



DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SUPERFICIALES DEL CELTRA DUO POSTERIOR A LA APLICACIÓN DE DOS ÁCIDOS FLUORHÍDRICOS.

AUTORES:

**ANGIE VANESSA DUQUE CHARRY
PAULA ISABEL SAAVEDRA VEIZAGA
PAULA ANDREA RESTREPO CORTES**

TUTOR:

DR. JUAN DIEGO CAMPO SAAVEDRA

ASESOR METODOLOGICO:

DRA. YENY MABEL LARA PARRA

PROGRAMA DE ODONTOLOGIA

FACULTAD DE SALUD

TRABAJO DE GRADO PARA OTORGAR TITULO DE ODONTOLOGO

UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI

CALI - VALLE

2023

TABLA DE CONTENIDO

TABLAS DE FIGURAS.....	4
LISTA DE TABLAS	5
LISTA DE GRAFICAS	6
TABLA DE ABREVIATURAS.....	7
1. INTRODUCCIÓN	8
2. PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	10
2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
2.2 FORMULACION DEL PROBLEMA.....	11
3. JUSTIFICACION.....	12
4. OBJETIVOS.....	14
4.1 OBJETIVO GENERAL	14
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
5. MARCO DE REFERENCIA	15
5.1 MARCO TEORICO	15
5.1.1 CLASIFICACIÓN DE LA CERÁMICA.....	15
5.1.1.1 COMPONENTES DEL CELTRA DUO	16
5.1. 2. CARACTERÍSTICAS SUPERFICIALES	17
5. 1. 2. 1 BIOCOMPATIBILIDAD	17
5. 1. 2. 2. PROPIEDADES FISICO-MECANICAS	18
5.1.2.3. RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	19
5.1.2.4. FRACTURA.....	20
5.1.2.5. DUREZA.....	21
5.1.2.6. FRAGILIDAD.....	22
5.1.3 TRATAMIENTO DE SUPERFICIE DENTARIA	23
5.1.3.1 PREPARACIÓN DEL DIENTE PARA LENTE CERÁMICO.....	23
5.1.3.2. SENSIBILIDAD	25
5.1.3.3. GRABADO ACIDO CON ACIDO FOSFORICO	26
5.1.3.4. ADHESIÓN.....	26
5.1.4.1 ÁCIDO FLUORHÍDRICO.....	28

5.1.4.2 SILANO	30
5.2 MARCO CONCEPTUAL.....	33
5.3 MARCO CONTEXTUAL	35
5.3.1 UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI	35
5.3.2 TECNOPARQUE DEL SENA.....	36
5.4 MARCO ÉTICO LEGAL	38
5.4.1 MARCO ÉTICO INTENCIONAL	38
5. 4. 2 PRINCIPIOS BIOÉTICOS	41
5. 4. 3 NORMATIVIDAD DISCIPLINAR	42
5.4.4. REGLAMENTACIÓN LEGAL	48
6. METODOLOGÍA	50
6.1 DISEÑO DE ESTUDIO:	50
6.2 CRITERIOS DE SELECCIÓN:	50
6.3 VARIABLES	51
6.4 FASES DE LA INVESTIGACIÓN:	51
6.5 MATERIALES Y MÉTODOS	52
6. 5. 1 PROCEDIMIENTOS ANTES DE REALIZAR EL GRABADO ÁCIDO.....	52
6. 5. 2 GRABADO ÁCIDO.....	53
6. 5. 3 OBTENCION RESULTADOS.....	53
6.6 CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	55
6. 6. 1 PRINCIPIOS BIOÉTICOS RELACIONADOS CON TEMA DE INVESTIGACION:	55
7. RESULTADOS.....	57
8. DISCUSION	64
9. CONCLUSIÓN	67
10. RECOMENDACIONES	67

TABLAS DE FIGURAS

Figura 1. Descripción general del sistema de clasificación propuesto de materiales totalmente cerámicos y similares a la cerámica	17
Figura 2. Parámetros de medición de la rugosidad superficial	34
Figura 3. Ubicación geográfica Universidad Santiago de Cali	35
Figura 4. Universidad Santiago de Cali	35
Figura 5. Ubicación geográfica Tecnoparque Sena Nodo Cali	36
Figura 6. Tecnoparque Sena Nodo Cali	36
Figura 7. Perfilometría del material según la marca del ácido fluorhídrico (Control, EUFAR, BISCO)	57
Figura 8. Imágenes en SEM a un aumento de (1000x)	61
Figura 9. Imágenes en SEM a un aumento de (2000x)	61
Figura 10. Imágenes en SEM a un aumento de (3000x)	62

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Variables de investigación	51
Tabla 2. Distribución de los parámetros de rugosidad para el material según la marca del ácido fluorhídrico (control, EUFAR, BISCO)	58

LISTA DE GRAFICAS

Grafica 1. Representación gráfica del diseño experimental general utilizado en este estudio.	54
Grafica 2. Distribución del parámetro de rugosidad Ra del material según la marca del ácido fluorhídrico (Control, EUFAR, BISCO)	58
Grafica 3. Distribución del parámetro de rugosidad Rq del material según la marca del ácido fluorhídrico (Control, EUFAR, BISCO)	59
Grafica 4. Distribución del parámetro de rugosidad Rz del material según la marca del ácido fluorhídrico (Control, EUFAR, BISCO)	59
Grafica 5. Curva de relación del material (BAC) y de distribución de la amplitud de la curva (ADC) del material según la marca del ácido fluorhídrico	60

TABLA DE ABREVIATURAS

- CAD/CAM: Diseño asistido por computadora / fabricación asistida por computadora
- ZLS: Silicato de litio reforzado con dióxido de circonio
- AF: Ácido fluorhídrico
- FE-SEM: Microscopio electrónico de barrido de emisión de campo
- NAMSA: North american science associates inc
- FGH: Fibroblastos gingivales humanos
- TCML: Termociclado y carga mecánica
- LS2: Disilicato de litio
- GPA: Giga Pascal
- MPA: Mega Pascal
- SIO2: Dióxido de silicio
- SENA: Servicio nacional de aprendizaje

1. INTRODUCCIÓN

Los tratamientos estéticos odontológicos actualmente (2010-2023) son los más requeridos por los pacientes en la práctica clínica ¹. Los procesos de rehabilitación para el segmento anterior requieren de un material de restauración resistente y estético. Los bloques del silicato de litio CELTRA DUO es un bloque CAD/CAM para usar en gabinete con las unidades CEREC de Sirona, es un material de la casa comercial Dentsply Sirona, siendo una cerámica vítrea de alta resistencia con silicato de litio reforzado con óxido de zirconio (ZLS) que gracias a las propiedades químicas del ZLS proporciona una microestructura única, permitiendo estética, fuerza y rapidez, a su vez brindando excelente translucidez, fluorescencia y opalescencia a la restauración cerámica. Además, el reducido tamaño de los cristales aumenta la resistencia a la flexión y su fina microestructura que reduce el tiempo de procesamiento².

En la odontología mínimamente invasiva se busca conservar la mayor parte del tejido dental, usando nuevos tratamientos que apliquen técnicas conservadoras, mediante el uso de materiales de acuerdo a los protocolos clínicos odontológicos, para obtener beneficios implementando una adhesión química utilizando silano y mecánica por el uso del ácido fluorhídrico (AF) al 9.6% de EUFAR y de 9.5% de BISCO generando micro retenciones. Se enfatiza que la unión en esmalte es mejor porque el grabado de la superficie dentaria con ácido fosfórico al 37% provoca distintos grados de disolución en el esmalte Inter prismático y en los prismas, formando un patrón de grabado ácido que consta de microporosidades muy pequeñas e innumerables zonas retentivas que posibilita posteriormente una unión íntima con los materiales de resina³.

Este trabajo de grado ha sido realizado por estudiantes de la facultad de salud del programa de Odontología de la Universidad Santiago de Cali sede Pampalinda en el periodo 2023A para obtener el título de odontología.

Es importante tener los protocolos clínicos con evidencia científica, el tiempo, el material y el principio adhesivo ideal para lograr una unión adhesiva confiable entre el sustrato dental y el material restaurador⁴, dando cumplimiento al sistema obligatorio de garantía y calidad de acuerdo al estándar de procesos prioritarios según la resolución 3100 del 2019, garantizando la seguridad del paciente y el respaldo en su práctica profesional⁵. Por ello se realizó una descripción de las características superficiales en el silicato de litio CELTRA DUO una vez aplicado dos diferentes tipos de ácidos fluorhídricos de marca BISCO al 9.5% Y EUFAR al 9.6%, a un tiempo específico (20 segundos). Se realizaron 10 cortes usando una cortadora de precisión ISOMET 5000 del bloque de silicato de litio (ZLS) de 1.5cm x 1.4cm a 1 mm de grosor , se utilizó bajo los protocolos indicados y posteriormente se realizó el grabado con ácido fluorhídrico al 9.5% y al 9.6% durante 20 segundos, se cuantificó las diferentes rugosidades superficiales una vez aplicado el ácido fluorhídrico mediante un rugosímetro, se comparó por medio de un microscopio electrónico de barrido de emisión de campo (SEM) para observar así las características superficiales posterior al grabado ácido y finalmente determinar que AF proporciona un mejor grabado. Esto con el propósito que el profesional utilice materiales de calidad, para que de esta manera impacte en la vida y la salud oral de la población, garantizando el tratamiento realizado.

2. PROBLEMA DE INVESTIGACION

2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Cada vez son más comunes los procedimientos estéticos dentales con lentes cerámicos son los de mayor demanda por los pacientes en el consultorio¹, gracias a su material que brinda estética y resistencia. Para lograr la cementación de estas restauraciones cerámicas se deben de realizar en la práctica profesional, el uso de materiales de acuerdo a los protocolos clínicos científicamente evidenciados dando cumplimiento al sistema obligatorio de garantía y calidad de acuerdo al estándar de procesos prioritarios según la resolución 3100 del 2019, garantizando la seguridad del paciente y el respaldo en su práctica profesional⁵. Según autores Guzmán et al.⁷ Jurado et al.⁸ y Flury S.³ la adhesión de los lentes cerámicos a la estructura dental, se obtienen mediante tres pasos primordiales⁶.

1. El lente cerámico, deberá ser grabado con ácido fluorhídrico idealmente en concentraciones de 9.5% o 9.6% en su parte interna, aquella que estará en contacto con la superficie del diente, y de esta manera generará rugosidades que aumentan significativamente los valores de retención, que puede resultar en un beneficio clínico mayor, teniendo en cuenta que el grabado por tiempos excesivos podría tener un efecto adverso, debilitando la cerámica⁷
2. El diente deberá estar previamente acondicionado en su superficie. Dependiendo del caso clínico sin un desgaste dental o con una preparación específica que no supere los 1.5mm, para evitar exponer los túbulos dentinarios y a su vez la sensibilidad dental postoperatoria. Además, deberá conservar un espacio aceptable para permitir el espesor necesario de la restauración final sin alterar la

estética y la salud periodontal. Cabe resaltar, que la preparación dental deberá ser mínimamente invasiva para así obtener una adhesión ideal en esmalte y no en dentina⁸.

El grabado con ácido fosfórico al 37% en la superficie dental ya sea en el esmalte la cual genera una desmineralización del sustrato, a través de la remoción selectiva de cristales de hidroxiapatita o en dentina a través de la remoción del barrillo dentinario la cual expone los túbulos dentinarios y la denominada red de fibras colágenas, creando microporosidades y una mayor rugosidad de la superficie³

3. La adhesión ha sido un verdadero desafío para el odontólogo al momento de realizar un tratamiento que cumpla las expectativas del paciente, tanto en la estética como en la resistencia de la restauración cerámica, porque, uno de los principales fracasos en la práctica clínica es la mala adhesión entre el tejido dentario ya sea en esmalte o dentina. Por tanto, se busca una unión ideal entre el sistema adhesivo químico como el silano y mecánico por el ácido fluorhídrico, el tiempo y el material restaurador⁴.

2.2 FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Cuáles son las características superficiales del CELTRA DUO posterior a la aplicación de dos ácidos fluorhídricos?

3. JUSTIFICACION

El silicato de litio reforzado con oxido de zirconio CELTRA DUO de la casa comercial Dentisply Sirona (ZLS) son bloques utilizados para CAD/CAM, contiene microestructuras similares a una matriz vítrea homogénea esta posee un componente cristalino formado por granos redondos y submicrométricos alargados de meta silicatos de litio y ortofosfatos de litio; además de éstos, se añaden rellenos de zirconio tetragonal, destinados a aumentar los valores de resistencia. La combinación de estos componentes crea un material de restauración anterior más resistente que otras cerámicas, estética personalizada ofreciendo una amplia gama de indicaciones y mayor rapidez a la hora de realizar correcciones post fresado, asimismo brinda una biocompatibilidad con los fibroblastos gingivales, reduciendo su efecto citotóxico. Incluso brinda ventajas físico-mecánicas ya que posee un mecanismo que evita la aparición de grietas. En los últimos años varios estudios han demostrado que las restauraciones de ZLS presentan valores de resistencia a la fractura que superan las fuerzas fisiológicas oclusales/masticatorias².

Al realizar la revisión bibliográfica de diferentes artículos sobre el silicato de litio, autores como Caparroso CB et al⁹, establecen que como material cerámico restaurador ofrece una mayor resistencia comparado con otro tipo de cerámicas y brinda características óptimas una vez grabado, ya que genera microporosidades al interior de la superficie cerámica del silicato de litio, desintegrando su fase vítrea y aumentando la rugosidad, esto es beneficioso para la retención micromecánica ya que le permite al adhesivo y al cemento resinoso unirse a la estructura dental de manera permanente.

Por lo cual este trabajo de grado tiene como finalidad describir las características ideales en la superficie interna del silicato de litio, posterior a la aplicación del ácido fluorhídrico al 9.5% y 9.6% durante 20 segundos, con el fin de lograr una buena unión por medio de micro retenciones creando una adhesión fuerte y confiable entre el material restaurador, la resina cementante y el tejido dentario¹⁰, finalmente determinar que AF proporciona un mejor grabado y a su vez se obtenga un grabado total y homogéneo en la superficie interna del lente cerámico, para así generar un impacto en la calidad de vida y la salud oral de la población, mediante la utilización de materiales de alta calidad con un protocolo clínico adecuado, que son un factor determinante en la salud de los pacientes.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Describir las características superficiales del CELTRA DUO posterior a la aplicación de dos ácidos fluorhídricos BISCO al 9.5% y EUFAR al 9.6% durante 20 segundos.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Cuantificar las diferentes rugosidades de la superficie grabada del CELTRA DUO posterior a la aplicación de dos ácidos fluorhídricos BISCO al 9.5% y EUFAR al 9.6% durante 20 segundos
2. Comparar la micromorfología del CELTRA DUO posterior a la aplicación de dos ácidos fluorhídricos BISCO al 9.5% y EUFAR al 9.6% durante 20 segundos
3. Determinar qué ácido fluorhídrico proporciona un mejor grabado comparando las rugosidades superficiales según la perfilometría y las microfotografías

5. MARCO DE REFERENCIA

5.1 MARCO TEORICO

5.1.1 CLASIFICACIÓN DE LA CERÁMICA

Martínez R. et al.¹¹ menciona que cuando hablamos de restauraciones estéticas hoy en día, estamos hablando de restauraciones de cerámica sin metal. Por lo tanto, los cambios y avances en este campo en los últimos años han sido tan importantes y revolucionarios que hoy en día existen muchos sistemas cerámicos. Estas buscan el equilibrio entre los factores estéticos, biológicos, mecánicos y funcionales. Por tanto, para elegir la cerámica más adecuada en cada caso concreto, es necesario conocer sus principales propiedades y la técnica de preparación.

Es importante señalar que la fase vítrea es responsable de la estética, mientras que la fase cristalina es responsable de la resistencia. Por tanto, la microestructura de la cerámica es de gran importancia clínica ya que el comportamiento estético y mecánico del sistema depende directamente de su composición y esta se puede clasificar en tres grandes grupos según su composición química: feldespato, alúmina y zirconio^{12,13}.

