

**COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA ADHESIVA Y EL TIPO DE FALLA DE DOS  
MATERIALES CERÁMICOS (LEUCITA Y DISILICATO DE LITIO) A DIFERENTES  
SISTRATOS DENTALES**

**Roxanna Nathaly Cecilia Granda Zapata**

**María Emilia Velásquez Galarza**

**UNIVERSIDAD EL BOSQUE  
PROGRAMA DE OPERATORIA DENTAL, ESTÉTICA Y MATERIALES DENTALES -  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
BOGOTÁ DC.- JULIO- 2021**

## HOJA DE IDENTIFICACIÓN

<b>Universidad</b>	El Bosque
<b>Facultad</b>	Odontología
<b>Programa</b>	Especialidad en Operatoria dental, estética y materiales dentales
<b>Título:</b>	Comparación de la resistencia adhesiva y el tipo de falla de dos materiales cerámicos (leucita y disilicato de litio) a diferentes sustratos dentales
<b>Línea de investigación:</b>	Materiales dentales
<b>Tipo de investigación:</b>	Posgrado/Línea docente
<b>Estudiantes:</b>	Roxanna Nathaly Cecilia Granda Zapata María Emilia Velásquez Galarza
<b>Director:</b>	Dr. Miguel Horacio Rojas Tamayo
<b>Asesor metodológico:</b>	Dr. Jaime Rodrigo Rivera Barrero
<b>Asesor y análisis estadístico:</b>	Dr. David Diaz Baez

## **DIRECTIVOS UNIVERSIDAD EL BOSQUE**

<b>OTTO BAUTISTA GAMBOA</b>	Presidente del Claustro
<b>JUAN CARLOS LÓPEZ TRUJILLO</b>	Presidente Consejo Directivo
<b>MARIA CLARA RANGEL GALVIS</b>	Rector(a)
<b>RITA CECILIA PLATA DE SILVA</b>	Vicerrector(a) Académico
<b>FRANCISCO JOSÉ FALLA CARRASCO</b>	Vicerrector Administrativo
<b>MIGUEL OTERO CADENA</b>	Vicerrectoría de Investigaciones.
<b>CRISTINA MATIZ MEJÍA</b>	Secretaria General
<b>JUAN CARLOS SANCHEZ PARIS</b>	División Postgrados
<b>MARIA ROSA BUENAHORA TOVAR</b>	Decana Facultad de Odontología
<b>MARTHA LILILIANA GOMEZ RANGEL</b>	Secretaria Académica
<b>DIANA MARIA ESCOBAR JIMENEZ</b>	Director Área Bioclínica
<b>ALEJANDRO PERDOMO RUBIO</b>	Director Área Comunitaria
<b>JUAN GUILLERMO AVILA ALCALÁ</b>	Coordinador Área Psicosocial
<b>INGRID ISABEL MORA DIAZ</b>	Coordinador de Investigaciones Facultad de Odontología
<b>IVAN ARMANDO SANTACRUZ CHAVES</b>	Coordinador Postgrados Facultad de Odontología
<b>OLGA LUCIA ZARTA ARIZABALETA</b>	Director del programa de Operatoria dental, estética y materiales dentales

**“La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia”.**

## GUÍA DE CONTENIDO

<b>Resumen</b>	
<b>Abstract</b>	
	<b>Pág.</b>
<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Marco teórico</b>	<b>3</b>
<b>3. Planteamiento del problema</b>	<b>13</b>
<b>4. Justificación</b>	<b>14</b>
<b>5. Objetivos</b>	<b>15</b>
<b>5.1 Objetivo general</b>	<b>15</b>
<b>5.2 Objetivos específicos</b>	<b>15</b>
<b>6. Metodología del Proyecto</b>	<b>16</b>
<b>6.1. Tipo de estudio</b>	<b>16</b>
<b>6.2. Población y muestra</b>	<b>16</b>
<b>6.3. Métodos y técnicas para la recolección de la información</b>	<b>16</b>
<b>6.4. Hipótesis de estudio</b>	<b>24</b>
<b>6.5 Plan de tabulación y análisis.</b>	<b>24</b>
<b>7. Consideraciones éticas.</b>	<b>25</b>
<b>a. Sustento legal</b>	<b>25</b>
<b>8. Resultados</b>	<b>26</b>
<b>9. Discusión</b>	<b>30</b>
<b>10. Conclusiones</b>	<b>32</b>
<b>11. Referencias bibliográficas</b>	<b>33</b>

## LISTADO DE TABLAS

		<b>Págs.</b>
<b>Tabla 1</b>	Resistencia Adhesiva de dos materiales cerámicos (disilicato y leucita) a esmalte y dentina	<b>26</b>
<b>Tabla 2</b>	Resultados de comparación múltiple entre materiales cerámicos (disilicato y leucita) a esmalte y dentina (Valor P),	<b>26</b>
<b>Tabla 3</b>	Tipo de Falla de dos materiales cerámicos (disilicato y leucita) a esmalte y dentina	<b>27</b>

## LISTADO DE FIGURAS

	<b>Págs.</b>
<b>Figura 1</b> Resumen del sistema de clasificación propuesto de todas las cerámicas y materiales similares a la cerámica	<b>6</b>
<b>Figura 2</b> Mandíbula antes de Extracción Incisivos Centrales, laterales.	<b>16</b>
<b>Figura 3</b> Corte Disco Diamantado por parte Vestibular en Esmalte y Dentina	<b>17</b>
<b>Figura 4</b> Corte Disco Diamantado por parte Vestibular en Esmalte y Dentina	<b>17</b>
<b>Figura 5</b> Cuadrados Metálicos Tamaño 5x5 Yeso Tipo 4 (flow stone de whip mix	<b>18</b>
<b>Figura 6</b> 40 muestras divididas en 20 Esmalte, 20 Dentina	<b>18</b>
<b>Figura 7</b> 2 bloques de cerámica Emax Cad, 2 Empress Cad tamaño 14 mm altura 12 mm espesor	<b>19</b>
<b>Figura 8</b> Maquina Isomet corte cerámica 5mm por 5 mm de diámetro y 2.5 mm.	<b>19</b>
<b>Figura 9</b> Protocolo Cementación Sustrato Dentina Esmalte E Max Cad	<b>20</b>
<b>Figura 10</b> Protocolo de Cementación Cerámica E Max Cad	<b>21</b>
<b>Figura 11</b> Protocolo de Cementación Sustrato Esmalte Dentina Empress Cad	<b>22</b>
<b>Figura 12</b> Protocolo de Cementación Cerámica Empress Cad	<b>23</b>
<b>Figura 13</b> Diseño de Soporte	<b>28</b>
<b>Figura 14</b> Diferencia significativa en la resistencia adhesiva en el grupo D con respecto a los otros grupos evaluados	<b>29</b>

## RESUMEN

### COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA ADHESIVA Y EL TIPO DE FALLA DE DOS MATERIALES CERÁMICOS A DIFERENTES SUSTRATOS DENTALES

El objetivo de este estudio es comparar la resistencia adhesiva y el tipo de falla de dos materiales cerámicos leucita, ( Empress Cad) Ivoclar Vivadent disilicato de Litio ( Emax Cad) Ivoclar Vivadent con diferentes sustratos dentales esmalte, dentina. Por otro lado, conocer el comportamiento de estos materiales analizando los requisitos básicos que se le piden a cualquier restauración, resistencia a la fractura, precisión de ajuste marginal, estética y supervivencia clínica. A partir de las variables incluidas en la pregunta PICO se identificaron palabras clave, términos MeSH y DeCS y utilizando los operadores booleanos- OR, AND, se desarrollaron estrategias detalladas de búsqueda para cada base de datos PUBMED y EMBASE siguiendo la estrategia presentada para MEDLINE. La búsqueda de artículos se realizó hasta el 28 de febrero de 2019, sin restricción de idioma. Materiales y métodos: Estudio experimental ex vivo. Se distribuyeron 40 incisivos bovinos en dos grupos de 20 especímenes de cada cerámica Leucita (IPS Empress Cad), Disilicato Litio (IPS e.max CAD) 10 en esmalte, 10 en dentina. utilizando sistema de cementación Relyx Ultimate (3m) siguiendo los protocolos de tratamiento de superficies recomendados por los fabricantes. Posteriormente, se realizaron ensayos de resistencia utilizando la máquina de ensayo universal (Instron 3366, Instron Corp, Estados Unidos). El análisis estadístico se realizó mediante la prueba Kruskal-wallis al evaluar la resistencia adhesiva en MPa en los diferentes grupos contemplados se obtuvo como resultado que hay diferencia significativa en la resistencia adhesiva en el grupo 4 ( leucita cementada a dentina) obteniendo menor resistencia adhesiva con respecto al resto de grupos evaluados. Grupo 1 disilicato cementado a esmalte, Grupo 2 disilicato cementado a dentina y grupo 3 leucita cementada a esmalte.

**Palabras Clave:** cementación adhesiva, resistencia adhesiva, tipo de falla, IPS e.max CAD, Ivoclar Vivadent y leucita IPS Empress CAD, Ivoclar Vivadent, diferentes sustratos dentales.

