COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE CORONAS MONOLÍTICAS EN DISILICATO DE LITIO VERSUS CORONAS MONOLÍTICAS EN SILICATO DE LITIO REFORZADO CON ZIRCONIO

AUTORES

JOHANN ENRIQUE PABUENA POSADA

CARMEN BEATRIZ ALVARADO GONZÁLEZ

DIANA CAROLINA CAMPO ALGUERO

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA, UNICOC

ÁREA DE EDUCACIÓN AVANZADA Y CONTINUADA

POSGRADO EN PROSTODONCIA

BOGOTÁ D.C, ENERO 2020

COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE CORONAS MONOLÍTICAS EN DISILICATO DE LITIO VERSUS CORONAS MONOLÍTICAS EN SILICATO DE LITIO REFORZADO CON ZIRCONIO

AUTORES

JOHANN ENRIQUE PABUENA POSADA
Odontólogo, Colegio Odontológico Colombiano

CARMEN BEATRÍZ ALVARADO GONZÁLEZ
Odontóloga, Universidad Antonio Nariño Sede Bucaramanga

DIANA CAROLINA CAMPO ALGUERO
Odontóloga, Universidad del Magdalena

ASESOR CIENTÍFICO:

Dr. Pablo Alejandro Villamil Polo
Odontólogo, Especialista en Rehabilitación Oral. Docente, Institución Universitaria Colegios de Colombia UNICOC

ASESOR METODOLÓGICO

Dr. Oscar Mauricio Jiménez
Odontólogo, Doctorado en Salud Pública. Director del Departamento de Salud Pública y Proyección Social. UNICOC.

Dra. Ines Amparo Revelo
Odontológa, Magister en Administración en Salud, Institución Universitaria Colegios de Colombia UNICOC

ASESOR ESTADÍSTICO

Dr. Jaime Andrés Cubides Cárdenas
Docente Investigador. Centro de Investigación Colegio Odontológico, UNICOC.

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA UNICOC

ÁREA DE EDUCACIÓN AVANZADA Y CONTINUADA

POSGRADO EN PROSTODONCIA

BOGOTA D.C., ENERO DE 2020

El Trabajo de grado **COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE CORONAS MONOLÍTICAS EN DISILICATO DE LITIO VERSUS CORONAS MONOLÍTICAS EN SILICATO DE LITIO REFORZADO CON ZIRCONIO**. Fue elaborado por JOHANN ENRIQUE PABUENA POSADA CARMEN BEATRIZ ALVARADO GONZÁLEZ Y DIANA CAROLINA CAMPO ALGUERO como requisito para optar por el título de especialista en **Prostodoncia.**

La sustentación se llevó a cabo 27 de enero de 2020 Acta No.

_____	_____
Dr(a). Pablo Alejandro Villamil Polo	Dr(a). Oscar Mauricio Jiménez Ramírez
Asesor(a) Científico(a)	Asesor(a) Metodológico(a)

_____

Dra. Sandra Elizabeth Aguilera Rojas

Directora Centro Investigación del Colegio Odontológico, UNICOC.

TRANSFERENCIA DE DERECHOS DE PUBLICACIÓN

Título del artículo: **COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE CORONAS MONOLÍTICAS EN DISILICATO DE LITIO VERSUS CORONAS MONOLÍTICAS EN SILICATO DE LITIO REFORZADO CON ZIRCONIO.**

Autores: JOHANN ENRIQUE PABUENA POSADA, CARMEN BEATRIZ ALVARADO GONZÁLEZ Y DIANA CAROLINA CAMPO ALGUERO.

Los autores certifican que el artículo anteriormente mencionado es trabajo original y no ha sido previamente publicado, excepto en forma de resumen. Una vez aceptado para publicación en la revista que la Institución Universitaria Colegios de Colombia estipule, los derechos de autor serán transferidos a la universidad. Así mismo, declaran que no ha sido enviado en forma simultánea para su posible publicación en otra revista. Los autores acceden, dado el caso, a que este artículo sea incluido en los medios electrónicos que los editores de la Institución Universitaria Colegios de Colombia consideren convenientes.

_____ _____

JOHANN ENRIQUE PABUENA POSADA
C.C 1018485120 de Bogotá D.C

CARMEN BEATRIZ ALVARADO
C.C 1018457327 de Bogotá D.C

_____

DIANA CAROLINA CAMPO ALGUERO
C.C 1067618515 de Valledupar

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA

CESIÓN DE DERECHOS

Nosotros (as).: JOHANN ENRIQUE PABUENA POSADA, CARMEN BEATRIZ ALVARADO GONZÁLEZ Y DIANA CAROLINA CAMPO ALGUERO. Manifestamos en este documento nuestra voluntad de ceder a la Institución Universitaria Colegios de Colombia los derechos patrimoniales, consagrados en el artículo 72 de la ley 23 de 1982, del trabajo de grado **"COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE CORONAS MONOLÍTICAS EN DISILICATO DE LITIO VERSUS CORONAS MONOLÍTICAS EN SILICATO DE LITIO REFORZADO CON ZIRCONIO."**

Producto de nuestra actividad académica para optar por el título de Especialista en **PROSTODONCIA** de la Institución Universitaria Colegios de Colombia. La institución tiene los derechos anteriores cedidos en su actividad ordinaria de investigación, docencia y publicación. Con todo, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada con arreglo al artículo 30 de la ley 23 de 1982. En concordancia, suscribimos este documento en el momento mismo de la ley 23 de entrega del trabajo final a la biblioteca de la Institución Universitaria Colegios de Colombia.

_____ _____

JOHANN ENRIQUE PABUENA POSADA
C.C 1018485120 de Bogotá D.C

CARMEN BEATRIZ ALVARADO
C.C 1018457327 de Bogotá D.C

_____

DIANA CAROLINA CAMPO ALGUERO
C.C 1067618515 de Valledupar

Señores:

Sistema de Bibliotecas de Unicoc (SIBU)

Institución Universitaria Colegios de Colombia

La Ciudad

Autorizamos al Centro de Investigación del Colegio Odontológico de la Institución Universitaria Colegios de Colombia a consultar y reproducir con fines de investigación, parcial o totalmente el contenido del trabajo de grado titulado: **"COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE CORONAS MONOLÍTICAS EN DISILICATO DE LITIO VERSUS CORONAS MONOLÍTICAS EN SILICATO DE LITIO REFORZADO CON ZIRCONIO."** presentado al Centro de investigación como requisito del programa para optar a el título de **PROSTODONCISTA** siempre que mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de investigación y a sus autores.