Graci S. et al¹⁴. propone clasificar la cerámica en tres categorías según sus materiales de restauración y composición. Así, un material completamente cerámico se clasifica según tenga o no una fase de vidrio (cerámicas de matriz vítrea) (cerámicas policristalinas) o el material contenga una matriz orgánica altamente cargada con partículas cerámicas (cerámicas de matriz resinosa). La familia de las cerámicas de matriz vítrea se divide en tres subgrupos: cerámicas feldespáticas, cerámicas sintéticas y cerámicas basadas en fluorapatita. Las cerámicas policristalinas se dividen en cuatro subgrupos: alúmina, zirconia estabilizada, alúmina reforzada con zirconio y zirconia reforzada con alúmina. El

tercer grupo, las cerámicas de matriz de resina, se divide en diferentes subgrupos en función de su composición; resina nanocerámica, cerámica con matriz interpenetrante de resina y zirconia con matriz interpenetrante de resina.

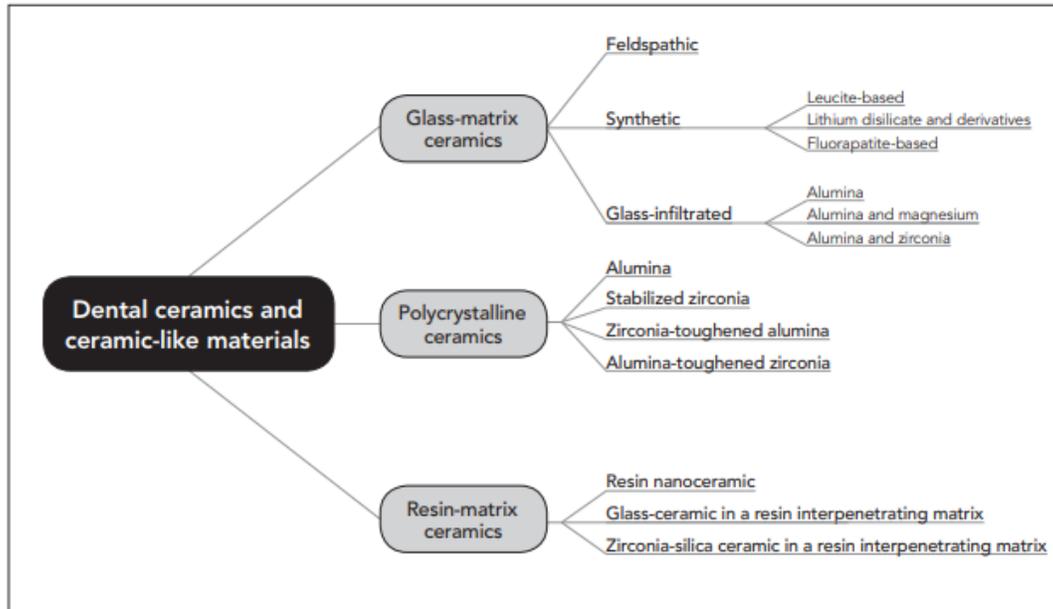


Figura 1. descripción general del sistema de clasificación propuesto de materiales totalmente cerámicos y similares a la cerámica

Tomado de Gracis, Stefano et al.¹⁴ "A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials." *The International journal of prosthodontics* 28 3 (2015): 227-35.

5.1.1.1 COMPONENTES DEL CELTRA DUO

Según la monografía técnica de la Dentsply Sirona;

El CELTRA DUO (ZLS) es un material innovador el cual está compuesto por un 58% de dióxido de silicio y un 5% de pentóxido de fósforo, más un 1,9% de alúmina para aumentar la estabilidad química. El 10,1% de dióxido de zirconio cristalizado añade resistencia, y el 1% de óxido de terbio y el 2,0% de cerio influyen ligeramente en las propiedades ópticas generales del material. Un 10% adicional de dióxido de zirconio que está completamente

diluido en vidrio amorfo para no ser cristalizado se añade a la composición de CELTRA DUO (ZLS) para crear una estructura única de grano fino que aumenta la resistencia del material, pero que permite su fácil mecanización¹⁵

Actualmente, este material se utiliza no solo para la fabricación de coronas anteriores monolíticas, sino también para incrustaciones y lentes de cerámica. Según el fabricante, consiste en pequeños cristales de metasilicato de litio y silicato de litio en una matriz vítrea que contiene óxido de zirconio. Se informa que es estéticamente agradable debido a su alto contenido de vidrio y su tamaño de cristal más pequeño, lo que le otorga propiedades como la translucidez, opalescencia y fluorescencia¹⁶.

5.1. 2. CARACTERÍSTICAS SUPERFICIALES

5. 1. 2. 1 BIOCOMPATIBILIDAD

Se define biocompatibilidad como la habilidad de un material para promover una respuesta biológica apropiada, dentro de su aplicación específica. Por ello los materiales dentales no pueden considerarse sustancias inertes, ya que estos generan una respuesta que puede ser específica o local o sistémica¹⁵. De acuerdo con los resultados obtenidos en el artículo escrito por Rizo M. et al.¹⁶ realizaron estudios in vitro, donde concluyeron que los materiales cerámicos revelaron una mejor respuesta celular que los polímeros.

La biocompatibilidad del ZLS según la "North American Science Associates Inc." (NAMSA) consideró era biocompatible a partir de evaluaciones específicas, basadas en la citotoxicidad y la sensibilización, toxicidad sistémica subcrónica, irritación y genotoxicidad².

Sin embargo, Rizo M. et al.¹⁷ menciona que los fibroblastos gingivales humanos (FGH) cultivados sobre ZLS mostraron una menor proliferación, cobertura y propagación celular y esta mala respuesta celular podría atribuirse a una mayor estructura porosa, no homogénea e irregular con áreas tipo cráter y distribución aleatoria.

Además, Zarone F. et al.¹⁸ informan que las superficies pulidas de ZLS son menos ásperas, acumulan menos biofilm; no obstante, las superficies pulidas mostraron una severa citotoxicidad inicial para los FGH, pero fueron inertes a largo plazo; dicha citotoxicidad (24h) puede estar relacionada con una liberación inicial de restos del material de pulido, reduciendo su efecto de toxicidad a los siete días, luego las células fortalecen sus mecanismos de defensas y pueden detenerse.

5. 1. 2. 2. PROPIEDADES FISICO-MECANICAS

Gracias a la modificación del disilicato de litio a silicato de litio reforzado con zirconio las propiedades físico mecánicas del material han demostrado un aumento evidente de los siguientes valores físicos del ZLS tras el proceso de sometimiento al horno tales como: resistencia a la flexión, fractura, dureza y fragilidad¹⁸ al igual, se ha supuesto que la estructura que se obtiene después de la cristalización presenta propiedades mecánicas mejoradas y cumple los más altos requisitos estéticos¹⁹. Por tanto, Zarone F. et al.¹⁸ menciona que, en ese proceso, se produce un aumento del módulo de elasticidad, la resistencia a la flexión, la tenacidad a la fractura, la dureza y la resistencia característica, disminuyendo el volumen (contracción) en los procedimientos de cocción y pulido los cuales afectan positivamente al fallo por fatiga.

5.1.2.3. RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

La resistencia a la flexión se define como una propiedad mecánica importante para evaluar la resistencia de los materiales frágiles¹⁵. Al respecto Shibasaki P. et al²⁰ obtuvieron como resultado que el pulido con copas de goma sobre las cerámicas vítreas promovió rugosidades y alteraciones morfológicas menores en la superficie, donde se observó que las cerámicas CELTRA DUO y VITA Suprinity tuvieron unas características similares a las cerámicas de IPS Emax CAD, lo que hace que la cerámica vítrea de silicato de litio reforzada con óxido de zirconio sea una buena opción para las restauraciones indirectas.

Lawson N. et al²¹, realizaron pruebas de resistencia a la flexión en el silicato de litio con zirconia (CELTRA DUO) una vez realizado el ciclo de cocción y otra solo fresado, se concluye que, aunque el tratamiento térmico no es necesario para la cristalización del material, se ha informado que la resistencia a la flexión del CELTRA DUO una vez realizado el ciclo de cocción es considerablemente mayor que la del material fresado. Dando como resultado 451.4 MPa Y 300.1 MPa en el mismo orden antes dicho, se concluye que los materiales compuestos de resina presentaban un módulo elástico y una dureza inferiores a los de la cerámica infiltrada, que a su vez presentaba un módulo elástico inferiores a los de la vitrocerámica entre esos el CELTRA DUO.

Autores como Kim S. et al²², concluyen que la vitrocerámica de disilicato de litio mostró la resistencia flexural más alta, y la vitrocerámica feldespática mostró la más baja después del envejecimiento, en el cual se realizaron pruebas simulando el entorno oral, incluyendo la masticación y los cambios de temperatura y humedad, estos pueden afectar a los materiales de restauración, repercutiendo en el éxito a largo plazo de las

restauraciones y pueden estimarse experimentalmente utilizando varios procedimientos de envejecimiento, incluyendo el termociclado y la carga mecánica (TCML) para reproducir la condición intraoral.

5.1.2.4. FRACTURA

Vianna et al.²³ define “fractura” como el momento en que la fuerza de la tensión supera el valor crítico que provoca el rompimiento del material. Y según Guess P.²⁴ et al. Esa incidencia de fractura clínica no solo depende de la capacidad de resistencia de tensión del material cerámico, sino también, de distintos factores, en donde se ve incluida la conformación de la cavidad y la restauración, las propiedades mecánicas de la restauración, el agente cementante y el daño causado por la función oclusal deteriorada.

Sin embargo, también se encuentra la posición del autor Dijken et al.²⁵ Que mediante un estudio in vitro demostró que no hay diferencia entre las distintas preparaciones dentales para mejorar la resistencia a la fractura, sino que está dependerá de la resistencia inherente de la cerámica, el sistema de cementación y la fuerza de unión entre el diente y la cerámica.

Actualmente, el silicato de litio reforzado con zirconio es un material cerámico que se puede encontrar en presentación monolítica o con recubrimiento de cerámica, que combina buenas propiedades mecánicas y excelente estética, con una alta resistencia a la flexión de 210 MPa para bloques que son únicamente fresados y pulidos, y de 370 Mpa para bloques que son sinterizados y glaseados, demostrando una mayor resistencia a la fractura²⁶.

Se encontró que la carga de fractura de las carillas ZLS era significativamente mayor que la de la porcelana a base de feldespato. Según varios estudios in vitro, ZLS mostró un rendimiento mecánico superior en comparación con LS2, lo que confirma la eficiencia potencial de la fase del zirconio adicional que aumenta la resistencia mediante el mecanismo de captura de grietas¹⁸. En el artículo escrito por Freifrau N, et al.²⁷ se concluyó que la carga de falla de los silicatos de litio y zirconio reforzados es más de dos veces mayor que la de las cerámicas de feldespato, posiblemente debido al contenido de zirconio en CELTRA DÚO. En el grupo ZLS, la carga de fractura media fue de 1571,1 N.

Los estudios clínicos del material de vitrocerámica CELTRA DUO (ZLS) son escasos, sin embargo, un estudio clínico realizado por el fabricante de Rinke S, Pfutzenreuter T et al²⁸, informó una tasa de supervivencia del 97,7 % de 88 premolares y molares con corona ZLS a los 3 años, lo que indica una fractura por caries después de 2,5 años y una fractura parcial de la corona después de más de 3 años. No obstante, Christensen GJ²⁹ realizó otro estudio en 2018 en un instituto de evaluación profesional de EE. UU. El contorno ZLS se evaluó y mostró que el 27 % de las coronas tenían fracturas después de un año de servicio clínico y el 7 % de ellas tenían astillas. Las coronas de porcelana de disilicato de litio demostraron una viabilidad del 95 % después de ocho años, lo que demuestra que la resistencia a la fractura de ZLS es menor que la del disilicato de litio, lo que puede explicar la alta tasa de fallas del material.

5.1.2.5. DUREZA

La dureza de un material es una propiedad que ayuda a promover la resistencia al desgaste indicando así el agotamiento de la estructura³⁰. En el estudio Nathaniel

C.Lawson et al²¹ se realizaron las respectivas pruebas de dureza en el silicato de litio y zirconia una vez realizado el proceso de cocción y otra solamente fresado, y dio como resultado 595.1 MPa y 463.5MPa, en el orden antes dicho. Los autores concluyeron que los materiales compuestos de resina presentaban una dureza inferior a los de la cerámica infiltrada.

En otros estudios existen evidencias de que la cristalización del CELTRA DUO cumple un factor importante en el proceso de mejora de la microestructura y con ello el aumento de la resistencia flexural del material o de las propiedades mecánicas de éste, donde los bloques que habían sido previamente cristalizados, presentaban valores más altos en las pruebas de vickers, resistencia flexural y tenacidad a la fractura en comparación con aquellos que no²³.

5.1.2.6. FRAGILIDAD

La fragilidad es una propiedad problemática del material, particularmente cuando el material se usa para restauraciones dentales³¹. Garoushi S et al.³² demostró que las partículas de dióxido de zirconio pueden aumentar la fragilidad y servir como iniciadores de grietas, y promover la reducción de la capacidad de carga después del envejecimiento por fatiga cíclica. Las coronas fabricadas con disilicato de litio mostraron una mayor capacidad de carga que el silicato de litio reforzado con zirconio después del envejecimiento por fatiga cíclica.

Autores como Venturini AB, et al³³, dicen que las cerámicas se consideran materiales frágiles con una mayor susceptibilidad a la fractura bajo esfuerzos de tracción. Esta fragilidad provoca el desarrollo de grietas con la subsiguiente propagación de las mismas y, finalmente un fallo, por el contrario, las propiedades mecánicas de algunas

vitrocerámicas como la cerámica de silicato de litio reforzada con zirconio (ZLS) favorece la deflexión de grietas, lo que mejora su resistencia a la fractura.

En otros estudios como Giraldo TC, et al³⁴. También se pudieron destacar que los materiales que presentaron un mayor valor de dureza pueden ser más propensos a sufrir fracturas marginales debido a su delgado espesor, es decir un material como EMAX CAD, CELTRA o SUPRINITY con un valor de dureza de (2,35 GPa) tiene un factor de predisposición a la fractura de más del 70% a nivel marginal mientras que los materiales de base polimérica presentaron un menor valor de dureza, siendo menos resistentes a la deformación, pero también más resistentes a la fractura sobre todo a nivel marginal.

5.1.3 TRATAMIENTO DE SUPERFICIE DENTARIA

5.1.3.1 PREPARACIÓN DEL DIENTE PARALENTE CERÁMICO

Cedillo J et al.⁶ afirma que es importante que a nivel cervical de los incisivos los cuales poseen una convexidad marcada, esta sea reducida, ya que si no se realiza puede ocasionar fractura en el lente cerámico o que el diente no quede en su totalidad cubierto por la cerámica. Además, es importante señalar que, si los dientes tienen bordes agudos o desgastados, éstos se deberán redondear, con el fin de lograr el asentamiento ideal de la carilla. Mediante el uso de ayudas de orientación de diagnóstico, los odontólogos y técnicos dentales cuentan con los recursos necesarios para fabricar carillas de cerámica mínimamente invasivas para lograr resultados estéticos y duraderos.

Por otro lado, otros autores como Scopin O et al.³⁵ concluyen que antes del tallado de la superficie, se debe de colocar un hilo de retracción, con el fin de tener mayor visibilidad

para establecer un límite al momento de preparar, a comparación de Cedillo J et al⁶, que afirma que no en todos los casos se realiza un desgaste dental.

