulou M. Self-etching ceramic primer versus hydrofluoric acid etching: Etching efficacy and bonding performance. *Prosthodont Res.* 2018; 62(1): p. 75-83.
- Sturz C, Faber F, Scheer M, Rothamel D, Neugebauer J. Effects of various chair-side surface treatment methods on dental restorative materials with respect to contact angles and surface roughness. *Dent Mater J.* 2015; 34(6): p. 796-813.
- Blatz M, Sadan A, Kern M. Resin-ceramic bonding: a review of the literature. *J Prosthet Dent.* 2003; 89(3): p. 268-274.