## ABSTRACT

### COMPARISON OF THE ADHESIVE STRENGTH AND TYPE OF FAILURE OF TWO CERAMIC MATERIALS ON DIFFERENT DENTAL SUBSTRATES

The objective of this study is to compare the adhesive strength and type of failure of two ceramic materials - leucite and lithium disilicate – on different dental substrates – enamel and dentin. On the other hand, the objective is also to discover these materials' behavior by analyzing the basic requirements for any restoration, which include fracture toughness, accuracy of marginal adjustment, aesthetics and clinical survival. Keywords were identified based on the variables included in the PICO question: the terms MeSH and DeCS. In addition, the Boolean operators 'OR' and 'AND' were used to develop detailed search strategies in each PUBMED and EMBASE database following the strategy presented for MEDLINE. The search for articles was carried out on February 28, 2019 without a language restriction. Materials and methods: *Ex vivo* experimental study. Forty bovine incisors were distributed in two groups of 20 specimens of each ceramic – Leucite (IPS Empress Cad) and Lithium Disilicate (IPS e.max CAD) – 10 in enamel and 10 in dentine, using a Relyx Ultimate (3m) cementation system according to the surface treatment protocols recommended by manufacturers. Strength tests were subsequently performed using the universal testing machine (Instron 3366, Instron Corp, United States). The statistical analysis was performed by means of a Kruskal-Wallis test, assessing the adhesive strength in MPa in the different contemplated groups. The result was a significant difference in the adhesive strength of group 4 (leucite cemented on dentine), which yielded less adhesive strength with respect to the rest of the evaluated groups. Group 1 disilicate cemented on enamel, Group 2 disilicate cemented on dentine and Group 3 leucite cemented on enamel.

**Keywords:** Adhesive cementation, Adhesive strength, Type of failure, IPS e.max CAD, Ivoclar Vivadent and leucite IPS Empress CAD, Ivoclar Vivadent, various dental substrates.

## Introducción

Un sistema de clasificación de los materiales cerámicos utilizados en odontología es útil para una variedad de propósitos, incluida la comunicación clínico paciente y técnico para obtener resultados óptimos. Idealmente, un sistema de clasificación debería ser útil para proporcionar información clínicamente sobre dónde usar el material (anterior versus posterior), para qué tipo de restauración (parcial versus completa). Se han propuesto diferentes sistemas de clasificación que se centran en indicaciones clínicas, composición, capacidad de realizar la cementación con los diferentes sistemas adhesivos, métodos de procesamiento, temperaturas de cocción, microestructura, translucidez, resistencia a la fractura, por sus propiedades estéticas, su alta precisión, durabilidad, naturalidad alcanzando sus estándares de calidad. (Garcis et al., 2015).

Existen actualmente multitud de sistemas cerámicos, todos ellos buscan el equilibrio entre los factores estéticos, biocompatibles, mecánicos y funcionales. Las restauraciones libres de metal han sido introducidas en la odontología por los nuevos sistemas tecnológicos y su desarrollo busca el cumplimiento de estos requisitos (Miyazaki et al., 2013).

Los materiales cerámicos son aquellos productos de naturaleza inorgánica, formados mayoritariamente por elementos no metálicos, que se obtienen por la acción del calor y cuya estructura final es parcial o totalmente cristalina o vítrea. Es importante destacar que cuanto menor es la fase cristalina de una cerámica, mejores son sus propiedades ópticas y, del mismo modo, una mayor cantidad de fase cristalina ofrece mejores propiedades mecánicas (Miyazaki et al., 2013). La gran mayoría de las cerámicas dentales están compuestas por una fase vítrea que es la responsable de la estética de la porcelana mientras que la fase cristalina es la responsable de la resistencia, por lo tanto, la microestructura de la cerámica tiene una gran importancia clínica ya que el comportamiento estético y mecánico de un sistema depende directamente de su composición. (Mallat E et al., 2001)

Las cerámicas feldespáticas reforzadas por cristales de leucita están compuestas por un 63% de partículas de cuarzo y en mucha menor medida por un 18% de caolín. El cuarzo al descomponerse en vidrio es el responsable de la translucidez de la porcelana y esta misma construye la fase cristalina. El caolín confiere la plasticidad y facilita el manejo de la cerámica, al tratarse básicamente de vidrios poseen excelentes propiedades que nos permiten obtener excelentes resultados estéticos, pero al mismo tiempo son frágiles. Debido a la demanda de una mayor estética en las restauraciones, se han ido modificando la composición de las cerámicas hasta encontrar nuevos materiales que tuvieran una resistencia adecuada. Entre ellas se encuentra IPS EMPRESS (Ivoclar-Vivadent) que son materiales de vidrio reforzado con leucita, la cual complementa la cerámica debido a que al enfriarse sus partículas sufren una reducción volumétrica porcentual mayor que el vidrio circunstante. Por otro lado, las IPS EMPRESS II (Ivoclar-Vivadent) son cerámicas feldespáticas reforzadas con disilicato de litio y ortofosfato de litio. La presencia de estos dos cristales mejora la resistencia con un 57-80% de cuarzo, un 11-19% de óxido de litio y un 0-5% de óxido de aluminio. La matriz de vidrio aumenta la resistencia sin comprometer su translucidez y estas combinaciones hacen posible la fabricación de restauraciones monolíticas con apariencia altamente estética. (Spohr et al., 2003)

Debido a la gran cantidad de productos disponibles y la velocidad a la que se introducen nuevos productos, el clínico de hoy se enfrenta a un complejo proceso de decisión al elegir un material restaurador de cerámica. La selección rara vez se realiza sobre la base de un conocimiento profundo de las características de los materiales. Se basa en criterios como la resistencia, el grado de translucidez, las técnicas de fabricación. (Kumbuloglu et al., 2015).

La cerámica de Vidrio IPS Empress ha sido utilizado con éxito como material restaurador dental sin metal en situaciones clínicas por más de 6 años, estudios demuestran que este material cumple con los altos estándares estéticos para restauraciones como incrustaciones, coronas, carillas. Este material tiene propiedades como ser translúcido y resistente a la flexión. (Schweiger et al., 2012). IPS Empress revolucionó con materiales de cerámica hace más de 15 años. Debido a las muchas ventajas de la cerámica de vidrio reforzada con leucita teniendo en cuenta sus propiedades estéticas, alta precisión, se ha ganado una reputación de obtener resultados duraderos, naturales en sus restauraciones fabricadas. A lo largo de estos años el sistema IPS Empress se ha mantenido en una evolución constante para mantenerse al frente de las últimas tendencias y necesidades. En el cual se han ido manejando mejoras con respecto a la estética, funcionalidad, manipulación, nuevas tecnologías de trabajo como el CAD / CAM.

La cerámica IPS Empress II fue desarrollada recientemente para aumentar la fuerza de cerámica IPS Empress de 100 a 300 Mpa para mejorar la longevidad clínica de restauraciones cerámicas. (Al-Harthi et al., 20018)

El objetivo de esta investigación al conocer las diferentes cerámicas que existen en la actualidad, se sabe que se dispone de una amplia variedad de tipos de cerámicas con propiedades y aplicaciones muy diferentes en función de su composición química y proceso de síntesis. Por ello, a la hora de seleccionar el sistema cerámico más adecuado, el propósito es de acuerdo con la selección conocer cuáles son los valores de adhesión obtenidos con dos tipos de materiales; Leucita, Disilicato de Litio en sustratos de dentina, esmalte utilizando adhesivos. Por otro lado, conocer el comportamiento de estos materiales analizando los requisitos básicos que se le pide a cualquier restauración: resistencia a la fractura, precisión de ajuste marginal, estética y supervivencia clínica.

## Marco teórico

En las últimas décadas, se ha logrado un avance significativo que permite preservar tejido dentario mediante la realización de restauraciones adheridas, directas e indirectas. Este enfoque moderno de "Odontología Mínimamente Invasiva", se centra en obtener preparaciones dentarias con un diseño más conservador, basándose en la eficacia de la adhesión al tejido remanente de los biomateriales utilizados. La adhesión se realiza a distintos sustratos como el esmalte y la dentina.

### El esmalte

Es el tejido más duro. Está altamente mineralizado y contiene 92-96% de componentes inorgánicos, 1-2% de componentes orgánicos y 3-4% de componentes de agua en términos de peso/peso (P/P). El componente inorgánico está compuesto en su mayor parte por hidroxiapatita (HAP) que tiene una fórmula química  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$  (hidroxiapatita de calcio).

La parte orgánica comprende proteínas, principalmente amelogenina, ameloblastina y tuftelina, con trazas de proteoglicanos y lipoides que en su mayoría desaparecen al madurar el esmalte. La composición distintiva del esmalte dental lo hace no vital, quebradizo e irreparable. Por lo tanto, el apoyo subyacente de la dentina es obligatorio para el correcto funcionamiento del diente. Cuando la dentina se ve envuelta en caries, el esmalte no soportado se fractura sin esfuerzo. El grosor del esmalte dental humano varía en las diferentes superficies del diente. El esmalte es más grueso en las cúspides y más delgado en el margen cervical de un diente humano. La capa de esmalte que cubre las cúspides tiene un grosor de unos 2,5 mm. El esmalte retiene más dureza y resistencia al desgaste y estos activos lo distinguen de todos los demás tejidos del cuerpo humano. La capa superficial de esmalte es más dura, radiopaca y menos porosa en comparación con el subsuelo.

### La dentina

Está compuesta por un 70% (p/p) de matriz inorgánica, un 20% (p/p) de matriz orgánica (principalmente colágeno de tipo 1) y un 10% (p/p) de agua. Organizados como dentina tubular e intertubular, los cristales de HA tienen la forma de placas aplanadas de 60-70 nm de longitud, 20-30 nm de ancho y 3-4 nm de espesor (Gómez de Ferraris y Campos Muñoz, 2009)

Los cristales de HA en el esmalte y la dentina contiene pequeñas cantidades de oligo elementos (Cl, Mg, Na, Cu, K, Fe, Sr, etc.) y mayores cantidades de iones carbonato (Teruel et al., 2015). El carbonato puede incorporarse en la HA, sustituyendo el ión hidroxilo ( $\text{OH}^-$ ) del cristal para convertirse en hidroxiapatita carbonatada de tipo A (CHA), o sustituyendo el ión fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) para convertirse en CHA de tipo B (Barralet et al., 1998).