En cambio, en el tema de preparaciones dentales, Neira R. et al.³⁶ obtuvo como resultados que el tipo de preparación dental con reducción incisal utilizado una orientación vestibular, proximal de 0.3 mm a 0.5 mm e incisal hasta 1mm fue el que presento mayor predilección en su estudio, a su vez en el artículo escrito por Chai S. et al,³⁷ también se concluyó que, según encuestas realizadas a los clínicos, la preparación más común era la preparación dental con reducción incisal. Estos mismos autores mencionan que no existe una preparación incisal para lentes cerámicos ideal universal que pueda ser usada en todos los casos y la evidencia clínica es limitada. Además, evidenciaron que la complicación más común, fue la fractura o astillamiento de la cerámica incisal y los estudios in vitro demostraron que el diseño de la preparación “chaflan palatino” aumentaba el riesgo de fractura.

Jurado C et al.⁸ realizo varias guías de “mock up” basadas en el encerado diagnóstico; para provisionales, reducciones incisales, preparaciones globales y finalmente para reducciones vestibulares. Previo a esto se utilizó una sonda periodontal para medir el grosor de la reducción. La matriz permitirá una mejor visión en las zonas poco accesibles como sitios interproximales sin embargo el autor afirma que clínicos ya experimentados no necesiten ningún tipo de guía de reducción. Tener una preparación dental controlada puede proporcionar el espacio óptimo para un contorno y grosor adecuado para las restauraciones finales fabricadas, reducción para la misma preparación evitando la supra o sub preparación para obtener un caso clínico exitoso.

5.1.3.2. SENSIBILIDAD

Una de las principales causas de dolor dentario tiene como origen la exposición dentinaria, como consecuencia de la pérdida del esmalte dental, cemento radicular y gingival que pueden causar dolor, ya sea provocado por cambios de temperatura, sustancias químicas o al simple hecho de frotar la superficie, este puede aparecer luego de realizar restauraciones defectuosas, remoción de caries, tratamientos conservadores y/o pacientes bruxómanos³⁸.

Scopin de Andrade O, et al.³⁵ dicen que la conservación de la superficie del esmalte dental depende principalmente de la forma de preparación ya que la conservación del esmalte dental durante la preparación reduce la sensibilidad tras la cementación mejorando así, la estabilidad de la cerámica y reduciendo los problemas endodónticos en comparación con las preparaciones que involucran la dentina.

Richardson D, et al.³⁹ explican que el grosor de la dentina desempeña un papel importante en la protección pulpar, pero pierde importancia desde un punto de vista clínico ya que no existe una manera confiable de determinarlo dentro del organismo. Pero es importante preservar la estructura dentaria, se sugiere dejar una capa de dentina de 1,5 mm o más para proteger el tejido pulpar y evitar sensibilidad.

Suárez A, et al.⁴⁰ sugieren que para evitar la sensibilidad post restauración se debe usar bases y recubrimientos pulpaes y a su vez aplicar varias capas de primer, adhesivo y agentes de sensibilizantes luego del tratamiento de la superficie. Además, es importante tener en cuenta no sobrepasar el tiempo de acondicionamiento ácido recomendado para esmalte y dentina.

5.1.3.3. GRABADO ACIDO CON ACIDO FOSFORICO

El uso de ácido fosfórico en el esmalte induce la desmineralización del sustrato, al remover selectivamente los cristales de hidroxiapatita, resultando en una pequeña porosidad y mayor rugosidad superficial, con el fin, de asegurar la retención micromecánica de los adhesivos, mediante el uso de ácido fosfórico al 40% durante 60s aumenta la rugosidad superficial y la retención micromecánica, pero existen estudios in vitro que indican que no se observaron diferencias significativas al realizar estos tratamientos con ácido fluorhídrico y silano⁴¹.

En otros estudios como el de Giraldo et al.³⁴ Se evaluaron el exceso de aclaramiento vítreo (residuo) que deja el ácido fluorhídrico, determinando que el uso activo de ácido fosfórico mejoró los valores de fuerza de unión.

5.1.3.4. ADHESIÓN

En la actualidad en la odontología adhesiva se clasifica por generaciones, estas difieren en su protocolo adhesivo, ya que los adhesivos de cuarta y quinta generación constan de grabado ácido y lavado, también existen adhesivos que son auto grabadores más comúnmente llamados “todo en uno” los cuales son adhesivos de sexta, séptima y octava generación. Por otro lado, estos últimos no brindaban una unión óptima en el sustrato del esmalte debido a que no contaba con la acidez necesaria y por su composición hidrófila. Por esta razón decidieron crear adhesivos universales o “multipropósito”, los cuales son capaces de adherirse a cualquier sustrato dental ya sea de manera micromecánica o química⁴².

Existen diferentes protocolos y aplicaciones en el desarrollo de los adhesivos, lo que dificulta la comprensión y la elección del adhesivo más adecuado. Sin embargo, la

continua necesidad en el desarrollo de los materiales odontológicos en busca de resultados óptimos, ha llevado al desarrollo de sistemas adhesivos universales. Por lo tanto, en lo que respecta a adhesivos, varios autores recomiendan el uso de adhesivos denominados universales, que en su composición contengan el monómero funcional 10-MDP, gracias al nano-ensamblaje que este proporciona al estar íntimamente ligado al calcio presente en la hidroxiapatita, formando de esta manera la molécula Ca-MDP, la cual brinda una fuerza de adhesión inicial alta, y asegurar una adhesión óptima en el tiempo⁴³.

El manejo adecuado de la interfase adhesiva es crucial para el éxito en la duración de las restauraciones indirectas. Esto requiere una comprensión de los materiales que se utilizan, sea silicato de litio o zirconia, conocimiento del sustrato al que va a estar unido, y un protocolo clínico correcto y preciso por parte del operador. Cada odontólogo debe primero conocer el sistema adhesivo y el agente cementante que se está utilizando, sus fortalezas y debilidades, y cómo maximizar su rendimiento⁴⁴.

Según Cuevas C, et al.⁴⁵ concluye lo siguiente; que las pruebas que se realizaron in vitro proponen que la eficacia de la adhesión depende del sustrato en el que se encuentre (dentina o esmalte), de su PH y de la técnica adhesiva utilizada. los autores afirman que en un sustrato como el esmalte independientemente de su PH con un buen protocolo de grabado ácido mejora la fuerza de adhesión produciendo macro y microporosidades en la superficie del esmalte. En cambio, la adhesión en dentina es mucho más compleja ya que este depende de su PH y de la técnica adhesiva cuando se aplican en dentina, los adhesivos universales suaves con un PH >2.5 parecen proporcionar una mejor estabilidad.

5.1.4 TRATAMIENTO DELLENTE CERÁMICO

5.1.4.1 ÁCIDO FLUORHÍDRICO

Durante varios años se ha investigado sobre el efecto y la importancia del grabado con ácido fluorhídrico en las cerámicas de disilicato de litio, siendo cuestionado la utilización de ácido fluorhídrico en esta cerámica debido a su alta toxicidad y al daño que puede ocasionar a la cerámica de disilicato de litio haciéndola más porosa. Actualmente existen varios geles de ácido fluorhídrico en distintas concentraciones, que se aplican en diferentes tiempos de grabado, creando múltiples efectos en las cerámicas tanto como en su aspecto superficial aumentando o disminuyendo la rugosidad y la resistencia a la flexión del material cerámico provocando mayor o menor fragilidad en la cerámica⁴⁶. No obstante, Septimio MD et al.⁴⁷ determinaron en un estudio con 336 muestras que en las restauraciones con disilicato de litio que no fueron tratadas sus superficies con ácido fluorhídrico presentaron una baja resistencia de adhesión, en cambio las superficies que se trataron con ácido fluorhídrico se observaron un incremento importante en la fuerza de unión, incluso sin aplicar silanos previamente. Por lo tanto, es de vital importancia grabar la cerámica previamente, ya que la cerámica sin grabar por sí sola no es retentiva, hay que tener precaución con el mismo porque el grabado con ácido fluorhídrico es un protocolo sensible que varía según con la concentración y tiempo de grabado jugando un papel importante en los valores de rugosidad superficial y resistencia a la flexión en las cerámicas de disilicato de litio⁴⁶.

En la guía de laboratorio de la Universidad de Harvard, menciona que el ácido fluorhídrico graba el vidrio, debido a la fuerte unión que se forma entre los aniones fluoruro y las moléculas de silicio del vidrio, está compuesto por propiamente dicho ácido fluorhídrico

en concentraciones domesticas desde 0.5 por ciento hasta concentraciones industriales del 100 por ciento. Los sinónimos de este son: fluoruro de hidrógeno, ácido fluórico, hidrofluoruro, monohidruo de flúor; su fórmula Mol: HF y su peso Mol: 20,01 el punto de ebullición es de: 68°F (20°C) a 760 mmHg, presión de vapor: 400 mmHg (34°F) y con una densidad de vapor: 0,7 (aire=1)⁴⁸.

Venturini A, et al.⁴⁹ con relación al ácido fluorhídrico explica que, es un material fundamental para la cementación de cerámicas con matriz vítrea, ya que este permite la disolución de ésta y expone los óxidos de silicio (SiO₂) produciendo cambios superficiales, y de esta manera generar microporosidades en la parte interna del lente cerámico con el fin de promover una adhesión micromecánica cuando se combina con cemento resinoso, los resultados del tratamiento también depende de la constitución del sustrato, la topografía de la superficie, la concentración de ácido y el tiempo de grabado.

En el artículo escrito por Qian Hailan et al.⁵⁰ afirman que el AF al 9,5% tuvo un efecto significativo en la morfología de la superficie de las cerámicas de vidrio de disilicato de litio y en la durabilidad de la unión con la resina. Además, demostró que el AF al 9,5% fue eficaz para mantener la durabilidad de la adhesión de la resina con el disilicato de litio.

Al usar un AF de alta concentración se opina que debilita la cerámica, sin embargo, esto puede generar micro retenciones y a su vez una buena adhesión, sin afectar la resistencia y la durabilidad de la cerámica, como lo menciona Catina Prochnowa et al.⁵¹ que al alterar la capa superficial y la topografía del disilicato no promueve un efecto nocivo sobre la carga cíclica.

May M, et al.⁵² concluyó que las concentraciones de AF superiores al 5% utilizadas entre 30 y 120 segundos no afectaron la resistencia y la rugosidad de las vitrocerámicas lo que indica que al utilizar ácido al 9.6% no debilitaría el disilicato de litio, antes generará más microretenciones. Por otro lado, otros autores como Caparroso CB et al. concluyen que “las concentraciones de ácido fluorhídrico al 4,6%, presentaron mejores promedios de adhesión en comparación con los grabados al 9,6%. El grupo con concentración al 4,6% por 20 segundos presentó los mejores resultados”⁹.

5.1.4.2 SILANO

El acondicionamiento de la superficie de los materiales dentales “es un tratamiento de una superficie que aumenta la rugosidad de la misma, es decir, la energía superficial. Los tratamientos de superficie también crean microporos para la infiltración de silanos y cementos de resina”⁵³. Por ello es de gran importancia este paso a la hora de un procedimiento restaurativo con cerámica ya que la realización de este nos garantiza una mejor adhesión.

Por lo anterior, el silano es un monómero el cual tiene dos funciones fundamentales las cuales consisten en; primero un grupo silanol que reacciona con la superficie de la porcelana y segundo, un grupo metacrilato que se copolimeriza con la matriz de resina del composite. Los componentes de unión del silano promueven tanto la humectabilidad del sustrato de vidrio, como el mejoramiento de las características físico mecánicas respecto a la unión del composite a la cerámica, al igual, también se menciona que aumentan la resistencia al agua de la interfaz de unión. Cabe mencionar que Nuñez et al. dice que “El silano tiene la capacidad de mejorar la humectabilidad superficial

provocando un mejor contacto e infiltración del cemento a las irregularidades causadas por el grabado ácido”⁵³.

En cuanto a la parte química en referencia a los agentes de acoplamiento del silano encontramos que “Los silanos utilizados para el pretratamiento superficial con el fin de promover la adhesión suelen ser trialcóxi silanos organofuncionales, ésteres de silano, de fórmula general $RY-SiX_3$, donde R' es un grupo orgánico no hidrolizable, Y un enlazador (normalmente un enlace de propileno) y X un grupo hidrolizable”⁵⁴. Por consiguiente, este material es el indicado para acondicionamiento de la superficie convirtiéndose en un material bifuncional, ya que sus agentes de acoplamiento tienen una reactividad dual, una actuando con el agente cementante y la otra con la superficie de la cerámica.

Los agentes de acoplamiento del silano promueven la unión de fases inorgánicas cerámicas y fases orgánicas de los agentes cementantes a través de la unión de siloxano, donde los grupos reactivos se unen químicamente con las moléculas específicas que contiene el adhesivo⁵³. Al igual, pueden verse como materiales para aumentar la energía superficial de una cerámica grabada para que una el compuesto de resina hidrofóbica y pueda penetrar más fácilmente en él⁵⁴.

Cabe añadir que Nuñez et al. nos menciona que

Cuando el silano es aplicado a la superficie cerámica se forman tres capas estructurales en el agente de acoplamiento. Las capas externas están compuestas de oligómeros que son absorbidos hacia el vidrio de tal forma que puedan ser lavados por solventes orgánicos o agua. Las capas intermedias están compuestas de uniones de siloxano que conectan los oligómeros y son hidrolizables con agua caliente. Las capas más profundas forman una red

tridimensional la cual es hidrológicamente estable. Solamente esta última capa mejora la adhesión.⁵³

5.2 MARCO CONCEPTUAL

- **Describir:** Representar o detallar el aspecto de alguien o algo por medio del lenguaje⁵⁵.
- **Superficie:** Límite o término de un cuerpo, que lo separa y distingue de lo que no es él⁵⁶.
- **Ácido fluorhídrico:** Es un compuesto químico altamente peligroso, corrosivo, de olor agudo y penetrante, formado por hidrógeno y flúor⁵⁷.
- **Cortadora isomet (isomet 5000):** Es una sierra de seccionamiento de precisión diseñada para cortar diversos tipos de materiales con una deformación mínima⁵⁸.
- **Pulido metalográfico:** Es un proceso importante en la preparación de muestras. su objetivo principal es obtener una superficie lisa y uniforme. Requiere la utilización de abrasivos cada vez más finos para lograr la textura deseada^{59,60}.

PARAMETROS DE MEDICION DEL RUGOSIMETRO:

- **RA:** Rugosidad media aritmética; Es la media aritmética de los valores absolutos de las alturas de perfil sobre la longitud de evaluación⁶¹.
- **RQ:** Rugosidad media cuadrática: Está definido como la raíz cuadrada de la media de los cuadrados de las ordenadas del perfil efectivo en relación a la línea media en un módulo de medición⁶¹.
- **RZ:** Rugosidad media: Es el valor promedio de los valores absolutos de las alturas de los cinco picos de perfil más alto y las profundidades de los cinco callejones más profundos dentro de la longitud de evaluación⁶².

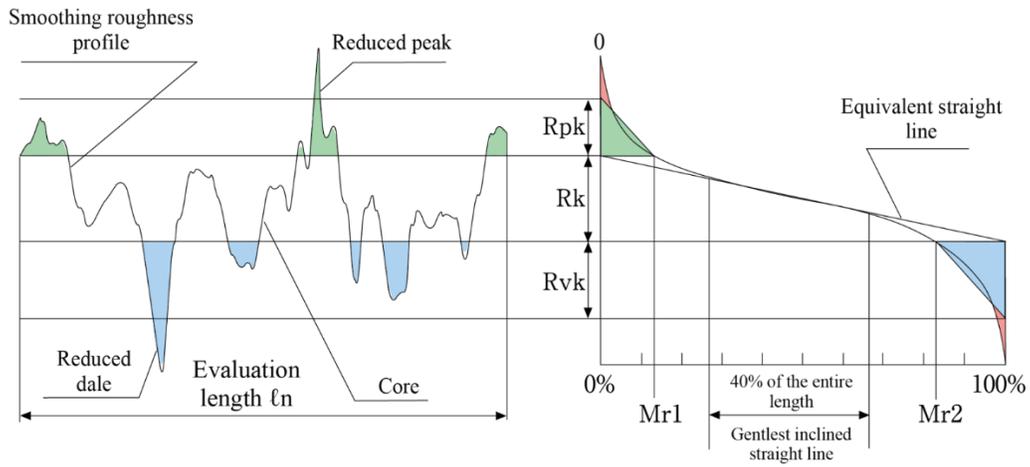


Figura 2: Parámetros de medición de la rugosidad superficial

Tomado de: <https://www.olympus-ims.com>.⁶³

- **Microscopía electrónica de barrido (SEM):** Es una técnica de microscopía que utiliza un haz de electrones para producir imágenes detalladas de la superficie de una muestra⁶⁴.