_____ _____

JOHANN ENRIQUE PABUENA POSADA
C.C 1018485120 de Bogotá D.C

CARMEN BEATRIZ ALVARADO
C.C 1018457327 de Bogotá D.C

_____

DIANA CAROLINA CAMPO ALGUERO
C.C 1067618515 de Valledupar

FICHA TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN DE TRABAJO DE GRADO

TÍTULO DEL TRABAJO **"COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE CORONAS MONOLÍTICAS EN DISILICATO DE LITIO VERSUS CORONAS MONOLÍTICAS EN SILICATO DE LITIO REFORZADO CON ZIRCONIO."**

AUTORES: **JOHANN ENRIQUE PABUENA POSADA, CARMEN BEATRIZ ALVARADO GONZÁLEZ Y DIANA CAROLINA CAMPO ALGUERO**

ASESOR CIENTÍFICO: **Dr. Pablo Alejandro Villamil Polo**

ASESOR METODOLÓGICO: **Dr. Oscar Mauricio Jiménez**
Dra. Inés Amparo Revelo

MATERIAL ANEXO: **2 CD, 2 Artículos científicos.**

FACULTAD: **Odontología.**

TITULO OBTENIDO: **Especialista en Prostodoncia**

CATEGORÍA: **Posgrado.**

PALABRAS CLAVE: ***Coronas monolíticas, Disilicato de litio, Silicato de litio, Zirconio, Resistencia flexural, vitrocerámicas, CAD-CAM.***

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la institución universitaria colegios de Colombia UNICOC, por abrirnos las puertas y darnos la oportunidad de formarnos como especialistas en Prostodoncia, a nuestros docentes y director de postgrado por sus diferentes y muy valiosas formas de enseñar, nos llevamos los más gratos recuerdos.

A nuestro asesor científico y asesor metodológico por su paciencia, dedicación y apoyo constante durante este tiempo, orientándonos siempre hacia la excelencia y la superación. A la Fundación Universitaria UniCIEO por apoyarnos en la realización del presente estudio.

Agradecemos a nuestras familias, padres, hermanos y demás personas que hicieron parte de este proceso, por su incondicional apoyo ha sido parte fundamental en la finalización de este proyecto.

Por último, a nuestros compañeros de especialización, su acompañamiento, y apoyo, sabemos que contamos un invaluable grupo de amigos y colegas.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 11

1. ASPECTOS TEÓRICO-CIENTÍFICOS 132

1.1 Planteamiento del problema 132

1.2 Justificación 14

1.3 Propósito 15

1.4 Marco teórico 154

1.4.1 Disilicato de Litio. ..... **Error! Bookmark not defined.**

1.4.1.1 Aplicabilidad. ..... **Error! Bookmark not defined.**

1.4.1.2 Técnicas de procesado ..... **Error! Bookmark not defined.**

1.4.2 Silicato de litio reforzado con zirconio ..... **Error! Bookmark not defined.**

1.4.2.1 Aplicabilidad. ..... **Error! Bookmark not defined.**

1.4.3 Restauración Monolítica ..... **Error! Bookmark not defined.**0

1.5 Objetivos generales y específicos. ..... **Error! Bookmark not defined.**

1.5.1 Objetivo general ..... **Error! Bookmark not defined.**1

1.5.2 Objetivos específicos ..... **Error! Bookmark not defined.**1

2. ASPECTOS METODOLÓGICOS 22

2.1 Tipo de estudio 221

2.2 Población de estudio 22

2.3 Objeto de estudio 221

2.4 Material objeto de estudio 22

2.5 Unidad de observación 23

2.6 Tamaño de muestra 232

2.7 Tipo de muestreo 23

2.8 Criterios de selección 23

2.8.1 Criterios de inclusión 23

2.8.2 Criterios de exclusión 23

2.9 Procedimiento 23

2.9 Aspectos estadísticos 24

3. RESULTADOS. 24
4. DISCUSIÓN. 25
5. CONCLUSIONES 268
6. RECOMENDACIONES 30
7. BIBLIOGRAFÍA 309

INTRODUCCIÓN

Existe una gran variedad de biomateriales en odontología restauradora los cuales en función del tiempo han evolucionado por medio de las casas comerciales y las investigaciones llevadas a cabo por éstas, lo que brinda una gama de opciones para que el clínico pueda escoger un material que sea ideal según el requerimiento y necesidad de tratamiento, para esto los sistemas cerámicos han sido clasificados en cerámicas vítreas y cerámicas policristalinas.

Las cerámicas también pueden sub- clasificarse de acuerdo con su manufactura y procesamiento en los siguientes niveles: polvo-líquido, técnica prensada y sistemas CAD-CAM (1).

En la microestructura de los materiales vitrocerámicos como es el caso del disilicato de litio (2). Se tiene en cuenta a este material de forma evolutiva, inicialmente se introdujo como refuerzo a cerámicas de recubrimiento, posteriormente se modificó mejorando sus propiedades mecánicas para la realización de restauraciones en el sector anterior y posterior. Para obtener una restauración maquinada (3) es necesario que el material se encuentre en color morado azulado en estado precristalizado que corresponde a metasilicato de litio (Li_2SiO_3) , esto facilita su preparación en la fresadora y posteriormente un proceso de cristalización en horno de cerámica para alcanzar el estado final de disilicato de litio ($Li_2Si_2O_5$), todo lo anterior va relacionado al cambio de la microestructura del material (4) el proceso térmico las moléculas de Silicio se organizan de tal forma que existe un cambio en la microestructura que está compuesta aproximadamente por un 70% por cristales de metasilicato de Litio 0,2 a 1,0 µm en una red de tetraedros de Silicato (SiO_4) (5) Reporta que existe una contracción lineal del 0,2% después del proceso de cristalización lo cual trae cambios importantes en el material (6-7), la contracción generada puede crear microespacios que afectan la estabilidad del material y el ajuste interno de las restauraciones, basados en las indicaciones del fabricante y la

literatura revisada (7), las propiedades mecánicas dependerán de la organización estructural y no directamente de la composición química.

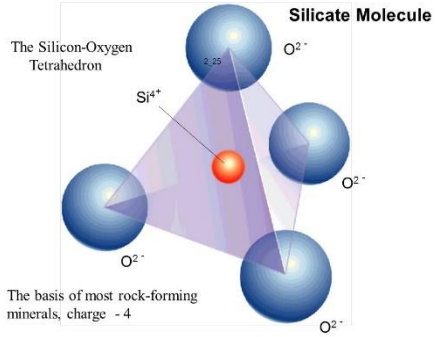


Imagen 9. Gráfica de la molécula de Silicato de Litio.