Estos sustratos dentales como son el esmalte y la dentina; la unión química entre ellos va a estar en diferentes sustratos restaurativos, a diferentes materiales como las cerámicas y los polímeros. A lo largo de los años los materiales dentales han ido evolucionando de manera notable, buscando tener una mayor resistencia, durabilidad y lucir lo más parecidos a los tejidos

naturales. como las cerámicas dentales hoy en día nos ofrecen muchas ventajas. A pesar de la gran variedad que podemos encontrar en el mercado, todas las cerámicas dentales están compuestas por los mismos elementos primarios, los cuales son: el feldespato, el sílice y el caolín, a su vez van a tener una fase vítrea o amorfa, encargada de dar la estética, y una fase cristalina, encargada de aportar la resistencia.

Actualmente, el éxito a largo plazo de la rehabilitación estética. Diferentes materiales se han utilizado como la cerámica. Por lo tanto, el conocimiento profesional sobre el material dental más indicado para cada situación clínica, así como su protocolo es esencial. Asumiendo que los fabricantes han simplificado los protocolos de materiales, un análisis de tales productos, la post cementación es relevante para proporcionar la longevidad de la rehabilitación cerámica. En este sentido, la evolución significativa y versátil de los sistemas adhesivos redujeron el número de pasos operativos para clínicos como los adhesivos universales que contienen silano agente de acoplamiento. Este agente es esencial para la unión de cerámica a base de sílice. Por lo tanto, algunos estudios han evaluado la eficacia de unión de dicho componente cuando se agrega a adhesivos universales o aplicados por separado, para ello; la adhesión cada día es más estudiada.

La tecnología de los adhesivos dentales sigue evolucionando a un ritmo rápido. Ya hemos aprendido a adherirse de manera eficaz y duradera al esmalte hace 65 años con la invención de Buonocore de la "TÉCNICA DE GRABADO-ÁCIDO ". Antes de Buonocore, los primeros intentos de adherir la resina acrílica a la estructura dental deben atribuirse al químico suizo Hagger en 1951 utilizó el monómero funcional dimetacrilato de glicero-fosfato (GPDM), que hoy en día sigue estando contenido como monómero funcional primario en algunos productos adhesivos dentales populares, como la familia de productos Optibond FL/XTR/Universal (Kerr). La investigación histórica identificó a Kramer y McLean, quienes demostraron en 1952 que el GPDM mejoraba la adhesión a la dentina al "penetrar en la superficie y formar una capa intermedia". Mucho más tarde, esta capa intermedia fue etiquetada como la "capa híbrida". Sin embargo, la historia también aprendió que copiar la técnica de grabado al ácido de Buonocore a la dentina, al mismo tiempo que generaba 15-20 MPa de fuerza de adhesión al esmalte, era un intento lógico pero demasiado simple de investigación y desarrollo.

Los mecanismos adhesivos primarios de cualquier material dental destinado a adherirse al tejido dental, particularmente adhesivos, cementos y, últimamente, también restauradores autoadhesivos, implican (1) MOJADO DE SUPERFICIE, (2) MICRO RETENCIÓN (o enclavamiento micromecánico) y (3) INTERACCIÓN QUÍMICA. Para una unión duradera, uno siempre debe esforzarse clínicamente por hacer un uso óptimo de estos tres mecanismos básicos de unión.

### **Cementación**

Cementación es el paso final en odontología restauradora fija, esto puede ser un factor que contribuya al éxito o al fracaso de la restauración. La adhesión de las resinas compuestas al diente es un tema estudiado ampliamente en los últimos años en búsqueda del material ideal que sea capaz de mantener fijadas al diente restauraciones de cerámica o de resina. Pero lo que más ha evolucionado han sido los adhesivos buscando no solo una adhesión eficaz al esmalte sino también a dentina. El cemento de elección para restauraciones completas de cerámica es el cemento de composite. Si se trata de restauraciones finas, el cemento será fotopolimerizable

pues la luz halógena penetrará fácilmente la fina lámina de porcelana y se producirá el fraguado total. La durabilidad de la restauración de cerámica está vinculada al adecuado proceso de cementación, que depende de algunos factores como la composición del material cerámico, método de tratamiento de superficie y el agente cementante. (Behr et al., 2003)

El sistema de cementación RelyX Ultimate corresponde a un cemento de resina adhesivo, polimerización dual, que representa “la más alta resistencia adhesiva” en cementos resinosos del portafolio de 3M, una estética superior y duradera debido a la alta integridad marginal, fluorescencia similar al del diente y estabilidad del color. Este cemento se diseñó para un desempeño óptimo al combinarlo con el adhesivo Single Bond Universal de 3M (Suliman et al., 1997)

### **Qué es un Material Cerámico**

Los materiales cerámicos están constituidos por átomos metálicos y no metálicos que pueden estar ligados por uniones iónicas y/o covalentes. Se distinguen por tener dos fases: una estructura ordenada, conocida como fase cristalina y una no ordenada llamada fase vítrea; la distribución y la cantidad de estas dos fases son fundamentales para el análisis de los materiales cerámicos (Bader M. y cols., 1996).

Las Porcelanas constituyen un grupo de materiales cerámicos que se obtiene a partir de tres materias primas fundamentales: caolín (una arcilla de fórmula aproximada  $2\text{SiO}_2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), cuarzo (una forma cristalina de sílice,  $\text{SiO}_2$ ) y feldespato (un aluminio silicato que contiene potasio y sodio y que en la forma de feldespato potásico responde a la fórmula de  $6\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_3\text{K}_2\text{O}$ ) (Anusavice, 2004).

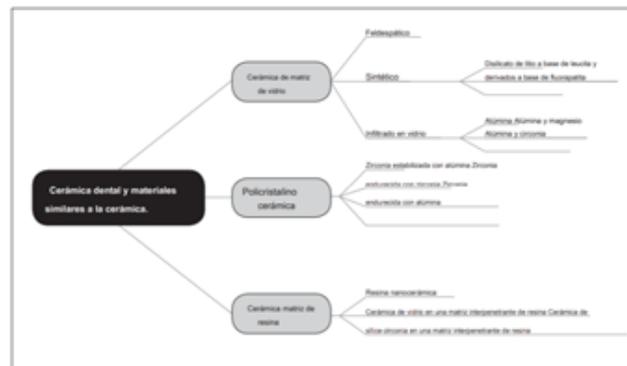
En el uso odontológico las porcelanas contienen escasa o nula cantidad de caolín, ya que este genera cristales de mullita que tienen gran opacidad, las porcelanas tienen en cambio pigmentos (óxidos metálicos como los de hierro, cobre, manganeso, cobalto, entre otros). En la actualidad la Cerámica dental o porcelana dental responde a composiciones bastante diversas, siendo definidos como un material compuesto por óxidos metálicos que es conformado y luego consolidado por medio de un tratamiento térmico a alta temperatura y en cuya estructura final se diferencian dos fases: una amorfa o vítrea (vidrio) y una cristalina (cristales) (Macchi, 2005).

### **Clasificación de las Cerámicas Dentales**

Hoy en día, entre las cerámicas dentales existe un gran número de distintos materiales disponibles. La elección correcta y adecuada para la indicación decide en gran medida el éxito del tratamiento. Una clasificación de las cerámicas dentales por su distinta resistencia, según su nivel de resistencia mecánica en baja resistencia (100-300 MPa), como las cerámicas feldespáticas, 28 resistencia moderada (300-700 MPa), como las vitrocerámicas reforzadas con disilicato de litio o leucita, así como también las porcelanas aluminosas, y alta resistencia (por encima de 700 MPa) como todas las cerámicas zirconio. (Garcis et al., 2015).

La palabra "cerámica" se deriva de la palabra griega "keramos" que se traduce como "tierra quemada". La cerámica es un material inorgánico no metálico. La cerámica se refiere a numerosos materiales, incluido el metal. óxidos, boruros, carburos, nitruros y mezclas complejas de estos materiales. Los materiales cerámicos dentales pueden existir en forma de vidrio (un sólido amorfo), que no tiene fase cristalina; un vaso con diferentes cantidades y tipos de fase cristalina; un material principalmente cristalino con pequeñas cantidades de vidrio; todo el camino a un sólido policristalino un material sin vidrio (Mclaren et al.,). La cerámica dental se puede clasificar en un número de diferentes maneras, incluyendo por su composición, método de procesamiento, temperatura de fusión, microestructura, translucidez, resistencia a la fractura. También se puede clasificar por la técnica de procesamiento prensado o maquinado. En consecuencia, los materiales totalmente cerámicos pueden ser utilizados para la fabricación de todo tipo de dientes individuales restauraciones como carillas, incrustaciones Inlay, Onlay, Coronas individuales. (Bajraktarova et al., 2018)

1. Cerámica de matriz de vidrio: Materiales cerámicos inorgánicos no metálicos que contienen una fase de vidrio.
2. Cerámica policristalina: Materiales cerámicos inorgánicos no metálicos que no contienen ninguna fase de vidrio.
3. Cerámica matriz de resina: matrices de polímeros que contienen compuestos refractarios predominantemente inorgánicos que pueden incluir porcelanas, vidrios, cerámicas y vitrocerámicas. (Garcis et al., 2015).