5.3 MARCO CONTEXTUAL

Este proyecto de investigación realizó las pruebas in vitro en los laboratorios de preclínico de la Universidad Santiago de Cali sede pampalinda (Figura 1 y 2), además se realizaron los estudios de microscopía electrónica de barrido en las instalaciones del tecnoparque SENA nodo Cali (Figura 3 y 4).

5.3.1 UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI

UBICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

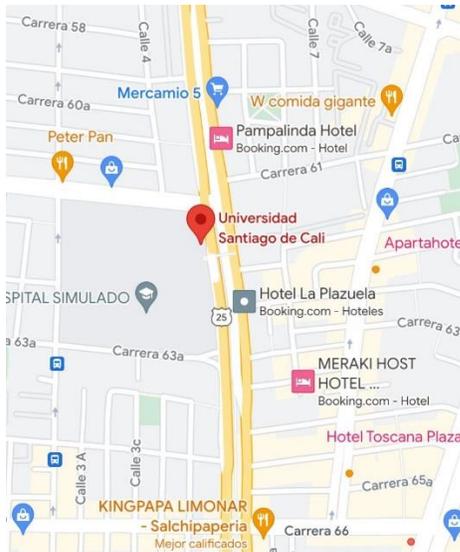


Figura 3



Figura 4

Figura 3: Ubicación geográfica Universidad Santiago de Cali. Tomado de: www.googlemaps.com

Figura 4: Universidad Santiago de Cali. Tomado de: <https://www.elpais.com.co/especiales/educacion-superior/usc.html>

La Universidad Santiago de Cali es una institución de educación superior privada ubicada en la ciudad de Cali, en el departamento del Valle del Cauca 1,2, Colombia. Fue fundada en el año 1958 y actualmente cuenta con una amplia oferta académica en programas de pregrado, posgrado y educación continua.

La universidad se destaca por su compromiso con la educación de calidad y el desarrollo de la región, a través de iniciativas como la creación de centros de investigación, la oferta de programas de responsabilidad social y la colaboración con entidades públicas y privadas en proyectos de impacto social. Cuenta con una amplia gama de actividades extracurriculares para sus estudiantes, incluyendo eventos culturales y deportivos, así como programas de liderazgo y emprendimiento⁶⁵.

La Universidad Santiago de Cali se encuentra ubicada en la ciudad de Cali, departamento del Valle del Cauca, en Colombia. La dirección exacta de la institución es Carrera 5 # 62-00, Barrio Pampalinda, Cali, Valle del Cauca. El campus principal se encuentra en la zona este de la ciudad, cerca de la Avenida Simón Bolívar y la Autopista Cali-Yumbo. Además, cuenta con otras sedes en diferentes puntos de la ciudad y en el municipio vecino de Palmira.

5.3.2 TECNOPARQUE DEL SENA

UBICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN



Figura 5



Figura 6

Figura 5: Ubicación geográfica Tecnoparque Sena Nodo Cali. Tomado de: www.googlemaps.com

Figura 6: Tecnoparque Sena Nodo Cali. Tomado de: <https://redtecnoparque.com/nodos/>

El TecnoParque del SENA en la ciudad de Cali es un importante centro de innovación y desarrollo tecnológico, enfocado en el apoyo y fortalecimiento de emprendimientos y empresas de base tecnológica en la región. Desde su fundación en 2006, se ha destacado por ser un agente clave en la promoción del crecimiento y la modernización de la economía del Valle del Cauca, a través del impulso de la innovación, el uso de tecnologías avanzadas y el fomento del emprendimiento en sectores estratégicos⁶⁶.

Entre las iniciativas que ofrece el TecnoParque del SENA de Cali, se cuentan espacios de coworking, programas de aceleración empresarial, servicios de consultoría y asesoría en áreas como el marketing digital, la gestión de proyectos, la propiedad intelectual y la financiación de proyectos tecnológicos. Además, se imparten cursos y talleres en áreas temáticas específicas, como la robótica, la inteligencia artificial, la ciberseguridad, la biotecnología y la tecnología de materiales⁶⁷.

El TecnoParque del SENA se encuentra ubicado en la Carrera 25 # 41 - 28 , barrio Ciudad 2000. La sede del centro de innovación y desarrollo tecnológico se ubica en la zona norte de la ciudad, cerca de la Avenida 6N y la Carrera 1. Esta sede cuenta con modernas instalaciones y equipamiento tecnológico para el apoyo a emprendimientos y empresas de base tecnológica en la región, así como programas de formación y capacitación en áreas temáticas específicas. Además, el TecnoParque del SENA también cuenta con otras sedes en diferentes regiones de Colombia.

5.4 MARCO ÉTICO LEGAL

5.4.1 MARCO ÉTICO INTENCIONAL

DECLARACIÓN DE HELSINKI DE LA ASOCIACIÓN MÉDICA

La finalidad de la investigación biomédica que implica a personas es de mejorar los procedimientos diagnósticos, terapéuticos y profilácticos y el conocimiento de la etiología y patogénesis de la enfermedad. En la práctica médica actual, la mayoría de los procedimientos diagnósticos, terapéuticos o profilácticos implican riesgos. Esto rige especialmente en la investigación biomédica.

Los principios básicos son:

1. La investigación biomédica que implica a personas debe concordar con los principios científicos aceptados universalmente y debe basarse en una experimentación animal y de laboratorio suficiente y en un conocimiento minucioso de la literatura científica.
2. El diseño y la realización de cualquier procedimiento experimental que implique a personas debe formularse claramente en un protocolo experimental que debe presentarse a la consideración, comentario y guía de un comité nombrado especialmente, independientemente del investigador y del promotor, siempre que este comité independiente actúe conforme a las leyes y ordenamientos del país en el que se realice el estudio experimental.
3. La investigación biomédica que implica a seres humanos debe ser realizada únicamente por personas científicamente cualificadas y bajo la supervisión de un facultativo clínicamente competente. La responsabilidad con respecto a las personas debe recaer siempre en el facultativo médicamente cualificado y nunca en las personas

que participan en la investigación, por mucho que éstas hayan otorgado su consentimiento.

4. La investigación biomédica que implica a personas no puede llevarse a cabo lícitamente a menos que la importancia del objetivo guarde proporción con el riesgo inherente para las personas.

5. Todo proyecto de investigación biomédica que implique a personas debe basarse en una evaluación minuciosa de los riesgos y beneficios previsibles tanto para las personas como para terceros. La salvaguardia de los intereses de las personas deberá prevalecer siempre sobre los intereses de la ciencia y la sociedad.

6. Debe respetarse siempre el derecho de las personas a salvaguardar su integridad. Deben adoptarse todas las precauciones necesarias para respetar la intimidad de las personas y reducir al mínimo el impacto del estudio sobre su integridad física y mental y su personalidad.

7. Los médicos deben abstenerse de comprometerse en la realización de proyectos de investigación que impliquen a personas a menos que crean fehacientemente que los riesgos involucrados son previsibles. Los médicos deben suspender toda investigación en la que se compruebe que los riesgos superan a los posibles beneficios.

8. En la publicación de los resultados de su investigación, el médico está obligado a preservar la exactitud de los resultados obtenidos. Los informes sobre experimentos que no estén en consonancia con los principios expuestos en esta Declaración no deben ser aceptados para su publicación.

9. En toda investigación en personas, cada posible participante debe ser informado suficientemente de los objetivos, métodos, beneficios y posibles riesgos previstos y las molestias que el estudio podría acarrear. Las personas deben ser informadas de que son libres de no participar en el estudio y de revocar en todo momento su consentimiento a la participación. Seguidamente, el médico debe obtener el consentimiento informado otorgado libremente por las personas, preferiblemente por escrito.

10. En el momento de obtener el consentimiento informado para participar en el proyecto de investigación, el médico debe obrar con especial cautela si las personas mantienen con él una relación de dependencia o si existe la posibilidad de que consientan bajo coacción. En este caso, el consentimiento informado debe ser obtenido por un médico no comprometido en la investigación y completamente independiente con respecto a esta relación oficial.

11. En el caso de incompetencia legal, el consentimiento informado debe ser otorgado por el tutor legal en conformidad con la legislación nacional. Si una incapacidad física o mental imposibilita obtener el consentimiento informado, o si la persona es menor de edad, en conformidad con la legislación nacional la autorización del pariente responsable sustituye a la de la persona. Siempre y cuando el niño menor de edad pueda de hecho otorgar un consentimiento, debe obtenerse el consentimiento del menor además del consentimiento de su tutor legal.

12. El protocolo experimental debe incluir siempre una declaración de las consideraciones éticas implicadas y debe indicar que se cumplen los principios enunciados en la presente Declaración.

En la Investigación biomédica no terapéutica que implique a personas (Investigación biomédica no clínica) tenemos que:

1. En la aplicación puramente científica de la investigación médica realizada en personas, es deber del médico seguir siendo el protector de la vida y la salud de la persona participante en la investigación biomédica.
2. Las personas participantes deben ser voluntarios, o bien personas sanas o pacientes cuya enfermedad no esté relacionada con el protocolo experimental.
3. El investigador o el equipo investigador debe suspender la investigación si estima que su continuación podría ser dañina para las personas.
4. En investigaciones en el hombre, el interés de la ciencia y la sociedad jamás debe prevalecer sobre consideraciones relacionadas con el bienestar de las personas.

5. 4. 2 PRINCIPIOS BIOÉTICOS

1. Respeto por la Autonomía. Se refiere a la necesidad de respetar, tanto en acciones como en actitudes, a la capacidad y al derecho que poseen las personas para decidir entre las opciones que a su juicio son las mejores entre las diferentes posibilidades de las que se les haya informado, conforme a sus valores, creencias y planes de vida. Son decisiones respecto a su cuerpo y a su salud, tanto en términos de intervenciones como de investigación. Este principio sustenta la necesidad de contar con un consentimiento informado y del derecho a negarse a una intervención o participación en una relación clínica o de investigación. No se refiere a la no interferencia con las decisiones del otro. Implica la obligación de crear y de mantener las condiciones para tomar decisiones autónomas al tiempo que se ayuda a despejar el temor y otras situaciones que destruyen

o interfieren con las acciones autónomas. De este principio se desprende el deber de proteger a quienes no tienen esta capacidad.⁶⁸

2. Beneficencia. Este principio considera la necesidad de evaluar las ventajas y las desventajas, los riesgos y los beneficios de los tratamientos propuestos, o de los procedimientos de investigación, con el objeto de maximizar los beneficios y disminuir los riesgos. Tiene una dimensión positiva que implica el deber inquebrantable de llevar a cabo acciones específicas encaminadas a procurar el bienestar de las personas, defender sus derechos, prevenir el daño, eliminar las condiciones que le generan riesgo, malestar y dolor, entre otras.⁶⁸

3. No Maleficencia. No se debe infligir daño o hacer mal. Este principio obliga a evitar el daño físico o emocional y el perjuicio en la aplicación de procedimientos o de intervenciones.

4. Justicia. Es el principio por el cual se pretende que la distribución de los beneficios, los riesgos y los costos en la atención sanitaria o en la investigación, se realicen en forma justa. Es decir, que se distribuyan equitativamente entre todos los grupos de la sociedad, tomando en cuenta la edad, el sexo, el estado económico y cultural, y consideraciones étnicas. Se refiere, asimismo, a que todos los pacientes en situaciones parecidas deban tratarse de manera similar y con las mismas oportunidades de acceso a los mejores métodos diagnósticos y terapéuticos.⁶⁸

5. 4. 3 NORMATIVIDAD DISCIPLINAR

Código de Ética del Odontólogo Colombia

CAPÍTULO I: Declaración de Principios

Artículo 1ro.

a. Se entiende por ejercicio de la odontología la utilización de medios y conocimientos para el examen, diagnóstico, pronóstico con criterios de prevención, tratamiento de las enfermedades, malformaciones, traumatismos, las secuelas de los mismos a nivel de los dientes, maxilares y demás tejidos que constituyen el sistema estomatognático.⁶⁹

b. El profesional odontólogo es un servidor de la sociedad y, por consiguiente, debe someterse a las exigencias que se derivan de la naturaleza y dignidad humanas. De acuerdo con lo anterior, la atención al público exige como obligación primaria dar servicios profesionales de calidad y en forma oportuna.

c. Los conocimientos, capacidades y experiencias con que el odontólogo sirve a sus pacientes y a la sociedad, constituyen la base de su profesión. Por lo tanto, tiene obligación de mantener actualizados los conocimientos; los cuales, sumados a su honestidad en el ejercicio de la profesión, tendrán como objetivo una óptima y mejor prestación de los servicios.⁶⁹

d. El odontólogo respetará y hará respetar su profesión, procediendo en todo momento con prudencia y probidad. Sus conocimientos no podrá emplearlos ilegal o inmoralmente. En ningún caso utilizará procedimientos que menoscaben el bienestar de sus pacientes.⁶⁹

e. Debido a la función social que implica el ejercicio de su profesión, el odontólogo está obligado a mantener una conducta pública y privada ceñida a los más elevados preceptos de la moral universal. (Inexequible según Sentencia C-537 de mayo de 2005 de la Corte Constitucional).⁶⁹

f. Es deber del odontólogo colaborar en la preparación de futuras generaciones en instituciones docentes aprobadas por el Estado, estimulando el amor a la ciencia y a la profesión, difundiendo sin restricciones el resultado de sus experiencias y apoyando a los que se inicien en su carrera.⁶⁹

En caso de que sea llamado a dirigir instituciones para la enseñanza de la odontología o a regentar cátedra en las mismas, se someterá a las normas legales o reglamentarias sobre la materia, así como a los dictados de la ciencia, a los principios pedagógicos y a la ética profesional.⁶⁹

g. La vinculación del odontólogo a las actividades docentes implica una responsabilidad mayor ante la sociedad y la profesión. La observancia meticulosa de los principios éticos que rigen su vida privada y profesional y sus relaciones con otros odontólogos, profesores y estudiantes deben servir de modelo y estímulo a las nuevas promociones universitarias. (La expresión en negrilla es inexequible, según la Sentencia antes citada).⁶⁹

h. El odontólogo podrá ser auxiliar de la justicia en los casos que señale la Ley, ora como funcionario público, ora como perito expresamente designado para ello y cumplirá su deber teniendo en cuenta la importancia de la tarea que se le encomiende como experto.⁶⁹

i. El odontólogo como profesional perteneciente a las áreas de la salud, tiene la responsabilidad de aplicar sus conocimientos en el diagnóstico precoz de las enfermedades de la boca y de las enfermedades generales que presenten

manifestaciones orales, valiéndose de todos los medios de diagnóstico que tenga a su alcance.⁶⁹

j. La presente Ley comprende el conjunto de normas sobre ética a que debe ceñirse el ejercicio de la odontología en la República de Colombia. Conc. D. 491/90. Art. 19. «En lo dispuesto por la Ley 35 de 1989. Artículo 1o., literal H, y demás constancias solicitadas, los conceptos emitidos por el odontólogo deberán ser por escrito y contener por lo menos los siguientes datos:

1. Lugar y fecha de expedición.
2. Persona o entidad a la cual se dirige el certificado.
3. Objeto o fines del certificado.
4. Nombre e identificación del paciente.
5. Concepto.
6. Nombre del odontólogo.
7. Número de la tarjeta profesional o carnet.
8. Firma del odontólogo».

CAPÍTULO III: Del secreto profesional, prescripción, historia clínica y otras conductas.