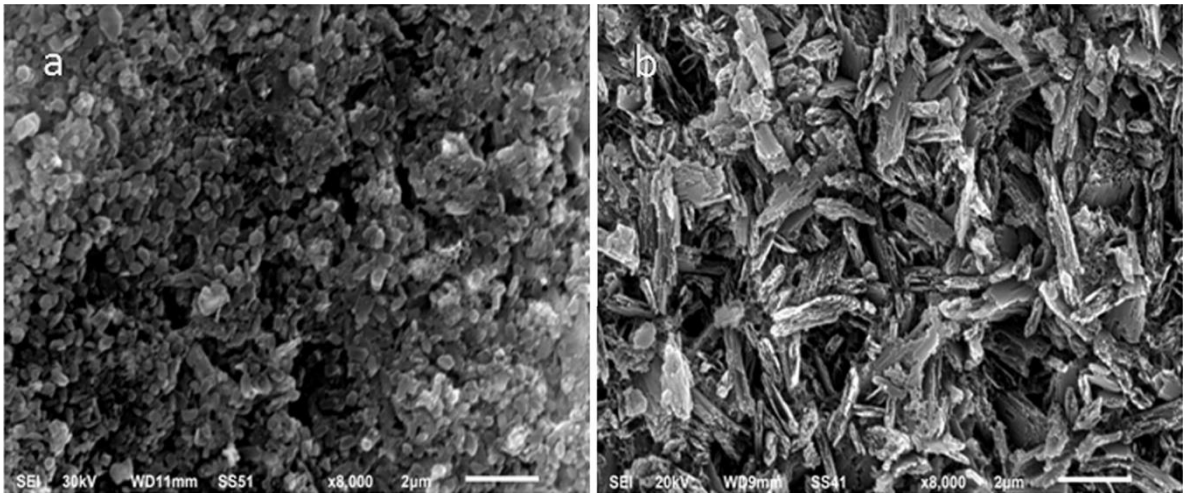


Imagen 10. Imágenes de microscopía electrónica de barrido. A. Silicato de Litio reforzado con zirconio (Vita Suprinity) b. Disilicato de litio (e.max CAD) (2).

En las vitrocerámicas de silicato de litio con refuerzo de óxido de zirconio (Li_2O-ZrO_2-SiO_2) (8-9), es conocido como un material con propiedades químicas y

mecánicas comparables con el disilicato de litio, para este caso se tiene en cuenta un agregado de óxido de zirconio (10%) en la base de composición del silicato de litio (10) el porcentaje de zirconio tiene como función de nucleación o estabilización del complejo del silicato en su matriz vítrea, se resaltan características del zirconio como refuerzo en la cerámica vítrea: Unificar y conseguir una microestructura doble donde interactúe el zirconio con cristales de metasilicato de litio (Li_2SiO_3), uniendo estos dos componentes se esperaría una mejora a las características mecánicas de coronas en cerámica vítrea a base de silicato de litio en teoría evitando la propagación de microgrietas ante las cargas mecánicas.

Composicionalmente el silicato de litio reforzado con zirconio es muy similar al disilicato de litio, en su fase de pre-cristalización los cristales de silicato se encuentran más elongados y estrechos, cuando se realiza el proceso de cristalización (840°C por 8 minutos) con el objetivo de alcanzar su dureza máxima y por ende un mayor valor de resistencia a la fractura, dichos cristales cambian su disposición haciéndose más anchos y con mayor espacio entre sí en forma de láminas o plaquetas al mismo tiempo alcanzando la estabilidad del color cerámico.

Ante estas características e indicaciones surge la necesidad de confirmar si realmente los materiales cumplen con todas estas ventajas y si pueden ser utilizados como sugiere el fabricante, por tal motivo se realizan estudios donde se pone a prueba el material obteniendo valores que pueden ser comparados con los ofrecidos por el fabricante (2).

1. ASPECTOS TEÓRICO-CIENTÍFICOS

1.1 Planteamiento del problema

En la actualidad existen muchos materiales dentales para la restauración estética, sin embargo, su tiempo de vida clínico no se conoce ampliamente.

Debe tenerse en cuenta factores biológicos, mecánicos y estéticos. Lo anterior unido al avance en cuanto a materiales de restauración se refiere, ya que puede proporcionar opciones para tomar la mejor decisión, de la mano de los sistemas digitales se podrá llevar a cabo una restauración más predecible en su funcionamiento biomecánico y apariencia.

Así mismo es de vital importancia resaltar el valor no solo del material sino de aquellas ayudas digitales que nos ha brindado la tecnología como es el caso del sistema CAD-CAM.

La Odontología moderna utiliza la tecnología para poder obtener mejores resultados. Con la implementación del CAD / CAM (Computer Aid Design / Computer Aid Manufacturing) se ha podido desarrollar y producir diferentes tipos de restauraciones dentales, incluyendo coronas, carillas, inlays y onlays, puentes fijos, restauraciones de implantes dentales y aparatos de ortodoncia. [2]

El Disilicato de Litio (e-max) de la casa Ivoclar posee una resistencia de 360 Mpa antes de llegar a la fractura del material y el Silicato de Litio reforzado con Zirconio de la casa Vita tiene una resistencia de 541 Mpa.

Reuniendo lo anterior se buscará comparar entre el silicato de litio reforzado con zirconio y el disilicato de litio cual ofrece las mejores propiedades biomecánicas ante la aplicación de fuerzas verticales y compresivas hasta llevar a la falla intencional en dientes molares superiores con preparación mínimamente invasiva.

De acuerdo con lo citado anteriormente se genera la siguiente pregunta de investigación:

Pregunta de investigación: ¿Cuál es la resistencia ante cargas axiales de coronas monolíticas de Silicato de Litio reforzado con Zirconio?

1.2 Justificación

El conocimiento sobre el comportamiento biomecánico de las coronas monolíticas totalmente cerámicas en silicato de litio y di silicato de litio reforzado con zirconio es poco, motivo por el cual , este proyecto brinda alternativas a los profesionales de la salud, basados en la evidencia; las que determinaran el comportamiento biomecánico ante fuerzas axiales y compresivas de nuevos materiales dentales, como el Silicato de Litio reforzado con Óxido de Zirconio frente a el Disilicato de Litio procesado en un sistema CAD-CAM.