**Figura 1** Resumen del sistema de clasificación propuesto de todas las cerámicas y materiales similares a la cerámica

### Cerámica Disilicato de Litio

Este es un tipo de vitrocerámica dental introducida originalmente por Ivoclar Vivadent como IPS Empress II (y más tarde en forma de cerámica IPS E. Max pressable y mecanizable). el contenido de cristal a aproximadamente el 70% y refinar el cristal. El tamaño logró mejoras en la resistencia a la flexión. El cristal matriz consiste en un silicato de litio con litio de tamaño

micrónico cristales de disilicato entre submicronlitio cristales de ortofosfato Esto crea un matriz de vidrio altamente llena. Una porcelana de chapa que consiste en los cristales de fluorapatita en un vidrio de aluminosilicato pueden ser en capas en el núcleo para crear la morfología final y sombra de la restauración. La forma y el volumen de los cristales aumentan la resistencia a la flexión a aproximadamente 360 MPa, o aproximadamente tres veces la de IPS Empress. 15-19 Este material puede ser muy translúcido incluso con el alto contenido cristalino. (Giordano et al., 2010). Esto se debe al índice de refracción relativamente bajo del litio. cristales de disilicato. Este material es lo suficientemente translúcido como para que pueda usarse para restauraciones de contorno completo o para el más alto estético. La porcelana que consta de cristales de fluorapatita en el vidrio de aluminosilicato puede colocarse en capas en el núcleo para crear. La morfología final y la sombra de la restauración. La fluorapatita es un fluoruro que contiene fosfato de calcio. (fórmula química  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ ). Los cristales de fluorapatita contribuyen a las propiedades ópticas de revestimiento de porcelana y CTE para que coincida con el disilicato de litio presable o material mecanizable. Tanto el material de recubrimiento como el material de disilicato de litio se puede grabar debido al vidrio fase. (Denry et al., 2010)

### **Cerámica Feldespática Leucita**

Las cerámicas feldespáticas son las comúnmente utilizadas como material de estratificación 30 en restauraciones de metal-cerámica y la fabricación de carillas. La cerámica de feldespato presenta una resistencia a la flexión in vitro bajo, de 100 Mpa. Las vitrocerámicas, son reforzadas con ciertos cristales en la matriz vítrea, estos cristales de refuerzo son la leucita o el disilicato de litio. Estos materiales se pueden emplear para fabricar restauraciones de capa única o para proporcionar finas capas que luego serán revestidas con cerámica de estratificación o presión. Estas cerámicas pueden ser utilizadas como restauraciones individuales, sobre todo en el sector anterior. La resistencia a la flexión de estos materiales es de 120 MPa para las vitrocerámicas a base de leucita, y de 350 a 400 MPa para las reforzadas con disilicato de litio. (Anusavice et al., 2010)

### **Sistema IPS Empress II e IPS E. Max**

En la búsqueda de mejorar el sistema de vitrocerámicas reforzadas con leucita y ampliar el número de indicaciones, a finales de los 90 se introdujo un material con 34 incorporación de cristales de disilicato de litio (60%). Este sistema se denominó IPS Empress II que presenta una resistencia a la flexión mejor al sistema IPS Empress o de primera generación, el cual se compone de cristales de leucita. En este material los cristales de disilicato de litio están dispuestos de forma dispersa y entrecruzados en una matriz vítrea, de esta manera, se previene la propagación de grietas.

El sistema IPS Empress II se puede utilizar como una subestructura y recibir una cerámica de recubrimiento o puede ser una restauración con contornos finales y recibir un maquillaje. Este material presenta excelentes propiedades ópticas y a la vez brinda características naturales a la restauración brindando una excelente estética sin dar una apariencia artificial. El IPS

Empress II tiene amplias indicaciones como: carillas laminadas, inlays, onlays, coronas totales, prótesis adhesivas con aletas estéticas o prótesis fijas de tres elementos.

La IPS e.max. es un sistema cerámico que permite la fabricación de todo tipo de restauración gracias a su mejorada propiedad mecánica al incorporar pastillas cerámicas de disilicato de litio (IPS e. max Press). En este sistema se utiliza la técnica de cera perdida. La IPS e. max está indicada para: inlays, onlays, carillas laminadas, subestructuras para coronas individuales, trabajos parciales en sector anterior o posterior. De igual manera, se fabricó una nueva pastilla de fluorapatita (IPS e. max ZirPress), para ser inyectada sobre subestructuras de zirconio. (Fradeani et al., 2006)

### **Adhesivos Dentales**

En los últimos 40 años los adhesivos dentales han experimentado transformaciones, actualmente se clasifican por generación, los tipos de adhesivos están ordenados cronológicamente por el orden que se han introducido en el mercado dental. Los adhesivos universales son adhesivos de un solo paso que a la vez son recomendados por los respectivos fabricantes como adhesivos de dos pasos cuando se usa ácido ortofosfosfórico para grabar esmalte, dentina. Los sistemas adhesivos son biomateriales cruciales dentro de los protocolos clínicos de restauración estética. El primer paso para mejorar los resultados clínicos es saber qué agente de unión se está utilizando. Pero para saber eso, uno debe entender que esencialmente todos los agentes de unión están compuestos de 3 componentes principales de alguna forma, incluido un grabador ácido, una imprimación y un adhesivo. Estos componentes se separan o combinan de diversas formas para crear los adhesivos disponibles en la actualidad. ( Alex G et al., 2015)

Los sistemas adhesivos desarrollados hasta ahora, han sido agrupados de diferentes formas en el tiempo. Así se les ha clasificado:

1. Según su orden de aparición en el mercado, denominada clasificación clásica.
2. De acuerdo con el tratamiento que ellos le dan a la dentina.
3. Según el mecanismo de polimerización de estos adhesivos
4. De acuerdo con el número de pasos clínicos y presentación comercial.
5. Según el tipo de solvente que contienen.( Alex G al., 2015)

### **Adhesivo Single bond Universal**

3M ESPE surge el Adhesivo Single Bond™ Universal, es un producto dental en una sola botella para todo tipo de superficies, que puede usarse con las técnicas de grabado total, autograbado y grabado selectivo para las restauraciones directas e indirectas. El Adhesivo Single Bond™ Universal es un adhesivo/imprimador ideal para usarse junto con el Cemento de resina adhesiva\* RelyX™ Ultimate de 3M ESPE. No se necesita el activador para las restauraciones

indirectas con el cemento RelyX™ Ultimate. A diferencia de la mayoría de los cementos de resina, el cemento RelyX™ Ultimate se basa en un sistema iniciador que incorpora el activador en el cemento.

Uno de los beneficios de los adhesivos universales es su capacidad para utilizarse tanto en restauraciones indirectas como directas. Esto significa que se pueden utilizar en restauraciones directas, indirectas, carillas, coronas. Los adhesivos universales están compuestos monómero adhesivo 10 metacrililoxidocil-dihidrógeno-fosfato (10-MDP. Este monómero es el mismo que se ha utilizado durante muchos años en el cemento Relyx Ultimate, . Con su adición, el adhesivo se puede adherir a restauradores y cementos a base de metacrilato, así como a sustratos, metal y zirconia. El 10-MDP también es un monómero altamente hidrófobo, lo que lo hace menos propenso a la absorción de agua y la descomposición hidrolítica. Además, puede unirse químicamente al diente a través de su interacción con el calcio en la hidroxiapatita del diente, formando sales MDP-Ca estables que, junto con las nanocapas, explican la alta estabilidad de esta unión y la resistencia a la degradación, el pH del adhesivo juega un papel importante en la eficacia clínica, siendo beneficioso un pH más suave. Aunque se desea un adhesivo de autograbado de pH suave en la dentina, es una preocupación para el esmalte, ya que se cuestiona la capacidad de grabar adecuadamente el sustrato. Para mejorar esta unión, se recomienda la popular técnica de grabado selectivo. Otra preocupación con el pH de los adhesivos es el efecto de su compatibilidad con cementos de resina y composites de curado dual y autocurado. En general, una acidez más fuerte / un pH más bajo significa menos compatibilidad. Sin una polimerización adecuada en la interfaz del adhesivo, no tenemos unión. Para superar esto, se debe utilizar el uso de activadores de curado dual o cementos sin aminas. Por lo tanto, es fundamental leer las instrucciones del fabricante con respecto al adhesivo que se está utilizando, ya que los diferentes adhesivos tienen diferentes formulaciones. También debe tenerse en cuenta aquí que se recomienda no mezclar y combinar adhesivos y cementos de resina cuando sea posible. Con diferentes químicas presentes, es posible que no se esté produciendo una polimerización adecuada, lo que repercute negativamente en la unión y el resultado clínico. ( Van Meerbeek B., 2011)

## **Grabado Àcido**

Antes de aplicar el adhesivo Adper Single Bond 2, el esmalte y la dentina necesitan grabarse por separado con ácido fosfórico. El grabador de ácido fosfórico Scotchbond desmineraliza la superficie del esmalte y la dentina a fin de prepararlos para la adhesión. El grabador contiene 35% de ácido fosfórico. El uso de un grabador ácido en las superficies del esmalte y de la dentina es muy importante. El grabador de ácido fosfórico tiene un pH de aproximadamente 0.6. El gel grabador de ácido fosfórico se espesa con sílice pirógena y un surfactante soluble al agua para lograr una consistencia altamente viscosa. El surfactante permite que el grabador se pueda enjuagar con mayor facilidad. ( Suh BI., 2011).

## **Silano**

El silano es un agente de unión. Se utiliza sobre la porcelana o disilicato de litio (IPS e.max®) luego del grabado ácido con el gel de porcelana o sobre metales después de limpiarlos con ácido fosfórico. Debe ser utilizado siempre que se efectúen adhesiones de resinas a porcelanas o a

metales pues prepara la superficie para la resina adhesiva. Los estudios han demostrado que el silano de Ultradent, cuando es utilizado con Porcelain Etch de Ultradent y Peak Universal Bond, alcanza las mayores fuerzas de adhesión (si se compara con otros productos de adhesión a porcelana). El procedimiento de silanización se ha descrito como un pretratamiento importante para aumentar la fuerza de unión a cementos de resina. Los silanos tienen una reactividad dual, sobre la parte funcional orgánica (vinilo, alilo, amino e isocianato) y puede polimerizar con una matriz orgánica, mientras que el alcoxi grupos (metoxi y etoxi) reacciona con un sustrato.