Artículo 23. El odontólogo está obligado a guardar el secreto profesional en todo lo que, por razón del ejercicio de su profesión, haya visto, escuchado y comprendido, salvo en los casos en que sea eximido de él por disposiciones legales. Así mismo, está obligado a instruir a su personal auxiliar sobre la guarda del secreto profesional.⁶⁹

Artículo 17. «El conocimiento que de la historia clínica tengan los auxiliares del odontólogo de la institución en la cual éste labore, no son violatorios del carácter privado y reservado de ésta». ⁶⁹

Artículo 18. «El odontólogo velará o instruirá a sus auxiliares sobre la reserva del secreto profesional, y no será responsable, por la revelación voluntaria que ellos hagan». ⁶⁹

Artículo 20. «Las historias clínicas pueden utilizarse como material de consulta y apoyo a los trabajos odontológicos, con sujeción a los principios del secreto profesional y de la propiedad intelectual». ⁶⁹

Artículo 24. El odontólogo no debe prescribir, suministrar o promover el uso de droga, aparatos u otros agentes sobre los cuales no exista una seria investigación científica. ⁶⁹

Artículo 25. El odontólogo deberá abrir y conservar debidamente, historias clínicas de sus pacientes, de acuerdo con los cánones científicos. ⁶⁹

Artículo 26. Es anti-ético impartir enseñanza organizada de posgrado en consultorios particulares, por ser función privativa de las Facultades de Odontología y demás entidades científicas autorizadas por el Estado con respaldo académico de aquéllas. ⁶⁹

Artículo 27. Ningún odontólogo permitirá que sus servicios profesionales, su nombre o su silencio, faciliten o hagan posible la práctica ilegal de la odontología. ⁶⁹

CAPÍTULO VI: De la relación del odontólogo con las instituciones.

Artículo 37. Las entidades públicas o privadas pueden utilizar los servicios del odontólogo para distintas funciones. La búsqueda o aceptación de cargos estará sujeta a las reglas

profesionales, destinadas a salvaguardar la dignidad e independencia del odontólogo, así como también los intereses gremiales o sociales.⁶⁹

Artículo 38. El odontólogo cumplirá a cabalidad sus deberes profesionales y administrativos, así como el horario de trabajo y demás compromisos a que esté obligado en la institución donde preste sus servicios.

Artículo 39. El odontólogo que labore por cuenta de una entidad pública o privada no podrá percibir honorarios de los pacientes que atiende dentro de esas instituciones.⁶⁹

Artículo 40. Es contrario a la ética suministrar informes falsos o cargar honorarios irreales a cualquier tipo de entidad (gobierno, compañías de seguros, embajadas, cajas de compensación, etc.).⁶⁹

Artículo 41. El odontólogo no aprovechará su vinculación con una institución para inducir al paciente a que utilice sus servicios en el ejercicio privado de su profesión.⁶⁹

CAPÍTULO XI: Alcance y cumplimiento del Código y sus sanciones.

Artículo 56. Las normas del presente Código rigen el ejercicio ético de la odontología. La Federación Odontológica Colombiana, las Facultades de Odontología y las Asociaciones Profesionales velarán por su cumplimiento.

Ninguna circunstancia eximirá de su aplicación.⁶⁹

Artículo 57. Las faltas contra lo preceptuado en este Código serán sancionadas de acuerdo con las disposiciones legales vigentes. Por tanto, se considera obligatoria la enseñanza de la ética odontológica en las Facultades de Odontología.⁶⁹

5.4.4. REGLAMENTACIÓN LEGAL

RESOLUCION NUMERO 8430 DE 1993

Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud.

DISPOSICIONES GENERALES

ARTICULO 1. Las disposiciones de estas normas científicas tienen por objeto establecer los requisitos para el desarrollo de la actividad investigativa en salud.

ARTICULO 2. Las instituciones que vayan a realizar investigación en humanos, deberán tener un Comité de Ética en Investigación, encargado de resolver todos los asuntos relacionados con el tema.

ARTICULO 3. Las instituciones, a que se refiere el artículo anterior, en razón a sus reglamentos y políticas internas, elaborarán su manual interno de procedimientos con el objeto de apoyar la aplicación de estas normas

ARTICULO 4. La investigación para la salud comprende el desarrollo de acciones que contribuyan:

- a. Al conocimiento de los procesos biológicos y psicológicos en los seres humanos.
- b. Al conocimiento de los vínculos entre las causas de enfermedad, la práctica médica y la estructura social.
- c. A la prevención y control de los problemas de salud. Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud.
- d. Al conocimiento y evaluación de los efectos nocivos del ambiente en la salud.

e. Al estudio de las técnicas y métodos que se recomienden o empleen para la prestación de servicios de salud.

f. La producción de insumos para la salud.

6. METODOLOGÍA

6.1 DISEÑO DE ESTUDIO:

ANALITICO

TIPO DE ESTUDIO: En esta investigación se realizó un estudio experimental in-vitro

POBLACIÓN O UNIVERSO: Se realizaron 13 cortes del bloque de cerámica CELTRA DUO de 10 mm por 12 mm por 1 mm de grosor.

6.2 CRITERIOS DE SELECCIÓN:

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Cuerpos de prueba hecho en cerámica de 10 mm por 12 mm por 1 mm de grosor
- Cuerpos de prueba que no estén agrietados, rayados o en mal estado.

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Cuerpos de prueba que estén fabricados con otro tipo de material
- Bloques de material cerámico con defectos de casa comercial.

6.3 VARIABLES

NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICIÓN	TIPO DE VARIABLE	VALORES POSIBLES
CERÁMICA CELTRA - DUO	Material cerámico utilizado en restauraciones estéticas	Independiente	Delgada Gruesas
RUGOSIDAD	Propiedad física de los materiales usados en odontología	Dependiente	Perfilometría Ra - Rq - Rz

Tabla 1. Variables de investigación

6.4 FASES DE LA INVESTIGACIÓN:

- Búsqueda de literatura.
- Propuesta de proyecto.
- Elaboración de anteproyecto.
- Búsqueda de bibliografía.
- Trabajo de campo.
- Análisis de la información: programa estadístico a utilizar.
- Resultados y discusión.
- Conclusiones.

6.5 MATERIALES Y MÉTODOS

ELABORACIÓN DE LAS MUESTRAS:

Las muestras del bloque de cerámica CELTRA-DUO se realizaron por medio de la cortadora ISOMET 5000 recortando 13 cuerpos de 1mm de grosor, que luego serán divididos en dos sub grupos.

1. Sub grupo: 10 cuerpos de prueba que serán divididos por la mitad:

Grupo 1 (n:10): Cerámica que será grabada por 20 segundos con el ácido fluorhídrico de la casa comercial EUFAR

Grupo 2: (n:10): Cerámica que será grabada por 20 segundos con el ácido fluorhídrico de la casa comercial BISCO

2. Sub grupo: 3 cuerpos destinados para las microfotografías en el microscopio electrónico de barrido.

6. 5. 1 PROCEDIMIENTOS ANTES DE REALIZAR EL GRABADO ÁCIDO

HORNO

Todas las muestras fueron sometidas al horno de cocción a una temperatura de 820°C por 90 minutos para así aumentar la resistencia de 300.1 MPA A 451.4 MPA

PULIDO METALOGRÁFICO

Todas las muestras fueron pulidas adecuadamente con la técnica de “pulido metalográfico”. Esto se realizó utilizando un papel de carburo de silicio de grano ascendente, a partir del grano 800 a 5000 bajo enfriamiento con agua, seguido de una felpa con una pasta de pulido de la marca 3M.

LECTURA DE RUGOSIDAD - CONTROL

Las lecturas de la rugosidad se realizaron con un perfilómetro (mitutoyo) previamente calibrado, con el que se realizaron 3 lecturas antes de realizar el grabado ácido con el fin de obtener una media para la realización de las pruebas estadísticas y obtener los datos de un grupo control. Con un total de 30 lecturas realizadas a los 10 cuerpos.

MICROSCOPIA - CONTROL

La microscopía de la superficie de cerámica se realizó con un Microscopio electrónico de barrido con técnica SEM con el que se realizaron 9 fotos, con el fin de poder observar la micromorfología de las superficies una vez realizado el grabado ácido.

6. 5. 2 GRABADO ÁCIDO

GRABADO CON ÁCIDO FLUORHÍDRICO EUFAR

El grabado se realizará en la superficie previamente pulida, se grabará toda la superficie con el ácido fluorhídrico EUFAR por 20 segundos contando el tiempo con el respectivo cronómetro y se lavará con agua corriente por el doble de tiempo.

GRABADO CON ÁCIDO FLUORHÍDRICO BISCO

El grabado se realizará en la superficie previamente pulida, se grabará toda la superficie con el ácido fluorhídrico BISCO por 20 segundos contando el tiempo con el respectivo cronómetro y se lavará con agua corriente por el doble de tiempo

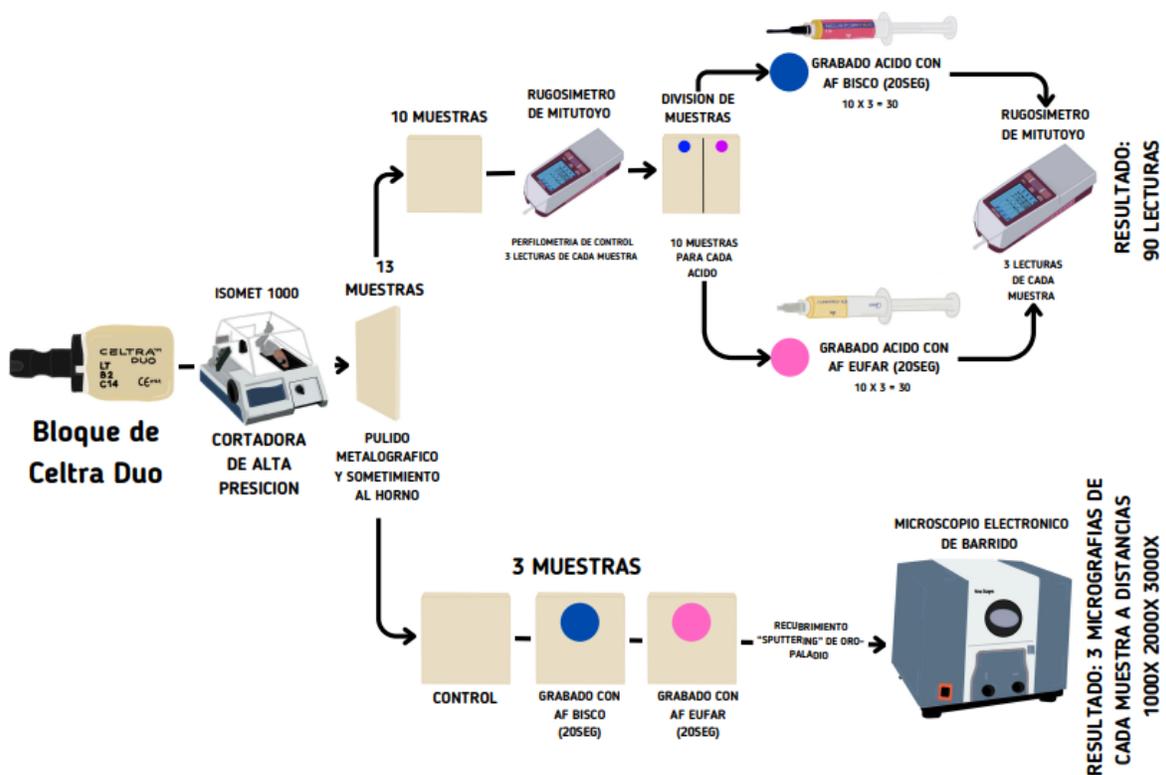
6. 5. 3 OBTENCION RESULTADOS

LECTURA DE RUGOSÍMETRO

Se realizaron 3 lecturas después de realizar el grabado ácido con el fin de obtener una media para la realización de las pruebas estadísticas, Con un total de 60 lecturas realizadas a las 20 muestras.

MICROSCOPIA

La microscopía de la superficie de cerámica se realizó con un Microscopio electrónico de barrido con técnica SEM con el que se realizaron 6 microfografías posterior al grabado ácido y 3 microfografías antes del tratamiento de la superficie, con el fin de poder observar la micromorfología de las superficies una vez realizado el grabado ácido.



Grafica 1. Representación gráfica del diseño experimental general utilizado en este estudio. Elaboración propia.

6.6 CONSIDERACIONES ÉTICAS

La investigación incluyo principios éticos desde su diseño y el desarrollo de la misma. Se dispuso de los recursos necesarios para su ejecución. La investigación se ajusta a las consideraciones éticas según lo dispuesto en la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia y a los requerimientos del comité de ética de la Universidad Santiago de Cali.

En la investigación se aclaran los principios de la bioética: se da a entender que al ser una investigación con materiales dentales no cuenta con consideraciones éticas de autonomía ni justicia debido a que no se trabajara con seres vivos, pero si se aplica las consideraciones éticas de beneficencia por lo que con la investigación se lograra que odontólogos como personas que estén relacionadas con esta carrera e igual mismo interesadas conozcan sobre los beneficios, usos de las resinas a trabajar, no causara maleficencia al ambiente, ni a los seres humanos ya que se realiza esta investigación en pleno uso de conciencia y razón de todos los actos que se estén realizando brindan el poder de decidir sobre la investigación.

6. 6. 1 PRINCIPIOS BIOÉTICOS RELACIONADOS CON TEMA DE INVESTIGACION:

- **PRINCIPIO DE AUTONOMÍA:** Son decisiones respecto a su cuerpo y a su salud, tanto en términos de intervenciones como de investigación, Dentro de este estudio no se hará experimento en seres humanos, sino en cuerpos de prueba para estudios de cambios de color en material cerámico, por tal motivo no se necesita consentimiento informado.
- **PRINCIPIO DE BENEFICENCIA:** Dentro del estudio se considera la necesidad de evaluar las ventajas y las desventajas que tienen los diferentes materiales cerámicos al

ser expuestas en diferentes líquidos, así mismo cual es el más afectado dentro estas sustancias. Evitando así que las personas consuman cierto tipo de sustancias las cuales pueden poner en riesgo no solo restauraciones sino toda la pieza dental.

- **PRINCIPIO NO MALEFICENCIA:** En este estudio no se infligió a daño alguno a ninguna persona ya que no se utilizarán seres humanos para dicho fin, por tanto, no habrá daño físico o emocional dentro de los procedimientos o intervenciones a realizar.
- **PRINCIPIO DE JUSTICIA:** En este estudio lo que se busca es que haya beneficios de inicio a fin, para que otras personas tomen como guía de aprendizaje o guía para realizar más pruebas que indiquen que al pasar el tiempo hay muchas sustancias que causan daño en el material cerámico, así contribuyendo a la sociedad a tener mayor cantidad de información para nuevas investigaciones estas distribuyéndose equitativamente entre todos los grupos de la sociedad, sin importar la edad, sexo, estado económico y cultural, y consideraciones étnicas. Haciendo que todo este material se accesible a la persona que lo necesite.

El presente trabajo por ser de materiales y a su vez laboratorial no tiene implicaciones éticas.

7. RESULTADOS

El rugosímetro arrojó resultados de perfilometría en 10 muestras con tres mediciones en cada una. Se promediaron los valores de cada muestra y de igual forma se promediaron los parámetros de rugosidad Ra, Rq y Rz. Estos datos permitieron la generación de gráficas de perfilometría, curvas de curva de relación del material (BAC) y de distribución de la amplitud de la curva (ADC) DataGraph 4.6 (Visual Data Tools).