1.3 Propósito

El proyecto se encuentra justificado por la necesidad de cada paciente y del especialista para lograr una óptima función del sistema masticatorio, una excelente estética, y la longevidad del material restaurativo; de igual forma por la responsabilidad de indagar, adquirir conocimientos actualizando periódicamente por medio de investigaciones que contribuyan a la mejora de las propiedades mecánicas, físicas y estéticas de los materiales restauradores libres de metal.

1.4 Marco teórico

La aplicación de los sistemas de Cerámica en Odontología nace con la necesidad de imitar las características perdidas de los dientes, tiene origen en el siglo XVIII donde se pretendía buscar un material más acorde a la necesidad protésica (1). El primero en realizar una Rehabilitación en Cerámica fue Alexis Duchateau en París-Francia realizando un juego completo de Prótesis Totales que fue innovador pero no exitoso, aún se desconocían los principios que debía cumplir una rehabilitación en boca, sin embargo es considerado el inventor de las cerámicas para Odontología (11) , posteriormente en el siglo XIX en 1903, Charles Land introduce la primera corona en cerámica que cumplía con una gran mejora en aspectos estéticos, pero

aún tenía deficiencias en adaptación marginal y resistencia a la fractura, buscando mejorar éstas falencias. En 1986 se introducen sistemas digitales por los Doctores: Dr. Werner H. Mörmann y el Dr. Marco Brandestini con el sistema CAD-CAM (Computer Assisted Design- Computer Assisted Manufacturing) CEREC®, que tendría como objetivo optimizar el diseño y fabricación de restauraciones con mayor velocidad y exactitud, lo cual podría mejorar la predictibilidad de los materiales utilizados en rehabilitación oral; con base en los avances obtenidos se establecen modificaciones e indicaciones para la aplicabilidad de los sistemas de cerámica buscando obtener alta astética, alta resistencia y biocompatibilidad (12).

Existe una gran variedad de biomateriales en odontología restauradora los cuales en función del tiempo han evolucionado por medio de las casas comerciales y las investigaciones llevadas a cabo por éstas, lo que brinda una gama de opciones para que el clínico pueda escoger un material que sea ideal según el requerimiento y necesidad de tratamiento, para esto los sistemas cerámicos han sido clasificados en Vitrocerámicas y Cerámicas Policristalinas (13).

Las cerámicas también pueden sub- clasificarse de acuerdo a su manufactura y procesamiento en los siguientes niveles: polvo-líquido, cerámicas de vidrio (Disilicato de Litio e-max Ivoclar- Vivadent) que pueden ser procesadas en sistemas CAD-CAM o en técnica prensada en el laboratorio; cerámicas de Alta resistencia (Silicato de litio reforzado con zirconio Vita-Suprinity VITA) y Cerámicas Metálicas (Zirconio altamente compacto, Zirconio medianamente compacto y Zirconio translúcido) que son procesadas en sistemas CAD-CAM (13).

Las compañías fabricantes o casas comerciales ofrecen éstos productos al mercado mostrando valores de resistencia que son atractivos para el entorno odontológico, pues permite inferir en que el material tiene una resistencia significativa y aplicabilidad clínica variada, en éste caso el disilicato de litio e max de la compañía IVOCLAR VIVADENT y el caso de la Compañía VITA Zanhfabrik con el producto

VITA SUPRINITY PC el cual para el año 2016 (14) lanzó al mercado un nuevo producto como nueva generación de cerámicas vítreas, agregando al disilicato de litio en su composicion 15-21% de óxido de litio 56-64% de óxido de Silicio y un refuerzo 8-12% de óxido de zirconio al disilicato de litio, teniendo así un material altamente estético y altamente resistente con una resistencia significativa; resistencia media superior a la de una cerámica de Disilicato de Litio, con indicaciones por parte del fabricante para realización de Carillas, Incrustaciones, coronas en todo tipo de diente, coronas sobre implantes dentales y en pacientes con hábitos para-funcionales (15). Ante estas características e indicaciones surge la necesidad de confirmar si realmente los materiales cumplen con todas estas ventajas y si pueden ser utilizados como sugiere el fabricante, por tal motivo se realizan estudios donde se pone a prueba el material obteniendo valores que pueden ser comparados con los ofrecidos por el fabricante.

Con los datos e información reunidos se establece que no hay un panorama claro de los valores reales de resistencia a la fractura (Fuerzas Axiales) del Disilicato de Litio e-max y el Silicato de Litio Reforzado con Zirconio, lo cual genera dudas al clínico para el uso, aplicabilidad, y predictibilidad de las restauraciones que se colocarían posteriormente en un paciente, si efectivamente el valor de resistencia puede representar longevidad de las restauraciones y si puede abarcar dientes posteriores en casos como la parafunción donde la fuerza masticatoria está aumentada y es necesario pensar en materiales más resistentes que estéticos (16).

La práctica clínica tiene a disposición nuevas herramientas tecnológicas, las cuales pueden lograr resultados ampliamente satisfactorios, como ejemplo, la utilización de la tecnología CAD-CAM (por sus siglas en inglés, *Computer-Aided Design and Computer-Aided Manufacturing*), uso de disilicato de litio, porcelana feldespática, porcelana reforzada con leucítica, porcelana aluminosa y zirconia en prótesis fija. El uso de cada una de ellas debe basarse en un correcto diagnóstico y selección del caso clínico (12).

El óxido de zirconio O zirconia (ZrO_2) fue aislado por primera vez por el químico M. H. Klaproth en 1798; este material se encuentra presente en la naturaleza en su fase monoclínica la cual necesita ser estabilizada en su fase tetragonal para ser usada en odontología. Se encuentra disponible en el mercado como zirconia parcialmente estabilizada con magnesio, zirconia reforzada con alúmina y zirconia parcialmente estabilizada con itrio, que es la más estudiada y difundida (17).

Los ensayos clínicos de restauraciones de cerámica revelan que la fractura de las restauraciones es una de las principales razones para el fracaso. Los estudios sobre las restauraciones a base de óxido de zirconio han informado sobre todo en la actualidad se busca que las restauraciones odontológicas tengan un material que sea estable, funcional, estético y biocompatible. Ya que existe interés en sustituir la prótesis dental fija con estructura metálica por otros biomateriales que logren mayor satisfacción estética para el paciente. Las coronas de metal-cerámica son consideradas en la actualidad el «estándar de oro» por sus excelentes propiedades funcionales a largo plazo y adecuada estética. Sin embargo, el margen de metal hace que sea difícil de imitar la apariencia de los dientes naturales, especialmente, en los biotipos periodontales delgados dando un aspecto gris-azulado en los tejidos blandos circundantes (18).