### **Ácido fluorhídrico 5%**

Es un gel de ácido fluorhídrico destinado para el grabado de restauraciones cerámicas. Sirve para crear un patrón de grabado retentivo en las restauraciones de cerámicas de silicatos y cerámica híbrida y aumentar así la adherencia entre la superficie cerámica y el composite de fij

Diversos autores consideran el microarenado, el grabado ácido y la silanización en la superficie de la cerámica un hallazgo importante tanto para la fuerza de unión del cemento resinoso a la cerámica como la adhesión a la 3-9 estructura dentaria. Por lo antes mencionado el lector encuentra en la presente investigación un estudio que compara el aspecto superficial y la fuerza adhesiva, en una cerámica feldespática grabada con diferentes concentraciones y tiempos de exposición al ácido fluorhídrico.

Álvarez y cols mencionan que todas las porcelanas dentales están formadas por tres materias primas fundamentales cuya proporción varía en función de las propiedades que se quieren obtener o modificar y estas son Feldespato, Cuarzo y Caolín y otros componentes que se encuentran en cantidades menores como los fundentes que son el bórax, carbonato y óxido de zinc, pigmentos, maquillajes y opacificadores. De acuerdo a su composición genérica da lugar a un sistema de clasificación: Cerámicas convencionales: Feldespática, Aluminosas (óxido de aluminio) y las Modernas Vitrocerámicas (alúmina, vidrio de bario, sílice y el anhídrido fosfórico). Por su temperatura de cocción se clasifican en: Alta fusión 1300<sup>o</sup>-1370<sup>o</sup>c, media fusión 1100<sup>o</sup>-1300<sup>o</sup>c, baja fusión 850<sup>o</sup>-1100<sup>o</sup>c y ultrabaja fusión menor de 850<sup>o</sup>c se ha intentado un nuevo sistema de clasificación atendiendo al sistema de procesado y obtención; estas son: Convencional, Colada, Torneada, Prensada o Inyectada e infiltrada. Según Nagayassu existen diversos tratamientos que se realizan en la superficie interna de la cerámica para crear mayor adhesión tal como el acondicionar con Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ácidos y la silanización para producir retención micromecánica.

Chen Ji-Hua y cols mencionan que son mejores los resultados con el ácido fluorhídrico en un tiempo corto de grabado a la porcelana feldespática. Establecieron que aunque otros ácidos se pueden utilizar como grabados feldespáticos de la porcelana, los mejores resultados fueron obtenidos con el tiempo más corto del grabado al usar el ácido fluorhídrico.

Albasheer y cols observaron que la alteración física de la superficie grabada produce retención micromecánica y esto es esencial para el éxito de las restauraciones de porcelana. El grabado más utilizado es una solución al 10% de ácido fluorhídrico. Examinaron (MEB) las alteraciones de la superficie de tres porcelanas feldespáticas, producidas por tres agentes con grabado ácido: Super Etch (Mirage) ácido Nítrico, clorhídrico y fluorhídrico por 90 segundos Stripit (Keystone)

ácido fluorhídrico y sulfúrico por 2 minutos APF (Oral B) fluoruro de sodio, fluorhídrico y fosfórico por 10 minutos. Descubrieron que el grabado con APF en exceso de diez minutos redujo significativamente la fuerza de adherencia.

Shahverdi S. y cols evaluaron el efecto del grabado ácido fluorhídrico de una cerámica feldespática con dos concentraciones 2.5% y 5% en 7 tiempos diferentes 0-30- 60-90-120-150-180 segundos realizando una prueba de fuerza a una velocidad de 5mm/min en donde al 2.5% mostró el patrón de grabado más alto que para el 5% a excepción de 180 segundos. Kato y cols investigaron el efecto del grabado y microarenado de una cerámica feldespática con el fin de evaluar las características retentivas de las superficies tratadas. Tuvieron como resultados que el Bifluoruro de amonio fue levemente áspero, no demostró patrón de grabado, el ácido fosfórico mostró un efecto suave y el patrón de grabado fuerte fue para la combinación del microarenado con ácido fluorhídrico al 9% por 60 segundos presentando también una mayor fuerza de adherencia.

Para Peutzfeldt Anne la concentración de ácido fluorhídrico puede variar y ser utilizado solo o en combinación con otros ácidos como el sulfúrico o pueden estar presentes en parte neutralizado en forma de amonio como el bifluoride. Todos los tipos de agentes grabadores han demostrado un buen desempeño y los datos existentes no permiten una distinción entre las diversas modificaciones.

Della Bona y Anusavice Kenneth probaron la hipótesis de que la superficie del patrón de cambios estructurales, según el tipo de grabado, la microestructura cerámica y composición. Utilizaron 9,6% de (HF), 4% de (APF) por 2 minutos 10% de (ABF) todos en gel por un minuto en donde el HF mostró un patrón irregular y los poros son la característica topográfica, el ABF presentó ranuras y en el APF se formó acumulación de superficie precipitada mostrando grabado por su alto contenido de alúmina y baja reactividad química.

Borges y cols evaluaron la topografía de la superficie de seis cerámicas con tratamiento diferente ya sea grabado con ácido fluorhídrico o microarenado Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> de 50μ al ser vistas en el MEB mostró que el Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> de 50μ modificó la morfología de IPS Empress, IPS Empress 2 y Cergogold y no modificó la superficie para Zirconia y Procera.

Saracoglu A. y cols describen los efectos de diversos tratamientos en la superficie cerámica feldespática, utilizando un método por cizallamiento a una velocidad de 0.5 mm/min en la fuerza de adherencia. Según la concentración y tiempo son las porosidades y ranuras que se crean en la superficie así como la silanización para crear mejor adhesión con la cerámica. Varios ácidos grabadores siendo el fluorhídrico el que creó mejor retención micromecánica así como cambios morfológicos en la textura de la cerámica feldespática. Gonçalves Mota y cols evaluaron la influencia de diferentes métodos de tratamiento superficial en diferentes cerámicas en la resistencia a la tracción a un cemento con base de resina. En donde dividieron: Grupo I: (control), Grupo II: microabrasión 50μ con 60 lbs de presión, Grupo III: grabado con HF al 10% y un Grupo IV: microabrasión y HF. Se le aplicó silano a los grupos (Silane Primer® Kerr) como resultado obtuvieron que los Grupos I y III: no presentaron diferencias, el Grupo III no difirió estadísticamente de los grupos II y IV. El modo de falla predominante en todos los grupos fue

de tipo adhesivo (62% n=25). Por lo que el Grupo I.-media menor de resistencia, Grupo III.- término medio y los Grupos II y IV. -mayor resistencia de unión.

Adisson y cols evaluaron que el grabado ácido incrementa la fuerza de adherencia entre el composite y la porcelana recomendándole como una técnica de cementación de las restauraciones cerámicas. Examinaron los efectos de la concentración del ácido HF y el tiempo de grabado de una porcelana feldespática de baja fusión (Vitadur-Alpha). Demostraron que el grabado ácido puede efectivamente aumentar la rugosidad de la superficie. Obtuvieron que el aumento de concentración HF del 5 al 10%, con un periodo de 45 segundos el grabado dio lugar a ninguna reducción significativa en la media bi-axial flexión 84,9 y (13,8) Mpa y el aumento de la concentración HF al 20% mostró una disminución significativa en la media de fuerza por 72, 9 y (11,2) MPa.

### 3. Planteamiento del problema

Un sistema de clasificación de los materiales cerámicos utilizados en odontología es útil para una variedad de propósitos, incluida la comunicación clínico paciente y técnico para obtener resultados óptimos. Idealmente, un sistema de clasificación debería ser útil para proporcionar información clínicamente sobre dónde usar el material (anterior versus posterior), para qué tipo de restauración (parcial versus completa). Se han propuesto diferentes sistemas de clasificación que se centran en indicaciones clínicas, composición, capacidad de realizar la cementación con los diferentes sistemas adhesivos, métodos de procesamiento, temperaturas de cocción, microestructura, translucidez, resistencia a la fractura, por sus propiedades estéticas, su alta precisión, durabilidad, naturalidad alcanzando sus estándares de calidad. (Garcis et al., 2015).

Existen actualmente multitud de sistemas cerámicos, todos ellos buscan el equilibrio entre los factores estéticos, biocompatibles, mecánicos y funcionales. Las restauraciones libres de metal han sido introducidas en la odontología por los nuevos sistemas tecnológicos y su desarrollo busca el cumplimiento de estos requisitos (Miyazaki et al., 2013).