Los datos que se consolidaron en Excel y se importaron a STATA IC15 para el análisis; este consistió en el cálculo de medidas de tendencia central y de dispersión de los parámetros de rugosidad Ra, Rq y Rz del ZLS según la casa comercial de ácido fluorhídrico (Control, EUFAR y BISCO). Además, se contrastó por normalidad con la prueba de Shapiro Wilk y de homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene; en caso de cumplir con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas se compararon las distribuciones de los parámetros de rugosidad entre marcas mediante anova de 1 vía, en caso contrario se utilizó la prueba no paramétrica análoga de Kruskal Wallis. Para el contraste se estableció el nivel de confianza en 95% y de significancia en 5%

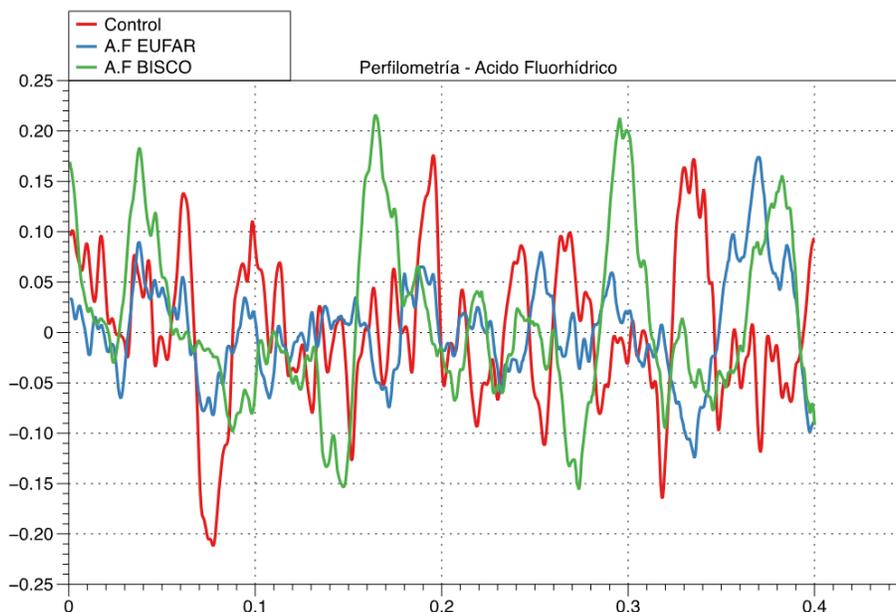
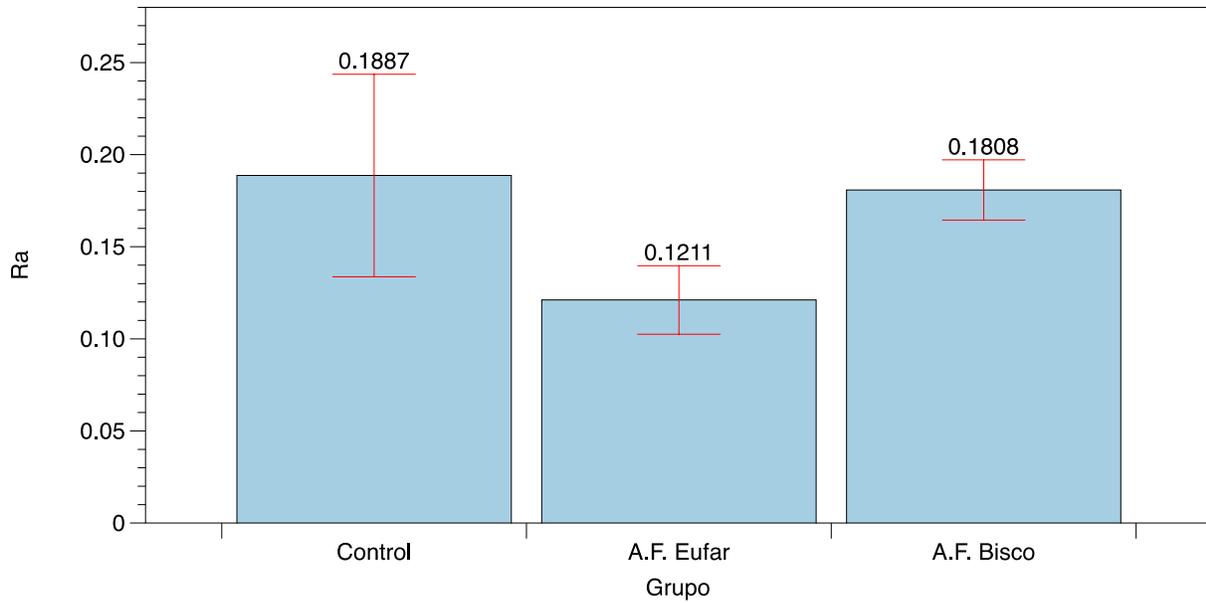


Figura 7. Perfilometría del material según la marca del ácido fluorhídrico (Control, EUFAR, BISCO)

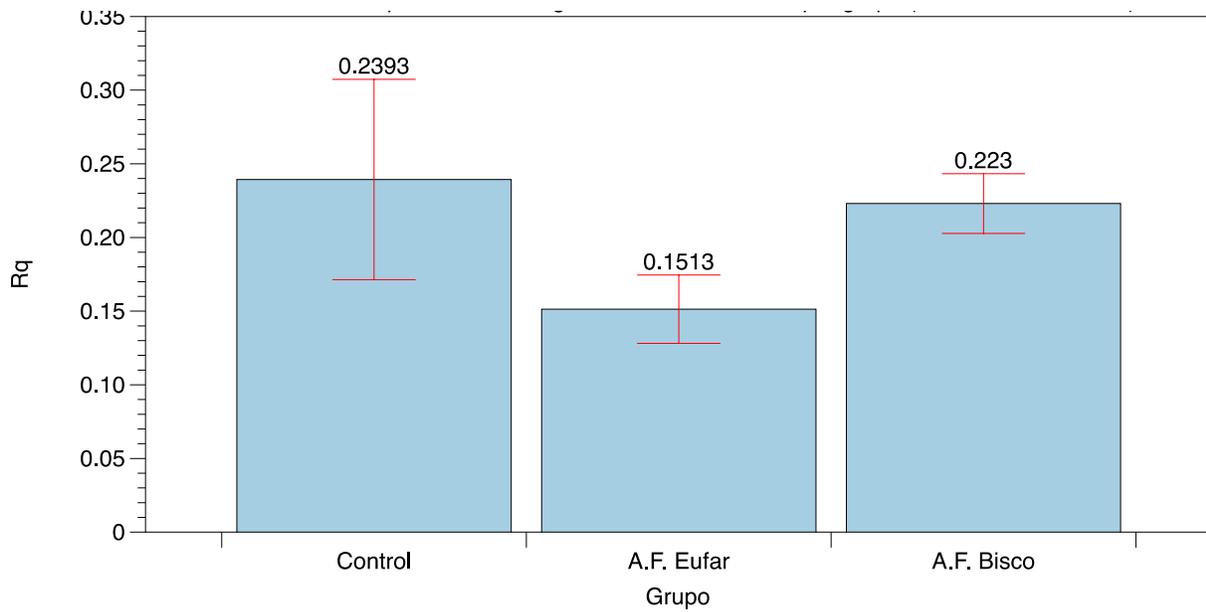
El promedio general del parámetro R_a indica que la rugosidad del grupo control es mayor ($R_a = 0.1887 \pm 0.1649$) lo que se ratifica con el parámetro R_q ($R_q = 0.2393 \pm 0.2040$) R_q =ya que, este último corresponde al cuadrado de las distancias en picos y valles que presenta la perfilometría; del mismo modo, el parámetro R_z fue mayor en grupo control ($R_z = 1.0290 \pm 0.8343$), seguido de BISCO ($R_z = 0.8867 \pm 0.2404$) y finalmente EUFAR ($R_z = 0.6015 \pm 0.2924$) . (Tabla 2). Estas diferencias no fueron estadísticamente significativas entre los materiales ($p > 0.05$) (Tabla 2).

Parámetro	Control $X \pm DE$	Eufar $X \pm DE$	Bisco $X \pm DE$	p
R_a	0.1887 ± 0.1649	0.1211 ± 0.0616	0.1808 ± 0.0517	0.3181†
R_q	0.2393 ± 0.2040	0.1513 ± 0.0769	0.2230 ± 0.0640	0.3269†
R_z	1.0290 ± 0.8343	0.6015 ± 0.2924	0.8867 ± 0.2404	0.2487†

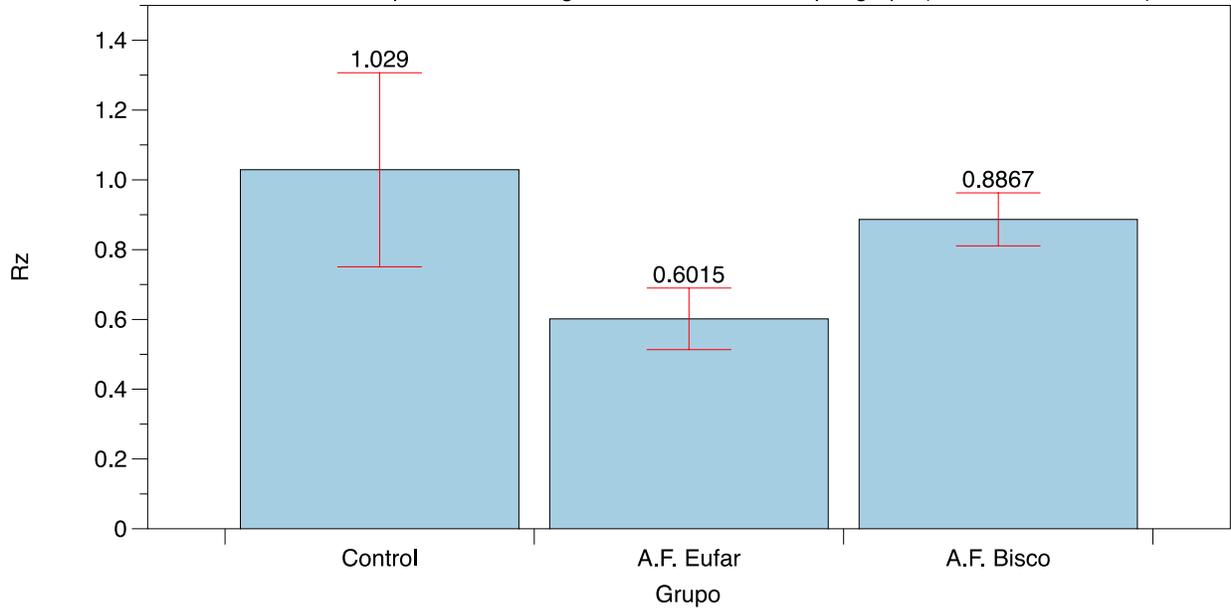
Tabla 2. Distribución de los parámetros de rugosidad para el material según la marca del ácido fluorhídrico (Control, EUFAR, BISCO)



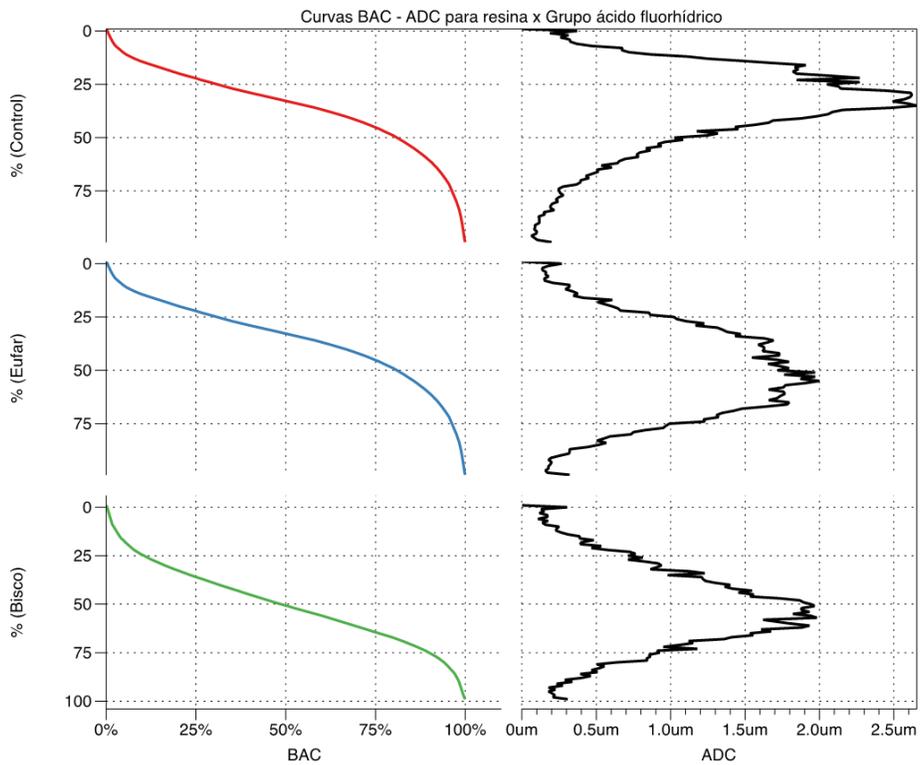
Grafica 2. Distribución del parámetro de rugosidad Ra del material según la marca del ácido fluorhídrico (Control, EUFAR, BISCO)



Grafica 3. . Distribución del parámetro de rugosidad Rq del material según la marca del ácido fluorhídrico (Control, EUFAR, BISCO)



Grafica 4. Distribución del parámetro de rugosidad Rz del material según la marca del ácido fluorhídrico (Control, EUFAR, BISCO)



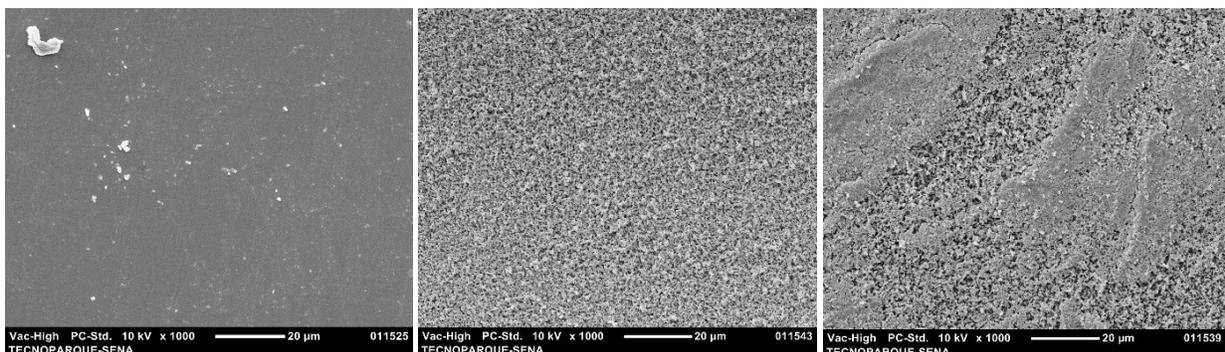
Grafica 5. Curva de relación del material (BAC) y de distribución de la amplitud de la curva (ADC) del material según la marca del ácido fluorhídrico (Control, EUFAR, BISCO)

En resumen, el promedio de Ra (grafico 2) en las muestras de control fue ligeramente mayor en comparación a los otros 2 grupos de muestra (BISCO y EUFAR); Rq (grafico 3) en efecto se encuentra el mismo comportamiento; Rz (grafico 4) en donde se encuentran el pico más alto, también es ligeramente mayor en el grupo de control. Sin embargo, la diferencia entre los 3 grupos de muestras fue de micras, por lo cual no se puede decir que AF fue el más efectivo.

En la Grafica 5. Se aprecia la densidad de picos y valles de los 3 grupos de muestra y se comportan de manera similar, no obstante, se puede deducir que en la muestra grabada con AF de marca BISCO por 20 segundos. presenta más valles que los otros dos grupos de muestra, pero menos picos en comparación a la muestra de control.

Mediante SEM en el equipo JCM-5000 NeoScope se observó la superficie del CELTRA DUO sin tratamiento de la superficie y con ambos tratamientos de grabado, donde se visualizan cambios micromorfológicos de la rugosidad y porosidad.

En la figura 8 En las imágenes (B y C) Se pueden observar cambios en la microestructura de la superficie, presentando microporosidades a comparación a la imagen (A).