La reducción insuficiente de la estructura dental puede causar sobrecontorno, comprometimiento estético, alteración del color (opacidad) e inflamación gingival. Si ocurre un desgaste excesivo del diente puede originar daños pulpares, debilitamiento de la estructura dental, disminución de la retención y resistencia. En el caso de una preparación con terminación cervical profunda que invada el espacio biológico periodontal puede ocurrir una de las cuatro alteraciones patológicas siguientes, como son: formación de bolsa infraósea, recesión gingival, pérdida ósea localizada e hiperplasia gingival localizada o combinación de las alteraciones antes

descritas problemas de astillado de la cerámica de recubrimiento y fracturas centrales también se han reportado (19).

1.4.1 Disilicato de litio

En las últimas dos décadas, se han desarrollado restauraciones libres de metal que poseen una composición química mixta: una fase vítrea, que es la responsable de la estética y una fase cristalina, responsable de la resistencia. Así, dependiendo de la composición química y el porcentaje de cada uno de sus componentes.

La cerámica de disilicato de litio contiene feldespato responsable de la translucidez, cuarzo que compone la fase cristalina, caolín que le proporciona plasticidad y disilicato de litio para mejorar la resistencia; son cerámicas con excelentes propiedades ópticas, con una translucidez del 75%. De esta forma brindan unas características estéticas óptimas para la rehabilitación del segmento anterior.

En cuanto a la resistencia a la fractura, esta cerámica supera el valor límite de 100 MPa, establecido por la norma ISO 6872, registrado entre 100-300 MPa[3] y una resistencia a la flexión de 350 MPa, estos están considerados dentro de los niveles bajos, por ello su uso está indicado en carillas, coronas individuales y tramos cortos hasta la zona de premolares respetando los espesores indicados para los conectores (5).

1.4.1.1 Aplicabilidad.

- Carillas (de 0,3 mm)
- Inlays y onlays mínimamente invasivos
- Coronas y coronas parciales
- Coronas mínimamente invasivas (1mm)
- Superestructuras de implante

- PPF hasta premolares / 3 unidades anteriores (solo IPS e.max Press)
- PPF de 3 unidades (sólo compatible con óxido de circonio IPS e.max CAD)

1.4.1.2 Técnicas de procesado.

Cada situación de los pacientes presenta sus propios requisitos y objetivos.

Para la técnica de inyección se incluyen las pastillas de cerámica de vidrio de disilicato de litio altamente estéticas, y pastillas de cerámica de vidrio de fluorapatita para la rápida y eficiente inyección sobre Zirconio.

En función de los requisitos individuales, se dispone de dos tipos de materiales para la técnica CAD/CAM: los innovadores bloques de cerámica de vidrio de disilicato de litio y el óxido de circonio de alta resistencia, sistemas dados por sistema IPS e.max.

Completa el sistema IPS e.max la cerámica de estratificación de nano-fluorapatita, que se utiliza para caracterizar o estratificar todos los clos componentes del sistema de IPS e.max tanto cerámicas de óxido como las cerámicas de vidrio (5).

1.4.2 Silicato de litio reforzado con zirconio

Esta cerámica vítrea se caracteriza por una microestructura de grano fino y especialmente homogénea que aporta una excelente calidad al material, garantizando así una capacidad de carga siempre alta y fiabilidad a largo plazo sin la necesidad de adherir cerámica feldespática de recubrimiento. Al igual posee unas extraordinarias propiedades de manipulación, como la facilidad de desbastado y de pulido.

La translucidez, fluorescencia y opalescencia en esta cerámica vítrea ofrece una estética muy atractiva y puede utilizarse para un amplio abanico de indicaciones, desde coronas anteriores y posteriores, hasta carillas, inlays y onlays y pilares para restauraciones implantosportadas.

Actualmente en el mercado existen dos silicatos de litio reforzados con Zirconio disponibles para los sistemas CAD-CAM: Vita suprinity (VITA Zahnfabrik) y Celtra Duo (Dentsply Sirona).

Después de la cristalización, se obtiene una microestructura dual de cristales de metasilicato de litio y disilicato de litio con un tamaño entre 0.5-0.7 µm embebidos en una matriz vítrea que contiene óxido de zirconio (14).

1.4.2.1 Aplicabilidad.

- Coronas anteriores
- Coronas posteriores
- Carillas, inlays y onlays,
- Coronas implantosoportadas.

1.4.3 Restauración Monolítica

Las coronas monolíticas de disilicato de litio han sido objeto de numerosos estudios comparativos in vitro contrastando los resultados de resistencia a la fractura superior a las coronas de zirconia convencional y similar a la corona metal cerámica. Debido a que su volumen se constituye en un 70% por cristales de matriz de vitrocerámica de granos finos, alargados de aproximadamente 1,5 mm de longitud y 0,4 mm de diámetro, estos cristales alargados de disilicato de litio inhiben la propagación de fracturas las cuales se presentan solo en cargas muy altas en la fase de vidrio residual correspondiendo al 30 - 40% de su volumen. Esta microestructura permite explicar los valores elevados de resistencia a la fractura en una vitrocerámica (4).

1.5 OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

1.5.1 Objetivo general

Evaluar el comportamiento mecánico de coronas monolíticas en disilicato de litio frente al silicato de litio reforzado con zirconio

1.5.2 Objetivos específicos

- Identificar la resistencia flexural ante carga axial en e.max ® CAD, VITA ® Suprinity, Celtra ® Duo.
- Comparar la resistencia mecánica ante fuerzas axiales de Silicato de Litio reforzado con Óxido de Zirconio y Disilicato de Litio procesado en un sistema CAD-CAM.

2. ASPECTOS METODOLÓGICOS

2.1 Tipo de estudio

Cuasi Experimental IN-VITRO

2.2 Población de estudio

Veintiun Coronas Monolíticas divididas en tres grupos: siete en Disilicato de Litio (e.max CAD), siete en Silicato de Litio Reforzado con Zirconio (Vita Suprinity), siete en Silicato de Litio Reforzado con Zirconio (Celtra Duo).

2.3 Objeto de estudio

Resistencia a la fractura de coronas monolíticas en disilicato de litio y silicato de litio reforzado con zirconio.