Los materiales cerámicos son aquellos productos de naturaleza inorgánica, formados mayoritariamente por elementos no metálicos, que se obtienen por la acción del calor y cuya estructura final es parcial o totalmente cristalina o vítrea. Es importante destacar que cuanto menor es la fase cristalina de una cerámica, mejores son sus propiedades ópticas y, del mismo modo, una mayor cantidad de fase cristalina ofrece mejores propiedades mecánicas (Miyazaki et al., 2013). La gran mayoría de las cerámicas dentales están compuestas por una fase vítrea que es la responsable de la estética de la porcelana mientras que la fase cristalina es la responsable de la resistencia, por lo tanto, la microestructura de la cerámica tiene una gran importancia clínica ya que el comportamiento estético y mecánico de un sistema depende directamente de su composición. (Mallat E et al., 2001)

Las cerámicas feldespáticas reforzadas por cristales de leucita están compuestas por un 63% de partículas de cuarzo y en mucha menor medida por un 18% de caolín. El cuarzo al descomponerse en vidrio es el responsable de la translucidez de la porcelana y esta misma construye la fase cristalina. El caolín confiere la plasticidad y facilita el manejo de la cerámica, al tratarse básicamente de vidrios poseen excelentes propiedades que nos permiten obtener excelentes resultados estéticos, pero al mismo tiempo son frágiles. Debido a la demanda de una mayor estética en las restauraciones, se han ido modificando la composición de las cerámicas hasta encontrar nuevos materiales que tuvieran una resistencia adecuada. Entre ellas se encuentra IPS EMPRESS (Ivoclar-Vivadent) que son materiales de vidrio reforzado con leucita, la cual complementa la cerámica debido a que al enfriarse sus partículas sufren una reducción volumétrica porcentual mayor que el vidrio circunstante. Por otro lado IPS EMPRESS II (Ivoclar-Vivadent) son cerámicas feldespáticas reforzadas con disilicato de litio y ortofosfato de litio. La presencia de estos dos cristales mejora la resistencia con un 57-80% de cuarzo, un 11-19% de óxido de litio y un 0-5% de óxido de aluminio. La matriz de vidrio aumenta la resistencia sin comprometer su translucidez y estas combinaciones hacen posible la fabricación de restauraciones monolíticas con apariencia altamente estética. (Spohr et al., 2003)

#### 4. Justificación

Debido a la gran cantidad de productos disponibles y la velocidad a la que se introducen nuevos productos, el clínico de hoy se enfrenta a un complejo proceso de decisión al elegir un material restaurador de cerámica. La selección rara vez se realiza sobre la base de un conocimiento profundo de las características de los materiales. Se basa en criterios como la resistencia, el grado de translucidez, las técnicas de fabricación. (Kumbuloglu et al., 2015).

La cerámica de Vidrio IPS Empress ha sido utilizado con éxito como material restaurador dental sin metal en situaciones clínicas por más de 6 años, estudios demuestran que este material cumple con los altos estándares estéticos para restauraciones como incrustaciones, coronas, carillas. Este material tiene propiedades como ser translúcido y resistente a la flexión. (Schweiger et al., 2012). IPS empress revolucionó con materiales de cerámica hace más de 15 años. Debido a las muchas ventajas de la cerámica de vidrio reforzada con leucita teniendo en cuenta sus propiedades estéticas, alta precisión, se ha ganado una reputación de obtener resultados duraderos, naturales en sus restauraciones fabricadas. A lo largo de estos años el sistema IPS Empress se ha mantenido en una evolución constante para mantenerse al frente de las últimas tendencias y necesidades. En el cual se han ido manejando mejoras con respecto a la estética, funcionalidad, manipulación, nuevas tecnologías de trabajo como el CAD / CAM.

La cerámica IPS Empress II fue desarrollada recientemente para aumentar la fuerza de cerámica IPS Empress de 100 a 300 Mpa para mejorar la longevidad clínica de restauraciones cerámicas. (Al-Harathi et al., 20018)

El objetivo de esta investigación al conocer las diferentes cerámicas que existen en la actualidad, se sabe que se dispone de una amplia variedad de tipos de cerámicas con propiedades y aplicaciones muy diferentes en función de su composición química y proceso de síntesis. Por ello, a la hora de seleccionar el sistema cerámico más adecuado, el propósito es de acuerdo con la selección conocer cuáles son los valores de adhesión obtenidos con dos tipos de materiales; Leucita, Disilicato de Litio en sustratos de dentina, esmalte utilizando adhesivos. Por otro lado, conocer el comportamiento de estos materiales analizando los requisitos básicos que se le pide a cualquier restauración: resistencia a la fractura, precisión de ajuste marginal, estética y supervivencia clínica.

## **5. Objetivos**

### **5.1 Objetivo General**

Comparar la resistencia adhesiva y el tipo de falla de dos materiales cerámicos (leucita y disilicato de litio) a diferentes sustratos dentales

### **5.2 Objetivos Específicos**

- Determinar la resistencia adhesiva de Leucita (maquinada) con respecto al sustrato dental esmalte y dentina utilizando el sistema cementación adhesiva RelyX Ultimate (3M)
- Determinar el tipo de falla adhesivo de la Leucita (maquinada) con respecto al sustrato dental esmalte y dentina utilizando el sistema cementación adhesiva RelyX Ultimate (3M)
- Determinar la resistencia adhesiva del Disilicato de litio (maquinado) con respecto al sustrato dental esmalte y dentina utilizando el sistema cementación adhesiva RelyX Ultimate (3M)
- Determinar el tipo de falla adhesivo del Disilicato de litio (maquinado) con respecto al sustrato dental esmalte y dentina utilizando el sistema cementación adhesiva RelyX Ultimate (3M)

## 6. Metodología del Proyecto

### 6.1 Tipo de estudio

Estudio *ex vivo*

### 6.2. Población y muestra

La muestra será Incisivos bovinos

**El tamaño de la muestra** se seleccionarán 40 incisivos bovinos, los cuales serán distribuidos en 4 grupos de 10 muestras: Grupo A: Disilicato cementado a esmalte, Grupo B: Disilicato cementado a dentina, Grupo c: Leucita cementado a esmalte y Grupo D: Leucita cementado a dentina.

### 6.3. Métodos y técnicas para la recolección de la información

**Selección:** Como criterios de selección cuarenta dientes serán usados para realizar dicho estudio, se seleccionarán incisivos bovinos, extraídos por motivos de estudio, se almacenarán en solución de Cloramina T a temperatura de 4º en un periodo no mayor a tres meses.

#### Preparación de Especiem

40 dientes incisivos centrales, laterales bovinos, extraídos teniendo como criterio de selección que el animal de muestra no tenga más de 12 horas de haber sido sacrificado. Las muestras serán almacenadas según el protocolo diseñado para el biobanco de dientes de la Universidad Nacional de Colombia del 2014.( Figura 2)



**Figura 2 Mandíbula Antes de Extracción Incisivos Centrales, laterales.**

1. Uso de elementos de bioprotección, por parte del personal que manipula los especímenes, para evitar posibles accidentes durante su manipulación.
2. Recepción de dientes e inmersión en Cloramina T al 0.5% dentro de recipientes de polietileno de alta densidad con selle hermético y debidamente marcado.

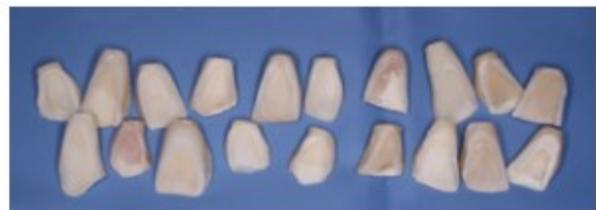
3. Retiro de remanentes de tejido blando radicular con curetas, teniendo cuidado de no alterar la estructura de la corona dental.
4. Retiro de tejido pulpar con limas de endodoncia pre-serie o primera serie, vía ápice dental con formaldehído al 2%. Momificación de restos de tejido pulpar.
5. Taponamiento del ápice dentario con acrílico de autocurado, para evitar la entrada de Cloramina T al conducto.
6. Inspección visual con microscopio para eliminar los remanentes de tejido, garantizando las superficies limpias y libres de partículas que puedan alterar el almacenamiento o posteriores investigaciones.
7. Limpieza con cepillo de dientes suave y agua destilada. Colocación en el ultrasonido por 10 minutos.
8. Para garantizar las muestras en las mejores condiciones por tiempo prolongado para futuras investigaciones. Las muestras se depositan en recipientes de media onza, de polietileno de alta densidad (PEAD) con selle hermético (tapa rosca No. 24), que contienen entre 8 ml y 10 ml de Cloramina T al 0,5 %, y se conservan a 4°C en el refrigerador. ( Figura 3)



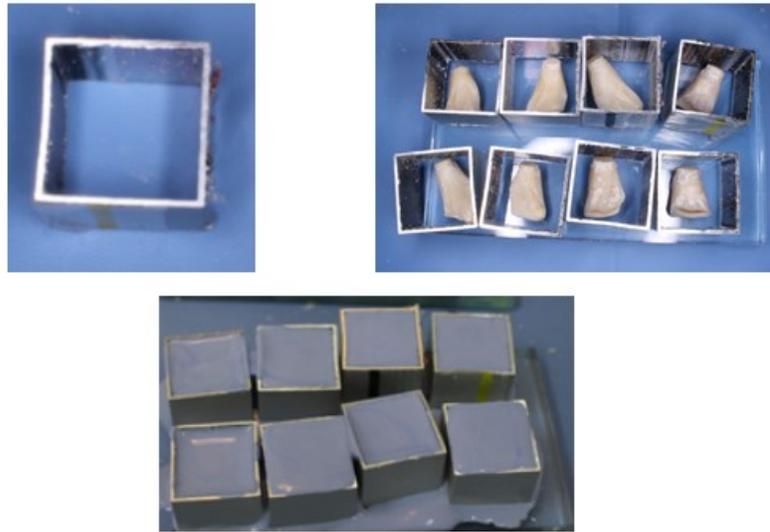
**Figura 3 Dientes Bovinos Extraídos Incisivos centrales laterales**

### **Preparación de los Dientes**

Se realizará un desgaste a los 40 incisivos bovinos con discos de diamante, por vestibular, 20 a esmalte, 20 a dentina . Se pulirá la superficie para dejarla totalmente plana y una vez se verifique que el desgaste se haya realizado de manera adecuada serán montados en una platina de vidrio con ayuda de cera pegajosa. (Figura 4). Se realizará un encofrado en paredes de aluminio para realizar el vaciado con yeso tipo 4 (flow stone de whip mix) hasta cubrir tercio medio y una vez fraguado el cemento se eliminará la cera pegajosa y restos de yeso tipo 4 adherido a la superficie de estudio. (Figura 5)