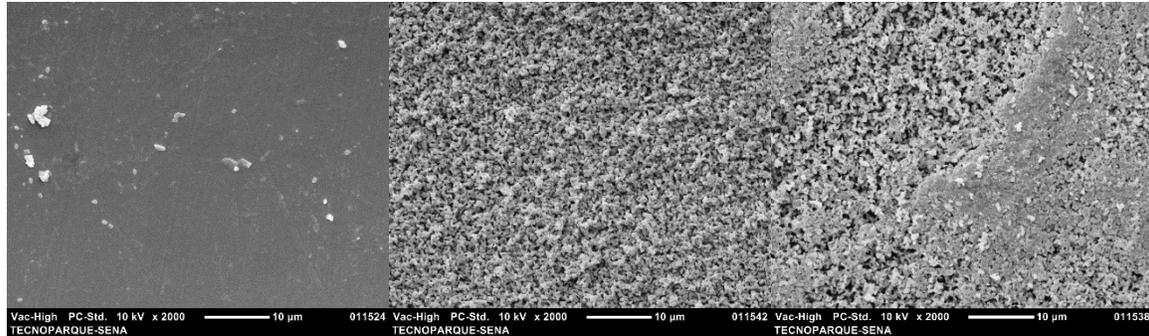


A

B

C.

En la figura 8 Se presentan imágenes en SEM a un aumento de (1000x). Imagen (A) micromorfología de CONTROL sin tratamiento de superficie, imagen (B) superficie grabada con ácido fluorhídrico al 9.5% (BISCO), imagen (C) superficie grabada con ácido fluorhídrico al 9.6% (EUFAR).

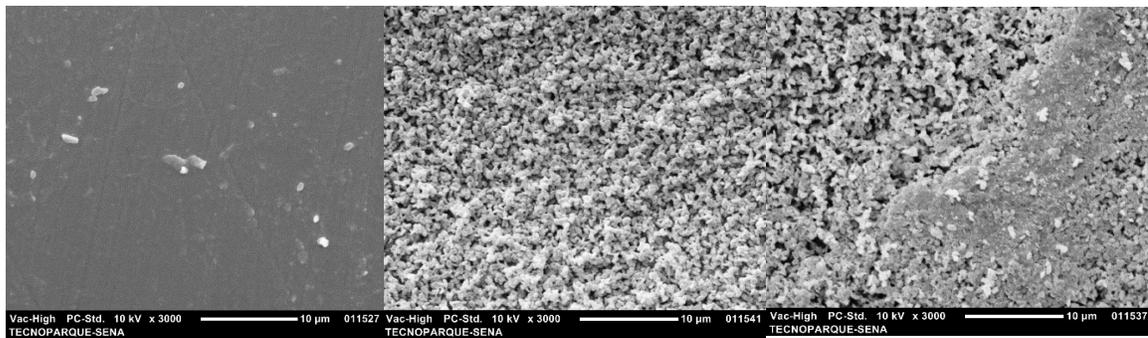


A

B

C

En la figura 9. Se presentan imágenes en SEM a un aumento de (2000x). Imagen (A) micromorfología de CONTROL sin tratamiento de la superficie, imagen (B) superficie grabada con ácido fluorhídrico al 9.5% (BISCO), imagen (C) superficie grabada con ácido fluorhídrico al 9.6% (EUFAR).



A

B

C

En la figura 10. Se presentan imágenes en SEM a un aumento de (3000x). Imagen (A) micromorfología de CONTROL sin tratamiento de la superficie, imagen (B) superficie grabada con ácido fluorhídrico al 9.5% (BISCO), imagen (C) superficie grabada con ácido fluorhídrico al 9.6% (EUFAR).

Las muestras grabadas con AF de la marca BISCO presentan rugosidades homogéneas en toda la superficie tratada como se puede observar en las imágenes (B), en comparación a las imágenes de control (A). Por el contrario, las muestras grabadas con

AF de la marca EUFAR imágenes (C) presentaron irregularidades discontinuas observándose zonas de la cerámica que no alcanzaron a ser grabadas.

8. DISCUSION

Debido a su alta resistencia, estética atractiva, solidez química y excelente biocompatibilidad, las cerámicas dentales son uno de los materiales más utilizados en la restauración dental en la actualidad. Sus propiedades ópticas imitan las propiedades del tejido dental, creando un aspecto más natural⁷⁰. A pesar de lo anterior para asegurar la durabilidad y biomecánica del trabajo cerámico, su superficie debe de ser tratada con agentes químicos antes de ser cementada. Es allí donde se involucra el ácido fluorhídrico, el cual, se considera un agente de modificación de superficie eficaz que es capaz de disolver la matriz vítrea, exponiendo así los cristales de disilicato de litio⁷¹. Este es un material muy efectivo, económico, rápido y fácil de usar que lo hace muy popular entre los odontólogos.

Caparroso et al ⁷² confirma que el efecto de la concentración del ácido fluorhídrico y el tiempo de aplicación sobre la cerámica de disilicato de litio no altera significativamente la rugosidad de la superficie cerámica. sin embargo, en el presente estudio, se decidió realizar grabado con ácidos fluorhídrico al 9.5% y 9.6% a 20 segundos con el fin de evitar, además, el debilitamiento de la cerámica, ya que Puppín, et al ⁷³, menciona que el tiempo de grabado y la concentración del ácido influyen de manera significativa en la estructura de la cerámica, generando una profunda degradación de la misma.

Con respecto al AF diversos estudios recomiendan que es un producto ideal para el tratamiento del silicato de litio reforzado con óxido de zirconio, existiendo en el ámbito comercial diferentes concentraciones para este producto, ahora bien, con una concentración al 9.5% y 9.6% durante 20 segundos no se presentan diferencias significativas en las microporosidades causadas según nuestros resultados estadísticos.

Por lo tanto, se encuentran estudios donde mencionan que, el microarenado en materiales de restauración diferentes al ZLS es una técnica necesaria que complementa y mejora la retención mecánica aumentando la superficie de unión. Al igual, en el disilicato de litio aplicando “solo” el micro arenado de óxido de aluminio se obtuvieron valores de resistencia de unión de 12.2 Mpa.⁷⁴. Asimismo, en artículos como Besh, et al⁷⁵, el arenado creó valores de rugosidad media significativamente más altos en comparación con otros tratamientos superficiales para Vita Suprinity y CELTRA DUO, pero esto generó pequeñas grietas en el material lo que podría causar la propagación de estas y el fallo de la restauración en un futuro. Pero, por el contrario, Zúñiga et al⁷⁶ investigaron sobre el tratamiento de superficie del disilicato de litio con diferentes opciones, el primero fue grabando con AF que produjo en el disilicato de litio una superficie muy retentiva, con la existencia de valles, crestas y porosidades en toda la superficie; en cambio, el AF complementado con el micro arenado creó una superficie parcialmente lisa, sin retenciones en toda la superficie, solamente algunas crestas y valles sin profundidad.

En el estudio realizado por Besh, et al⁷⁵ se visualizan imágenes obtenidas por medio de la técnica SEM del efecto de los tratamientos superficiales con AF en las cerámicas (IPS e. Max CAD, Vita Suprinity, Celtra Dúo y n.lce), en donde se evidenció menor rugosidad que en otros tratamientos superficiales, pero sí se comprobaron cambios en la micromorfología, produciéndose microporosidades en la superficie de los cuatro tipos cerámicos, así mismo, el CELTRA DUO se visualizaba con forma de panal de abeja. Sin embargo, en las microfotografías del presente estudio se observaron superficies

irregulares, con presencia de surcos abundantes y aparentemente profundos, pero no con la apariencia de panal.

Se sugiere hacer futuros trabajos donde se evidencie acerca de cuál es el mejor tratamiento de superficie para el material CELTRA DUO, con el fin de encontrar una mayor fundamentación de los cambios superficiales provocados por un tratamiento de la superficie especial para este material. Además de trabajos de campo que respalden el efecto que tiene la concentración, el tiempo de aplicación del AF o si es mejor realizar o no el arenado con óxido de zirconio, de modo que aumenten los valores de adhesión y resistencia de la mano de la cementación con materiales resinosos para brindar así un tratamiento más garantizado al paciente.

9. CONCLUSIÓN

Con las limitaciones propias de nuestro modelo experimental podemos concluir que:

1. La rugosidad de los materiales, según la perfilometría, evidencia la presencia de valles y picos pronunciados en el material sometido al ácido fluorhídrico de BISCO con respecto a los otros dos grupos; al mismo tiempo, se observa el aspecto “aplanado” del grupo EUFAR con relación a los otros dos materiales, sin embargo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas.
2. Se observan numerosas microporosidades, surcos y estrías cuando se utiliza una concentración de ácido fluorhídrico al 9.5% y 9.6% debido a la disolución de la matriz vítrea, sin embargo, se presentan de manera más uniforme con el AF de BISCO.
3. El efecto de la concentración de ácido fluorhídrico al 9.5% y 9.6% y el tiempo de aplicación (20seg) en el CELTRA DUO no cambió significativamente la rugosidad de la superficie de la cerámica.

10. RECOMENDACIONES

Se sugiere realizar más estudios in vitro y seguimientos que fortalezcan los resultados de este estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

1. Brenes DR, Mondol López M. Turismo odontológico. *Odontología Vita*. el 12 de junio de 2014;12. Disponible en: <https://revistas.ulatina.ac.cr/index.php/odontologiavital/article/download/289/297>
2. Dentsply Sirona. Celtra® Duo Zirconia-Reinforced Lithium Silicate (ZLS) Block. Dentsply Sirona [Internet]. 2016 [consultado el 22 de febrero de 2022]:8. Disponible en: [https://assets.dentsplysirona.com/dentsply/microsites/celtra/CELTRA DUO-tech-monograph.pdf](https://assets.dentsplysirona.com/dentsply/microsites/celtra/CELTRA_DUO-tech-monograph.pdf)
3. Flury S. Principles of adhesion and adhesive technique. *Quintessenz Team Journal*. 2011;25(10, 2012):6.
4. Zamorano Pino X, Valenzuela Aránguiz V, Peña Juliá V, Saul Pino C. Superficial micromorphology of 2 etchable ceramics treated with different acids. *Rev. Clin. Periodoncia Implantol. Rehabil. Oral* [Internet]. 2016 [consultado el 4 de febrero de 2022];9(1):6. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.piro.2015.09.00>
5. Manual de Inscripción de Prestadores y Habilitación de Servicios de Salud., Resolución n.º 3100 [Internet], 25 de noviembre de 2019 (Colombia). Disponible en:

https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resolución%20No.%203100%20de%202019.pdf

6. Cedillo Valencia JD. Carillas de porcelana sin preparación. Non preparation porcelain veneers. REVISTA ADM [Internet]. 2011 [consultado el 27 de febrero de 2023];LXVIII(6):9. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2011/od116k.pdf>

7. Guzmán Thoms JP, González Bustamante H, Salgado Montoya M. Influencia del tiempo de tratamiento de superficie con ácido fluorhídrico de la porcelana VITA VM 13 en la resistencia de unión a cemento de resina frente a fuerzas de tracción: Estudio in vitro. Rev clín periodoncia implantol rehabil oral [Internet]. 2012 [citado el 27 de febrero de 2023];5(3):117–21. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-01072012

8. Jurado CA. Optimal tooth reduction for veneer restorations: A case report. Int J Prosthodont Restor Dent [Internet]. 2019;9(3):99–103. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5005/jp-journals-10019-1244>

9. Caparroso-Pérez, C., Latorre-Correa, F., Arroyave-Hoyos, L. J., Grajales-Gaviria, C. A., & Medina-Piedrahita, V. M. (2014). In vitro evaluation of the effect of hydrofluoric acid concentration and application time on adhesion to lithium

disilicate. Revista de La Facultad de Odontología Universidad de Antioquia, 26(1), 62–75. <https://doi.org/10.17533/udea.rfo.14272>

10. Sofan, E., Sofan, A., Palaia, G., Tenore, G., Romeo, U., & Migliau, G. (2017). Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type. Annali Di Stomatologia, 8(1), 1–17. <https://doi.org/10.11138/ads/2017.8.1.001>

11. Rus M, Ramiro P, García S, Jesús M, Gómez R, Profesor, et al. Dental ceramics: Classification and selection criteria [Internet]. Isciii.es. 2007 [citado el 14 de abril de 2023]. Disponible en: <https://scielo.isciii.es/pdf/rcoe/v12n4/revision1.pdf>

12. Sadaqah NR. Ceramic laminate veneers: Materials advances and selection. Open J Stomatol [Internet]. 2014 [citado el 14 de abril de 2023];04(05):268–79. Disponible en: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=45892>

13. Kelly JR, Benetti P. Ceramic materials in dentistry: historical evolution and current practice: Ceramic materials in dentistry. Aust Dent J [Internet]. 2011;56 Suppl 1:84–96. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1834-7819.2010.01299.x>

14. Gracis S, Thompson VP, Ferencz JL, Silva NRFA, Bonfante EA. A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *Int J Prosthodont* [Internet]. 2015;28(3):227–35. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.11607/ijp.4244>

15. Ruiz, S. Determinación del silicato de litio reforzado con zirconio (CELTRA DUO®) en comparación con el disilicato de litio monolítico. [Internet]. 2021. [citado: 2023, febrero] Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12495/6523>
Rizo-Gorrita M, Herráez-Galindo C, Torres-Lagares D, Serrera-Figallo M-Á,

16. Gutiérrez-Pérez J-L. Biocompatibility of polymer and ceramic CAD/CAM materials with human gingival fibroblasts (HGFs). *Polymers (Basel)* [Internet]. 2019 [citado el 27 de febrero de 2023];11(9):1446. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31484458/>

17. Rizo-Gorrita M, Luna-Oliva I, Serrera-Figallo M-Á, Gutiérrez-Pérez J-L, Torres-Lagares D. Comparison of cytomorphometry and early cell response of human gingival fibroblast (HGFs) between zirconium and new Zirconia-reinforced lithium silicate ceramics (ZLS). *Int J Mol Sci* [Internet]. 2018 [citado el 27 de febrero de 2023];19(9). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30208663/>

18. Zarone F, Ruggiero G, Leone R, Breschi L, Leuci S, Sorrentino R. Zirconia-reinforced lithium silicate (ZLS) mechanical and biological properties: A literature

review. *J Dent* [Internet]. 2021;109(103661):103661. Disponible en: <https://europepmc.org/article/med/33864886>

19.Elsaka SE, Elnaghy AM. Mechanical properties of zirconia reinforced lithium silicate glass-ceramic. *Dent Mater* [Internet]. 2016;32(7):908–14. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0109564116300070>

20.Nishitani Shibusaki PA, Cavalli V, Oliveira MC, Barbosa JP, Gomes Boriollo MF, Marcondes Martins LR. Influence of surface treatment on the physical properties and biofilm formation of Zirconia-reinforced lithium silicate ceramics: In vitro trial. *Int J Prosthodont* [Internet]. 2021 [citado el 27 de febrero de 2023]; Disponible en: http://quintpub.com/journals/ijp/abstract.php?iss2_id=1453&article_id=21214

21. Lawson NC, Bansal R, Burgess JO. Wear, strength, modulus and hardness of CAD/CAM restorative materials. *Dental Materials* [Internet]. Noviembre de 2016 [consultado el 27 de febrero de 2023];32(11):e275-e283. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2016.08.222>

22.Kim S-H, Choi Y-S, Kang K-H, Att W. Effects of thermal and mechanical cycling on the mechanical strength and surface properties of dental CAD-CAM restorative materials. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2022;128(1):79–88. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022391320307277>

23. Vianna ALS de V, Prado CJ do, Bicalho AA, Pereira RA da S, Neves FD das, Soares CJ. Effect of cavity preparation design and ceramic type on the stress distribution, strain and fracture resistance of CAD/CAM onlays in molars. J Appl Oral Sci [Internet]. 2018;26:e20180004. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-7757-2018-0004>