2.4 Material objeto de estudio

Coronas Monolíticas en Disilicato de Litio y Silicato de Litio Reforzado con Zirconio.

2.5 Unidad de observación

Coronas Monolíticas en Disilicato de Litio y Silicato de Litio Reforzado con Zirconio.

2.6 Tamaño de muestra

Se determinó el tamaño de la muestra probabilistica con el software InVivoStat. Teniendo en cuenta los datos estadísticos obtenidos por Nishioka et al, 2018 la cual fue estipulada en n= 7 para cada grupo.

2.7 Tipo de muestreo

Muestreo Probabilístico.

2.8 Criterios de selección

Los criterios de selección que se utilizaron para llevar a cabo el desarrollo de la investigación son:

2.8.1 Criterios de inclusión

- Un Diente número 16 con criterios anatómicos de normalidad.

2.8.2 Criterios de exclusión

- Dientes diferentes al diente seleccionado para el estudio.

2.9 Procedimiento

Este es un estudio Cuasi Experimental IN-VITRO el cual se realizó en las instalaciones del laboratorio de biomateriales de la Fundación Universitaria UniCIEO (Bogotá, Colombia), área prosgrado. La población de estudio estuvo constituida por 21 muestras obtenidas por muestreo probabilístico.

Para la estandarización de la preparación dental se realizaron tres preparaciones sobre un primer molar inferior impreso en resina acrilica, los operadores se enumeraron respectivamente 1, 2 y 3, y un experto con desconocimiento de la identidad del operador selecciono la preparación numero 3 la cual cumplia con los

requerimientos del estudio. Posteriormente se realiza un nuevo escaneo de la preparación la cual se replica 21 veces en una impresora 3D, bajo la preparación aceptada se diseña el prototipo de coronas monolíticas en el software In-Lab 18 (Denstply-Sirona), posteriormente se realizó el maquinado en la fresadora de cuatro ejes CEREC MCX, se realizó el recorte de pines de sujeción, se aplicó protocolo de cristalización y glaseado para disilicato de litio (e.max CAD), Silicato de litio reforzado con zirconio (Vita Suprinity) y glaseado para (Celtra Duo). Protocolo de cementación adhesiva para cerámicas vítreas a 5 kg/fuerza y se aplicó prueba de resistencia a cargas axiales en la máquina universal de pruebas mecánicas para cada uno de los grupos, se reunieron los datos obtenidos para su análisis, obtención de conclusiones y presentación final del trabao de investigación.

2.10 Aspectos estadísticos

Se crea una base en SOFTWARE: SPSS 23 IBM. Se evaluó la normalidad de las variables encontrándose que el estadístico de prueba Shapiro- Wilk fue mayor al p valor ($p > 0.05$). En consecuencia, se acepta la hipótesis de normalidad. se opta por hacer las comparaciones con el uso de estadística paramétrica, se realizó prueba de comparación de medias en la prueba de tukey y se aplico analisis anova on un intervalo de confianza del 95%.

3. RESULTADOS.

Las muestras fueron sometidas a carga axial en la fosa central, dando como resultado diferentes valores promedios de fuerza máxima para cada uno, grupo control e.max CAD: 1061,54 N, grupo experimental 2 Celtra Duo: 805,89 N, grupo experimental 3 Vita Suprinity: 690,68 N.

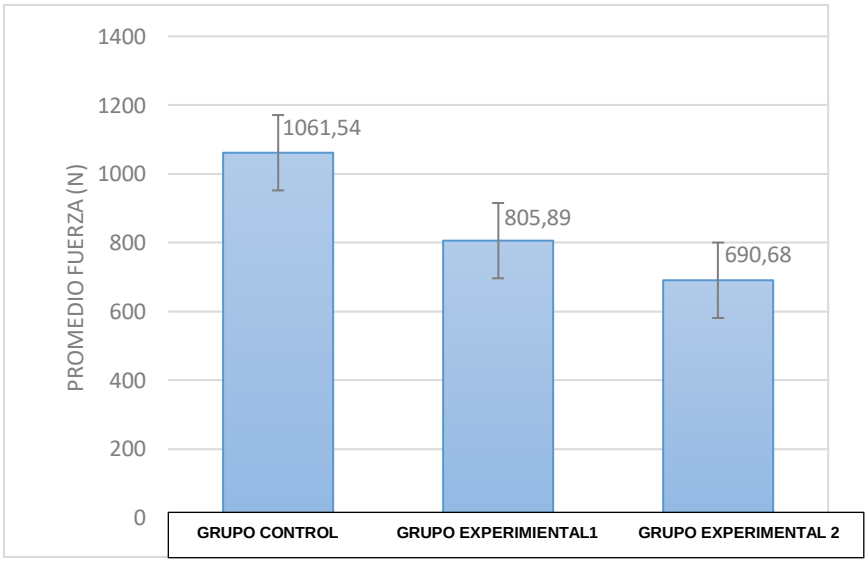
Se contrasta la hipótesis de diferencias entre los promedios entre las coronas y se usó la prueba de Tukey para comparación de medias. El análisis de varianza

muestra un p valor inferior al alfa de 0,05 (p< 0.05) por lo tanto existen diferencias significativas entre las coronas donde según la prueba de Tukey la corona diferente con mayor promedio es: e.max CAD.

Tabla 1. Promedio de fuerzas e.max CAD, Celtra Duo, VITA Suprinity.

	Promedio de Fuerza max(N)	**Desvest de Fuerza max(N)**	**Límite superior IC 95%**	**Límite inferior IC 95%**
Grupo Control (e.max CAD)	1061,54 A	160,55	1210,03	913,06
Grupo experimental 1 (Celtra DUO)	805,89 B	250,77	1037,81	573,96
Grupo experimental 2 (Vita-Suprinity)	690,68 B	118,64	800,40	580,95

Gráfica 1. Promedios de fuerza (N).



Se contrasta la hipótesis de diferencias entre los promedios entre las coronas y se usó la prueba de Tukey para comparación de medias. El análisis de varianza muestra un p valor inferior al alfa de 0,05 (p< 0.05) por lo tanto existen diferencias

significativas entre las coronas donde según la prueba de Tukey la corona diferente con mayor promedio es el grupo control (e.max CAD) en comparación con los grupos experimentales 1 y 2. Sin embargo no existen diferencias estadísticamente significativas entre el grupo experimental 1 (Celtra Duo) y el grupo experimental 2 (Vita Suprinity).