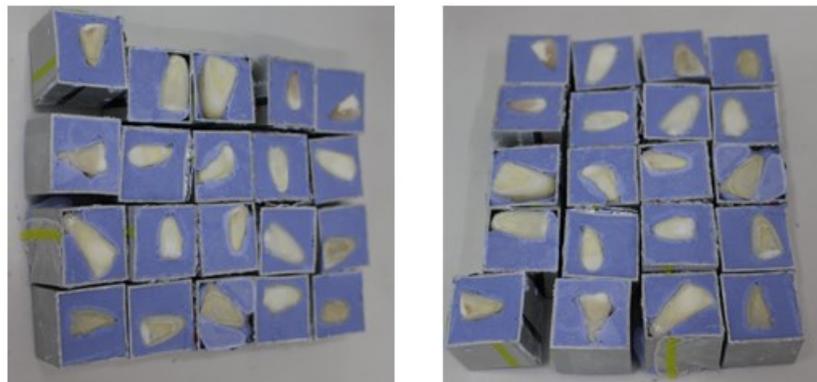


**Figura 4 Corte Disco Diamantado por parte Vestibular en Esmalte y Dentina**



**Figura 5 Cuadrados Metálicos Tamaño 5x5 Yeso Tipo 4 (flow stone de whip mix)**

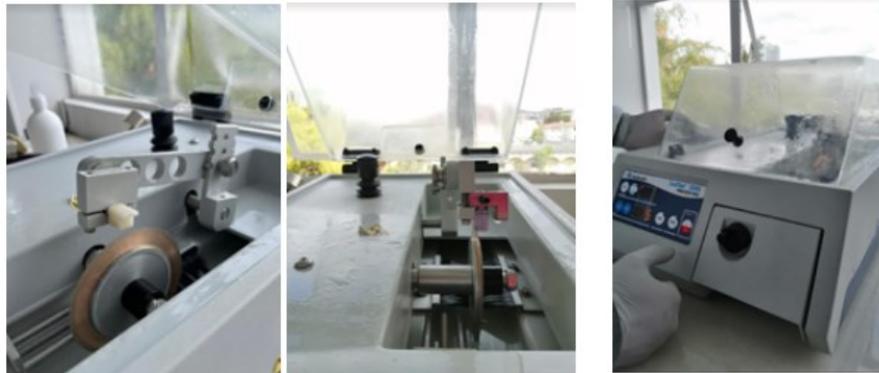
Se realizarán 40 muestras divididas en 20 muestras para obtener la resistencia adhesiva y 20 muestras para el tipo de falla, todas las muestras serán cementadas con El sistema de cementación RelyX Ultimate.( Figura 6) Las cerámicas a utilizar serán 2 Empress Cad y 2 Emax Cad, ambas cerámicas tienen presentación en forma de cubos con una altura de 14 mm y espesor de 12mm, los cuales serán cortados en cuadrado de 5mm por 5 mm de diámetro y 2.5 mm de espesor con la máquina de corte de alta precisión Isomet, (figura 7) la cerámica E Max Cad, tendrá que pasar por un proceso de cristalización a 840<sup>o</sup>-850<sup>o</sup>C (1544-1562<sup>o</sup> F) en 40 minutos, provoca la transformación de la microestructura a través de un proceso controlado de crecimiento de los cristales de disilicato de litio. Enfriamiento después de la cocción, retirar las piezas de IPS e.max CAD del horno una vez finalizado el ciclo de cocción (esperar la señal acústica del horno), dejar que las piezas alcancen temperatura ambiente en un lugar sin corrientes de aire. ( Figura 8)



**Figura 6**  
**40 muestras divididas en 20 Esmalte, 20 Dentina**



**Figura 7**  
**2 Bloques de cerámica Emax Cad, 2 Empress Cad tamaño 14 mm altura 12 mm espesor**



**Figura 8.**  
**Maquina Isomet corte cerámica 5mm por 5 mm de diámetro y 2.5 mm.**

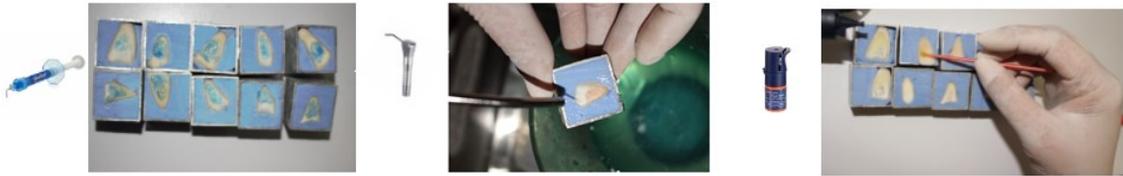
## **Cementación Adhesiva**

Protocolo de Cementación Disilicato Litio

### **RelyX Ultimate**

En la estructura dental:

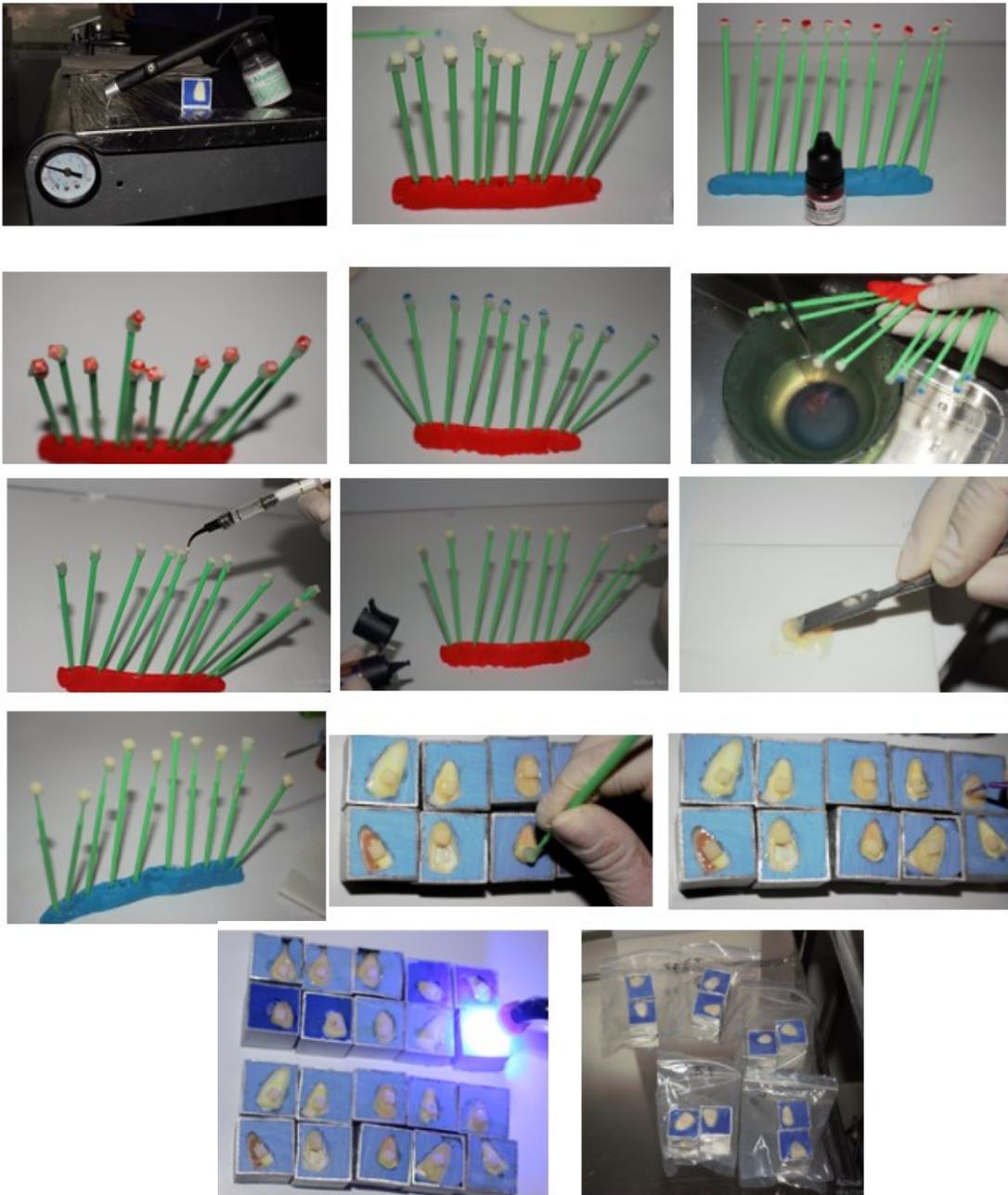
1. Se graba el esmalte durante 20 segundos en esmalte 15 segundos en dentina y se lava por 30 segundos, luego se seca la superficie con aire.
2. Se aplica con un microbrush una capa de adhesivo 3M ESPE Scotchbond sin fotopolimerizar. ( Figura 9 ).