24. Guess PC, Schultheis S, Wolkewitz M, Zhang Y, Strub JR. Influence of preparation design and ceramic thicknesses on fracture resistance and failure modes of premolar partial coverage restorations. J Prosthet Dent [Internet]. 2013 [citado el 27 de febrero de 2023];110(4):264–73. Disponible en: [https://www.thejpd.org/article/S0022-3913\(13\)60374-1/fulltext](https://www.thejpd.org/article/S0022-3913(13)60374-1/fulltext)

25. van Dijken JWV, Hasselrot L. A prospective 15-year evaluation of extensive dentin-enamel-bonded pressed ceramic coverages. Dent Mater [Internet]. 2010;26(9):929–39. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2010.05.008>

26. D’Arcangelo C, Vanini L, Rondoni GD, De Angelis F. Wear properties of dental ceramics and porcelains compared with human enamel. J Prosthet Dent [Internet]. 2016;115(3):350–5. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.09.010>

27. Von Maltzahn N, El Meniawy O, Breitenbuecher N, Kohorst P, Stiesch M, Eisenburger M. Fracture Strength of Ceramic Posterior Occlusal Veneers for

Functional Rehabilitation of an Abrasive Dentition. The International Journal of Prosthodontics [Internet]. Septiembre de 2018 [consultado el 27 de febrero de 2023];31(5):451-2. Disponible en: <https://doi.org/10.11607/ijp.5817>

28. Rinke S, Pfitzenreuter T, Leha A, Roediger M, Ziebolz D. Clinical evaluation of chairside-fabricated partial crowns composed of zirconia-reinforced lithium silicate ceramics: 3-year results of a prospective practice-based study. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry [Internet]. 26 de octubre de 2019 [consultado el 27 de febrero de 2023];32(2):226-35. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jerd.12542>

29. Christensen GJ. ZIRCONIA: most durable tooth-colored crown material in practice-based clinical study. clinicians report [Internet]. 2018 Nov;11:8. Available from: <http://www.rcalab.com/wp-content/uploads/2018/11/Zirconia-Most-durable-tooth-colored-crown-material-in-clinical-study-November-2018.pdf>

30. Chamba Jima, Cristian Guillermo (2016). Dureza superficial de dientes artificiales de resina acrílica convencional después de la inmersión en bebidas no alcohólicas. Estudio in vitro. Proyecto de investigación presentado como requisito previo a la obtención del título de Odontólogo. Carrera de Odontología. Quito : UCE. p. 154

31. Coronel CA. Caracterización microestructural y propiedades mecánicas de materiales dentales utilizados para sistemas cad/cam [Internet]. [Madrid]:

Universidad Complutense de Madrid; 2017 [citado el 27 de febrero de 2023].

Disponible en: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/49664/1/T40448.pdf>

32. Garoushi S, Säilynoja E, Vallittu PK, Lassila L. Fracture-behavior of CAD/CAM ceramic crowns before and after cyclic fatigue aging. *Int J Prosthodont* [Internet].

2021 [citado el 27 de febrero de 2023]; Disponible en:

http://quintpub.com/journals/ijp/abstract.php?iss2_id=1453&article_id=21131

33. Venturini AB, Prochnow C, Pereira GKR, Segala RD, Kleverlaan CJ, Valandro LF. Fatigue performance of adhesively cemented glass-, hybrid- and resin-ceramic materials for CAD/CAM monolithic restorations. *Dent Mater* [Internet].

2019;35(4):534–42.

Disponible

en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S010956411830558X>

34. Giraldo TC, Villada VR, Castillo MP, Gomes OMM, Bittencourt BF, Dominguez JA. Active and passive application of the phosphoric acid on the bond strength of lithium disilicate. *Braz Dent J* [Internet]. 2016 [citado el 28 de febrero de

2023];27(1):90–4.

Disponible

en:

<https://www.scielo.br/j/bdj/a/4LbzkMkzqBDmBmnpQy9T8dG/?lang=en>

35. Scopin de Andrade O, Borges GA, Stefani A, Fujiy F, Battistella P. Carillas de disilicato de litio y cerámica de recubrimiento. *Quintessence téc* [Internet]. 2011

[cited 2023 Feb 28];22(3):151–69. Available from: <https://www.elsevier.es/es->

[revista-quintessence-tecnica-33-articulo-carillas-disilicato-litio-ceramica-recubrimiento-X1130533911017180](#)

36. Soria N, Ramiro H. Nivel de conocimiento de preparaciones dentales para carillas cerámicas [Internet]. [Santiago de Guayaquil]: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil; 2020 [citado el 28 de febrero de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/15107?locale=en>

37. Chai SY, Bennani V, Aarts JM, Lyons K. Incisal preparation design for ceramic veneers. J Am Dent Assoc [Internet]. 2018;149(1):25–37. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0002817717307870>

38. Alvarez C., Arroyo P., Aranguiz V., Chaparro A., Contreras R., Leighton C., Moncada G., Quintana M., Rudolph M., Silva A., Sommariva C., Villavicencio JJ., Xaus G. Diagnóstico y Tratamiento de la Hipersensibilidad [Internet]. Visitaodontologica.com. 2010 [citado el 28 de febrero de 2023]. Disponible en: <https://www.visitaodontologica.com/ARCHIVOS/PROTOCOLOS/ENDO-HIPERENSIBILIDAD-DENTINARIA.pdf>

39. Richardson D, Tao L, Pashley DH. Dentin permeability: effects of crown preparation. Int J Prosthodont [Internet]. 1991 [cited 2023 Feb 28];4(3):219–25. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1810312/>

40. Suárez Valencia A, Triana Benavides C, Calvo Ramírez N, , Acero Barbosa A. Factores etiológicos de la hipersensibilidad primaria y secundaria en tejido dentario. Protocolo de manejo clínico. Acta Odontológica Colombiana [Internet]. 2011;1(2):125-135. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=582365480009>

41. Arevalo J., Galofre O., Montes Y. TRATAMIENTOS DE SUPERFICIE AL DISILICATO DE LITIO PRECEMENTACIÓN AL SUSTRATO DENTAL [Internet]. Edu.co:8080. 2022 [cited 2023 Feb 28]. Available from: http://repositorio.unicoc.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/1/985/202201_RO_Tes_TRATAMIENTOS%20DE%20SUPERFICIE.pdf?sequence=1&isAllowed=y

42. Fehrenbach J, Isolan CP, Münchow EA. Is the presence of 10-MDP associated to higher bonding performance for self-etching adhesive systems? A meta-analysis of in vitro studies. Dent Mater [Internet]. 2021;37(10):1463–85. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0109564121002360>

43. Gary A.. Universal adhesives: the next evolution in adhesive dentistry? Compend Contin Educ Dent [Internet]. 2015 [cited 2023 Feb 28];36(1):15–26; quiz 28, 40. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25822403/>

44. Salazar MSV, Abril VJV, Barba GL. Protocolos adhesivos a la cerámica de Disilicato de Litio y la cerámica no grabable Zirconia. Anál comport las líneas

crédito través corp financ nac su aporte al desarro las PYMES Guayaquil 2011-2015 [Internet]. 2019 [cited 2023 Feb 28];3(1):1375–402. Available from: <https://www.recimundo.com/index.php/es/article/view/421>

45. Cuevas-Suárez CE, da Rosa WL de O, Lund RG, da Silva AF, Piva E. Bonding performance of universal adhesives: An updated systematic review and meta-analysis. *J Adhes Dent* [Internet]. 2019;21(1):7–26. Available from: <http://dx.doi.org/10.3290/j.jad.a41975>

46. Benalcazar T, Thalia J. Efecto del grabado con ácido fluorhídrico en cerámicas de disilicato de litio. Revisión sistemática [Internet]. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil; 2021 [cited 2023 Feb 28]. Available from: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/17082>

47. Lanza MDS, Rodrigues Lanza FJS, Manso AP, Matinlinna JP, Carvalho RM. Innovative surface treatments for improved ceramic bonding: Lithium disilicate glass ceramic. *Int J Adhes Adhes* [Internet]. 2018;82:60–6. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0143749617302233>

48. Department of Chemistry and Chemical Biology. Guidelines for the safe use of hydrofluoric acid [Internet]. Harvard.edu. 2013 [cited 2023 Feb 28]. Available from: https://chemistry.harvard.edu/files/chemistry/files/safe_use_of_hf_0.pdf

49. Venturini AB, Prochnow C, May LG, Bottino MC, Felipe Valandro L. Influence of hydrofluoric acid concentration on the flexural strength of a feldspathic ceramic. *J Mech Behav Biomed Mater* [Internet]. 2015;48:241–8. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S175161611500106X>

50. Hailan Q, Lingyan R, Rongrong N, Xiangfeng M. Effect of hydrofluoric acid concentration on the surface morphology and bonding effectiveness of lithium disilicate glass ceramics to resin composites. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi* [Internet]. 2017;35(6):593–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.7518/hxkq.2017.06.006>

51. Prochnow C, Venturini AB, Guilardi LF, Pereira GKR, Burgo TAL, Bottino MC, et al. Hydrofluoric acid concentrations: Effect on the cyclic load-to-failure of machined lithium disilicate restorations. *Dent Mater* [Internet]. 2018;34(9):e255-63. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0109564118303439>

52. May MM, Fraga S, May LG. Effect of milling, fitting adjustments, and hydrofluoric acid etching on the strength and roughness of CAD-CAM glass-ceramics: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2022;128(6):1190–200. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.prosdent.2021.02.031>

53. Nuñez T, Peña M, Mongruel O , Dominguez J. Preheated silene effect in shear bond of ceramic lithium disilicate and cements. [MEDELLIN]: CES; 2014. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-971X2014000100002
54. Matinlinna JP, Vallittu PK. Bonding of resin composites to etchable ceramic surfaces - an insight review of the chemical aspects on surface conditioning. J Oral Rehabil [Internet]. 2007;34(8):622–30. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2842.2005.01569.x>
55. Rae.es. [citado el 17 de abril de 2023]. Disponible en: <https://dle.rae.es/describir>
56. Rae.es. [citado el 17 de abril de 2023]. Disponible en: <https://dle.rae.es/superficie>
57. USO DEL ÁCIDO FLUORHÍDRICO [Internet]. Www.uv.es. 2017 [citado el 17 de abril de 2023]. Disponible en: https://www.uv.es/preven/recursos/preguntas/protocols/protocol_us_acid_fluorhidric_sp.pdf
58. Buehler.com. [citado el 17 de abril de 2023]. Disponible en: <https://www.buehler.com/es/productos/seccionamiento/cortadoras-de-precision/cortadora-de-precision-isomet-1000/>

59. Esmerilado y pulido metalográfico [Internet]. Struers.com. [citado el 17 de abril de 2023]. Disponible en: <https://www.struers.com/es-ES/Knowledge/Grinding-and-polishing>

60. Importancia del pulido metalográfico [Internet]. Monografias.com. [citado el 17 de abril de 2023]. Disponible en: <https://www.monografias.com/docs/importancia-del-pulido-metalografico-pkwfuk3699jf>

61. Upmold. Surface finish Ra and Rz roughness specification -upmold [Internet]. Upmold Technology Limited. 2017 [citado el 17 de abril de 2023]. Disponible en: <https://upmold.com/surface-finish-ra-rz/>

62. Edu.ar. [citado el 17 de abril de 2023]. Disponible en: <http://www3.fi.mdp.edu.ar/tecnologia/archivos/tecfab/10.pdf>

63. Medición de rugosidad superficial: Parámetros [Internet]. Olympus-ims.com. [citado el 17 de abril de 2023]. Disponible en: <https://www.olympus-ims.com/es/metrology/surface-roughness-measurement-portal/parameters/>

64. Atria Innovation. Microscopía electrónica de barrido (SEM), ¿para qué me sirve? [Internet]. ATRIA Innovation. 2020 [citado el 17 de abril de 2023]. Disponible

en: <https://www.atriainnovation.com/microscopia-electronica-de-barrido-sem-utilidades/>

65. X y Upegüi G., Pérez C, Silva J, Velasco Z, Bedoya C, Duque D, Romero H, Perdomo J, Olaya J, Gómez N, Gallego O, Medina P, Cogua P, Castro S, Astudillo R, Salazar W, Molano. Informe de autoevaluación con fines de acreditación institucional. Universidad Santiago de Cali. Edu.co. 2019.

66. Rodríguez MAG, Murcia DFM, Melo. ODO. tecnoparque triángulo de oro nodo educativo en la ciudad de ibagué como polo de desarrollo socioeconómico para la región central [Internet]. Edu.co. [citado el 17 de abril de 2023]. Disponible en: https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/5872/Gomez_Melisa_Mendez_Danny_Otalvaro_Oscar.pdf?sequence=1&isAllowed=y

67. Guarnizo DVV. Plan de empresa para la creación de la panca sandwicheria [Internet]. Edu.co. [citado el 17 de abril de 2023]. Disponible en: <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/9763/T07431.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

68. Resolución N° 008430 DE 1993. Universidad de la Sabana. Bogotá [Enlínea] Cita Septiembre 10 de 2017. Disponible en: [https://www.unisabana.edu.co/fileadmin/Documentos/Investigacion/comite de_etica/Res__8430_1993_-_Salud.pdf](https://www.unisabana.edu.co/fileadmin/Documentos/Investigacion/comite_de_etica/Res__8430_1993_-_Salud.pdf)

69. Ley 35 de 1989 (marzo). “Sobre Ética del Odontólogo Colombiano”. Congreso de Colombia [En línea] Cita: marzo 9 de 2017 Disponible en: [file:///C:/Users/Administrador/Downloads/19.%20CODIGO%20DE_etica%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Administrador/Downloads/19.%20CODIGO%20DE_etica%20(1).pdf).

70. Antonieta M, Herrera M, Josselin R, Pacheco Z, John A, Domínguez CD, et al. Efecto De La Concentración De Ácido Fluorhídrico Sobre El Ángulo De Contacto De Silanos De Uno Y Dos Pasos En Cerámica De Disilicato De Litio Effect Of Hydrofluoric Acid Concentration On The Contact Angle Of One And Two-Step Silanes In Lithium Disilicate Ceramic Trabajo De Investigacion Para Optar Por El Titulo De Cirujano Dentista Alumnos [Internet]. Edu.pe. [citado el 17 de abril de 2023]. Disponible en: https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/9068/Efecto_MaimeHerrera_Mariella.pdf?sequence=1&isAllowed=y

71. Hooshmand, T.; Parvizi, S. & Keshvad, A. Effect of surface acid etching on the biaxial flexural strength of two hot-pressed glass ceramics. J. Prosthodont., 17(5):415-9, 2008

72. CAPARROSO, P. C.; MEJÍA, B. R.; SOSA, V. J. F. & MAZO, E. A. M. Evaluación in vitro del efecto de la concentración y el tiempo de aplicación del

ácido fluorhídrico sobre la resistencia a la flexión biaxial y la rugosidad del disilicato de litio de última generación. *Int. J. Odontostomat.*, 9(2):273-281, 2015

73. Puppin-Rontani J, Sundfeld D, Costa AR, Correr AB, Puppin-Rontani RM, Borges GA, Sinhoreti M, Correr-Sobrinho L. Effect of Hydrofluoric Acid Concentration and Etching Time on Bond Strength to Lithium Disilicate Glass Ceramic. *Oper Dent.* 2017 Nov/Dec;42(6):606-615. doi: 10.2341/16-215-L. Epub 2017 Jul 14. PMID: 28708007.

74. Huaynate V, Estela B. Resistencia de unión con microcizallamiento de la cerámica de desilicato de litio después de ser tratadas con flúor fosfato acidulado 1.23% y ácido fluorhídrico al 9%, con y sin arenado. 2021.

75. Bebs M, Haimeur A, França R. The effect of different surface treatments on the micromorphology and the roughness of four dental CAD/CAM lithium silicate-based glass-ceramics. *Ceramics* [Internet]. 2021 [citado el 17 de abril de 2023];4(3):467–Disponibile en: <https://www.mdpi.com/2571-6131/4/3/34>

76. Zúñiga A, Frutos K A., Velasco J., Ceja I., Espinosa R. Effect at different etching times at the lithium disilicate surface. *RODYB* 2013, 3(2):1-12.