4. DISCUSIÓN.

En este estudio se realizó una prueba de resistencia mecánica en sentido axial con el objetivo de identificar los valores de resistencia a la fractura de los materiales cerámicos relacionados anteriormente, por medio de la fabricación, cementación y prueba de coronas monolíticas en un molar inferior izquierdo, con la finalidad de comprender cuales factores pudieron afectar o intervenir en los resultados obtenidos.

El porcentaje de zirconio se encuentra disuelto en la matriz vítrea en porcentajes mínimos (8-12% Vita Suprinity – Celtra Duo), es de resaltar que los cristales en SLZ después de cristalizar tienen un tamaño de 500-700 nm y comparado con otros estudios serían 4 a 8 veces más pequeños que los cristales de cerámicas de disilicato de litio (2), esto tiene una influencia importante en las propiedades mecánicas del material pues se relaciona al volumen, longitud y distribución de los cristales, todo esto reunido resulta en una superficie más uniforme, no obstante, esta incorporación de óxido de zirconio es mínima o poco representativa y en diferentes pruebas de resistencia podría verse comprometida a favor o en contra en el sentido que no refuerce la estructura de silicato de litio sino más bien posea una mayor influencia en otras propiedades como las ópticas (20). La principal diferencia entre silicato de litio reforzado con zirconio y disilicato de litio está en la última fase, la fase de cristalización (8) en el origen de la fase cristalina donde el metasilicato de litio más disilicato de litio para formar silicato de litio (SLZ) y disilicato de litio únicamente para (D2L).

Los factores que influyen en las propiedades mecánicas de una restauración en cerámica vítrea varían desde las indicaciones del fabricante, conocimientos básicos de preparación dental, estandarización de procesos de laboratorio, espesores de la preparación dental, espesores mínimos de la restauración, proceso de cementación adhesiva, control de oclusión y movimientos excursivos, etcétera; sin embargo, el proceso de cristalización del material influye directamente en el comportamiento de la microestructura (21) analizó el impacto de la cristalización en la microestructura y resistencia flexural de Silicato de litio reforzado con zirconio, donde encontró que es absolutamente diferente la microestructura del material precristalizado y cristalizado totalmente, esto incide directamente en las propiedades finales del material pues los valores de resistencia aumentan posteriormente a la cocción, teniendo un efecto positivo en el sellado de defectos originales del material en su fase vítrea. Adicionalmente se pudo verificar los componentes de dichos materiales encontrando que el porcentaje Óxido de zirconio fue de 12-13% y no del 10% como declaran los fabricantes (22) por medio de espectroscopía mostró que los cristales de Silicato de Litio tenían una longitud de 1 µm para Celtra Duo y de 0,5 µm para Vita Suprinity. El zirconio de dispersó en la matriz vítrea y disminuyó su tamaño, cuando se realizó el proceso de pulido manual se presentó dificultad lo que condujo a fallas por vía de este mecanismo.

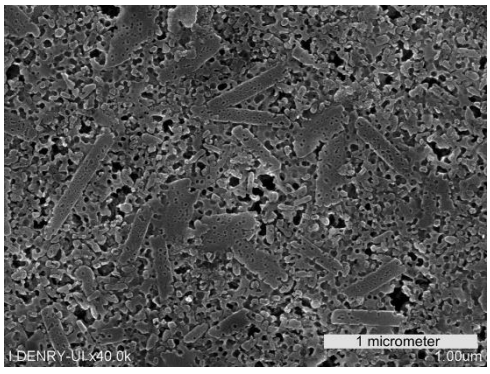


Imagen 11. Microscopía electrónica de barrido de (SLZ), se observan cristales de silicato en forma de plaquetas y agregado de zirconio en una menor proporción (8).

Consecuente a lo revisado anteriormente, las propiedades mecánicas de estas vitrocerámicas se han colocado a prueba para llegar a establecer los alcances o limitaciones de estas y esto brindaría al clínico una serie de opciones a la hora de seleccionar el material cerámico para diversas situaciones, teniendo en cuenta que en el presente estudio, e.max CAD® (1061,54 +/- 160,55 N) tuvo los mejores valores de resistencia comparado con Celtra Duo ® (805,89 +/- 250,77 N) y Vita Suprinity® (690,68 +/- 118,64 N). En otros estudios simulares donde se evaluaron estos materiales (2) indica que la resistencia flexural de e.max ® CAD fue de 361,82 Mpa (361,82 N) y para Vita Suprinity 460,74 Mpa (460,74 N), en este caso se resalta que Vita Suprinity es superior en propiedades mecánicas por que el refuerzo de zirconio en la matriz vítrea mejora la resistencia flexural comparado con e.max CAD. En otro estudio (23) donde se comparó la resistencia entre coronas monolíticas de vitro-cerámicas y coronas en zirconio en bicapa, 15 coronas para premolares fueron fabricadas en e.max CAD, Vita Suprinity, Incoris TZI (zirconio translúcido), posterior a proceso de cementación adhesiva y se sometieron a carga axial en la fosa central obteniendo para: e.max CAD 1565,2 N ; Vita Suprinity 1742,9 N; aquí se destaca que tuvieron un mejor comportamiento mecánico las restauraciones monolíticas en el sector posterior (premolares) que las restauraciones con cerámica de recubrimiento, en este tipo de restauración la falla mecánica más recurrente fue la delaminación (13), evaluó restauraciones monolíticas en disilicato de litio (e.max CAD) a diferentes espesores de preparación y de grosor de la cerámica, para los espesores de 2,0 mm en reducción oclusal la falla catastrófica se presentó a los 1216 N utilizando carga estática en fosa central de las restauraciones (19), evaluaron el efecto del grosor cerámico por medio de una prueba de fatiga en carga axial para silicato de litio reforzado con zirconio (Vita Suprinity y Celtra Duo), en la reducción oclusal de 2,0 mm en coronas monolíticas de Vita Suprinity, la falla catastrófica se presentó a 1,865 N, Celtra Duo a 2,0 mm de reducción oclusal 1,333 N, adicionalmente los mejores valores fueron obtenidos en restauraciones con

preparación oclusal de 2,0 mm, en valores inferiores la tensión en el área oclusal fue mayor haciendo que la restauración sea más propensa a la falla en dicha zona.

Es de gran utilidad para este y los demás estudios correlacionar los resultados con las fuerzas de masticación en humanos, para así verificar si los materiales estudiados tienen la capacidad de funcionar como restauración monolítica del sector posterior, tomando en cuenta los valores obtenidos se hace una comparación con el estudio de donde se describió la fuerza de mordida en tres grupos étnicos Colombianos, se clasificó de acuerdo al grupo de dientes, para la zona de molares derechos para comunidad Mestiza de 492.2 N, Afro 522.5 N, Ticuna de 677.4 N, en zona de molares izquierdos en comunidad Mestiza de 537.8 N, Afro de 550.3 N, Ticuna de 688.7 N (24).

La fuerza de mordida estaría determinada por varios factores que pueden llegar a individualizarse tales como, los hábitos masticatorios, el tono muscular, tipo de dieta, tipo de oclusión, esquema de oclusión, relación oclusal, diagnóstico oclusal, espacio interoclusal y arquitectura de las superficies oclusales.

5. CONCLUSIONES

De acuerdo con las limitaciones de este estudio, podemos concluir:

- La resistencia a la fractura de las coronas monolíticas de e.max CAD fue superior (1,061.54 N) a las coronas monolíticas de Celtra Duo y Vita Suprinity ante carga axial estática.

- Para este estudio el refuerzo de óxido de zirconio en la fase vítrea de Silicato de Litio no fue significativo para aumentar la resistencia a la fractura de (Vita Suprinity y Celtra Duo) comparado con Disilicato de litio (e.max CAD).

6. RECOMENDACIONES

Hacer evaluaciones clínicas que puedan comparar los diferentes sistémicas cerámicos con seguimiento a largo plazo.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. McLaren EA, Figueira J. Updating Classifications of Ceramic Dental Materials: A Guide to Material Selection. *Compend Contin Educ Dent*. 2015;36(6):400–416.
2. Elsaka SE, Elnaghy AM. Mechanical properties of zirconia reinforced lithium silicate glass-ceramic. *Dent Mater*. 2016;32(7):908–914.
3. Kelly JR, Benetti P. Ceramic materials in dentistry: historical evolution and current practice. *Australian Dental Journal* 2011; 56(1):84–96.
4. Willard A, Gabriel Chu TM. The science and application of IPS e.Max dental ceramic. *Kaohsiung J Med Sci*. 2018;34(4):238–242.
5. Vivadent Ivoclar. Scientific Documentaion IPS e.max CAD. Liechtenstein. 2011.
6. Gold SA, Ferracane JL, da Costa J. Effect of Crystallization Firing on Marginal Gap of CAD/CAM Fabricated Lithium Disilicate Crowns. *J Prosthodont*. 2018;27(1):63–66.
7. Goujat A, Abouelleil H, Colon P, et al. Mechanical properties and internal fit of 4 CAD-CAM block materials. *J Prosthet Dent*. 2018;119(3):384–389.
8. Denry I, Kelly JR. Emerging ceramic-based materials for dentistry. *J Dent Res*. 2014;93(12):1235–1242.
9. Traini T, Sinjari B, Pascetta R, et al. The zirconia-reinforced lithium silicate ceramic: lights and shadows of a new material. *Dent Mater J*. 2016;35(5):748–755.
10. Krüger, Susanne, et al. "Nucleation Kinetics of Lithium Metasilicate in Z r O 2-Bearing Lithium Disilicate Glasses for Dental Application." *International Journal of Applied Glass Science* 4.1 (2013): 9-19.
11. Romanyk DL, Martinez YT, Veldhuis S, et al. Strength-limiting damage in lithium silicate glass-ceramics associated with CAD-CAM. *Dent Mater*. 2019;35(1):98–104.
12. Furtado de Mendonca A, Shahmoradi M, Gouvêa CVD, De Souza GM, Ellakwa A. Microstructural and Mechanical Characterization of CAD/CAM

Materials for Monolithic Dental Restorations. *J Prosthodont*. 2019;28(2):587–594.
13. Nawafleh NA, Hatamleh MM, Öchsner A, Mack F. Fracture load and survival of anatomically representative monolithic lithium disilicate crowns with reduced tooth preparation and ceramic thickness. *J Adv Prosthodont*. 2017;9(6):416–422.
14. Vita Suprinity CAD/CAM Restorative. Vita SuprinityBrochure. Available at: https://www.vita-zahnfabrik.com/en/VITA-SUPRINITY-14036.html.
15. Badawy R, El-Mowafy O, Tam LE. Fracture toughness of chairside CAD/CAM materials - Alternative loading approach for compact tension test. *Dent Mater*. 2016;32(7):847–852.
16. Hallmann L, Ulmer P, Wille S, Kern M. Effect of differences in coefficient of thermal expansion of veneer and Y-TZP ceramics on interface phase transformation. *J Prosthet Dent*. 2014;112(3):591–599.
17. Volpato, Cláudia Ângela Maziero, et al. "Application of zirconia in dentistry: biological, mechanical and optical considerations." *Advances in ceramics-electric and magnetic ceramics, bioceramics, ceramics and environment.* (2011): 25.
18. Abdaliah Awada, Dan Nathanson. Mechanical properties of resin-ceramic CAD/CAM. restorative materials. *J of Prosthetic Dentistry* 2014.114(4) 587-593.
19. Monteiro JB, Riquieri H, Prochnow C, et al. Fatigue failure load of two resin-bonded zirconia-reinforced lithium silicate glass-ceramics: Effect of ceramic thickness. *Dent Mater*. 2018;34(6):891–900.
20. Sen N, Us YO. Mechanical and optical properties of monolithic CAD-CAM restorative materials. *J Prosthet Dent*. 2018;119(4):593–599.
21. Riquieri H, Monteiro JB, Viegas DC, Campos TMB, de Melo RM, de Siqueira Ferreira Anzaloni Saavedra G. Impact of crystallization firing process on the microstructure and flexural strength of zirconia-reinforced lithium silicate glass-ceramics. *Dent Mater*. 2018;34(10):1483–1491.
22. Wendler M, Belli R, Petschelt A, et al. Chairside CAD/CAM materials. Part 2: Flexural strength testing. *Dent Mater*. 2017;33(1):99–109.
23. Hamza TA, Sherif RM. Fracture Resistance of Monolithic Glass-Ceramics Versus Bilayered Zirconia-Based Restorations. *J Prosthodont*. 2019;28(1):259–e264.

24. Bedoya, A., J. C. Osorio, and J. A. Tamayo. "Dental Arch Size, Biting Force, Bizygomatic Width and Face Height in Three Colombian Ethnic Groups." *International Journal of Morphology* 33.1 (2015).