**Figura 9**  
**Protocolo Cementación Sustrato Dentina Esmalte**

En la Cerámica E Max Cad

1. En la cerámica arenado interno con partículas de óxido de aluminio de 50  $\mu\text{m}$  durante un máximo de 15 segundos con presión de 4 a 5 bars de presión.
2. Grabar la restauración con ácido fluorhídrico al 4.9% por 20 segundos o según lo especificado por el fabricante de los materiales restaurativos.
1. Neutralización del ácido con solución acuosa de bicarbonato de sodio y Lavado abundante
2. Limpiar los precipitados de hexafluorosilicato que se forman después del grabado con ultrasonido con alcohol etílico 95° por 5 minutos ( restauración envuelta en algodón o gasa), y secar. Otra opción es limpiar con ácido fosfórico frotado por 30 segundos a 1 minuto, para la eliminación de impurezas.
3. Aplicación de silano, secar con aire y repetirlo 2 a 3 veces, durante al menos 60 segundos.
4. Aplicación de una capa de adhesivo sin dejar excesos preferiblemente sin ser polimerizado, dependiendo del espesor de la cerámica.
5. Mezcla cemento sistema clicker que provee una cómoda y exacta dispensación de la pasta base y catalizadora, disminuyendo errores, mejorando el performance clínico.
6. Retirar los excesos con un microbrush
7. Fotopolimerizar lámpara bluephase por 40 segundos ( Figura 10)



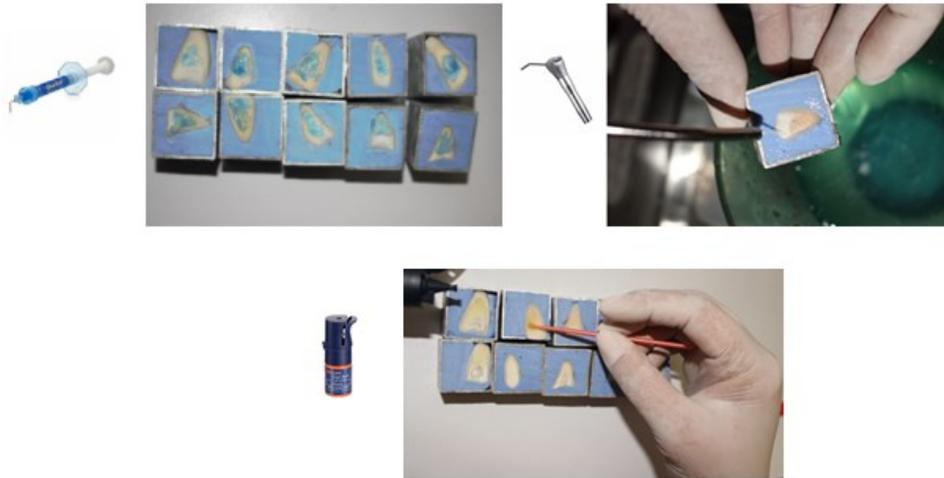
**Figura 10 Protocolo de Cementación**

Protocolo de Cementación Empress Cad

**RelyX Ultimate**

En la estructura dental:

1. Se graba el esmalte durante 20 segundos en esmalte 15 segundos en dentina y se lava por 30 segundos, luego se seca la superficie con aire.
2. Se aplica con un microbrush una capa de adhesivo 3M ESPE Scotchbond sin fotopolimerizar. ( Figura 11)

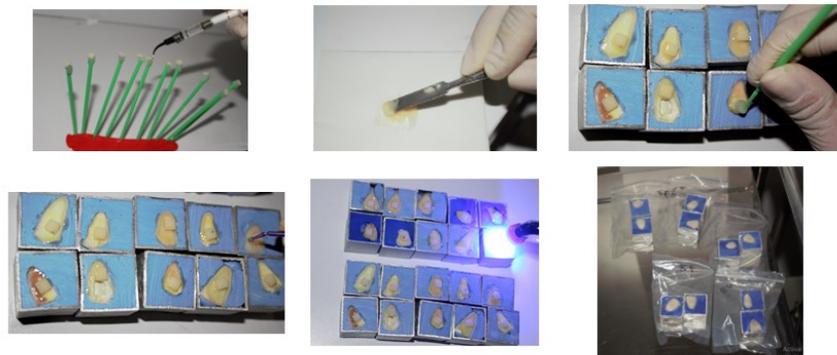
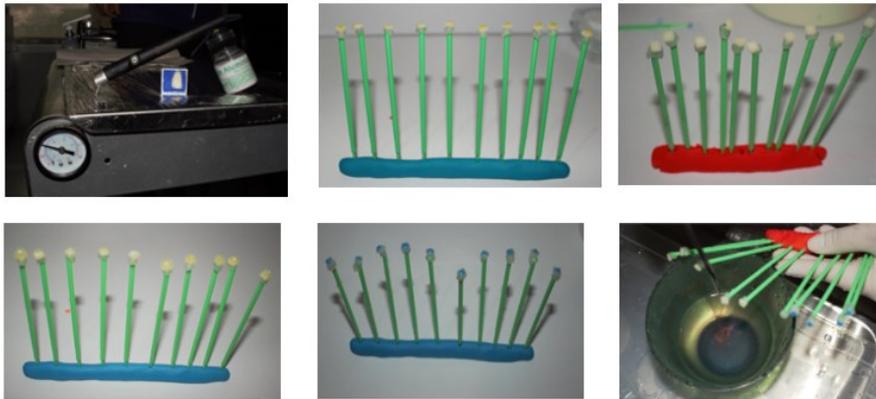


**Figura 11**  
**Protocolo de Cementación Sustrato Esmalte Dentina**

En la Cerámica:

1. En la cerámica arenado interno con partículas de óxido de aluminio de 50  $\mu\text{m}$  durante un máximo de 15 segundos. con presión de 4 a 5 bars de presión.
2. Grabar la restauración con ácido fluorhídrico 9.6% 60 segundos o según lo especificado por el fabricante de los materiales restaurativos.
3. Neutralización del ácido con solución acuosa de bicarbonato de sodio y Lavado abundante
4. Limpiar los precipitados de hexafluorosilicato que se forman después del grabado con ultrasonido con alcohol etílico 95° por 5 minutos ( restauración envuelta en algodón o gasa), y secado. Otra opción es limpiar con ácido fosfórico frotado por 30 segundos a 1 minuto, para la eliminación de impurezas.
5. Aplicación de silano, secar con aire y repetirlo 2 a 3 veces, durante al menos 6060 segundos
6. Aplicación de una capa de adhesivo sin dejar excesos preferiblemente sin ser polimerizado, dependiendo del espesor de la cerámica.

7. Mezcla cemento sistema clicker que provee una cómoda y exacta dispensación de la pasta base y catalizadora, disminuyendo errores, mejorando el performance clínico.
8. Retirar los excesos con un microbrush
9. Fotopolimerizar lámpara bluephase por 40 segundos



**Figura 12 Protocolo Cementación Cerámica Empress Cad**

**Pruebas mecánicas:** Para el análisis de pruebas mecánicas, los dientes se montaran en un dispositivo universal de fuerzas (**INSTRON** modelo 3366) ubicado en el laboratorio de UNICIEO y los mismos se someterán a una carga axial de compresión aplicada al centro de la superficie oclusal y paralela al eje del diente por medio de un dispositivo de acero redondo (8,0 mm de diámetro) . La carga se aplicará hasta que el diente muestre fractura mediante **el test de shear bond strength**. La unidad de medida de la fuerza será en Megapascales (MPa)

#### **6.4. Hipótesis de estudio**

Hipótesis nula: no existe diferencia al comparar la resistencia adhesiva y el tipo de falla de las cerámicas Leucita y Disilicato de litio aplicado a esmalte y dentina utilizando sistema cementación adhesiva RelyX Ultimate (3M)

Hipótesis alterna: existe diferencia al comparar la resistencia adhesiva y el tipo de falla de las cerámicas Leucita y Disilicato de litio aplicado a esmalte y dentina con el sistema de cementación adhesiva RelyX Ultimate (3M)

#### **6.5 Plan de tabulación y análisis.**

Los resultados de este estudio fueron analizados por medio de las siguientes pruebas estadísticas: Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk para verificar si los datos provienen de poblaciones con distribución normal. El nivel de significancia de las pruebas fue de 95%. Dado que el grupo de estudio se comprobó que no eran paramétricos, se utilizó la prueba Kruskal Wallis y la prueba de Dunn para establecer la comparación de los niveles de resistencia adhesiva entre los 4 grupos de material cerámica-sustrato. Los datos se expresaron en Medianas (Me) y rangos intercuartiles (RIQ)

## **7. Consideraciones éticas.**

Este estudio se considera como un estudio sin riesgo.

## 8. Resultados

En este estudio experimental ex-vivo fueron analizados 4 grupos de muestras de dientes bovinos, con 10 unidades muestrales cada uno, que fueron comparados según resistencia adhesiva medida en MPa. Donde se encontró diferencia significativa en la resistencia adhesiva en el grupo D (leucita cementada a dentina) obteniendo menor resistencia adhesiva con respecto al resto de grupos evaluados. Grupo A disilicato cementado a esmalte, Grupo B disilicato cementado a dentina y grupo C leucita cementada a esmalte

**Tabla 1. Resistencia Adhesiva de dos materiales cerámicos (disilicato y leucita) a esmalte y dentina**

	DISILICATO (EMAX CAD) CEMENTADO A ESMALTE		DISILICATO (EMAX CADA) CEMENTADO A DENTINA		LEUCITA (EMPRESS CAD) CEMENTADA A ESMALTE		LEUCITA (EMPRESS CAD) CEMENTADA A DENTINA		Valor p
	Me	(RIQ)	Me	(RIQ)	Me	(RIQ)	Me	(RIQ)	
<b>Resistencia adhesiva</b>	10.84	(9.56 - 18.29)	12.33	(10.43 - 13.43)	11.23	(10.5 - 15.67)	8.23	(5.43 - 8.78)	<b>0.0025</b>

*Realizado mediante prueba de Kruskal-Wallis*

La resistencia adhesiva en MPa en los diferentes grupos contemplados mostró como resultado que hay diferencias estadísticamente significativas en el grupo 4 ( leucita cementada a dentina) obteniendo menor resistencia adhesiva con respecto al resto de grupos evaluados. Grupo 1 disilicato cementado a esmalte (p=0.0009), Grupo 2 disilicato cementado a dentina (p=0.0008)y grupo 3 leucita cementada a esmalte (p=0.001) (ver tabla 1 y 2)

**Tabla 2: Resultados de comparación múltiple entre materiales cerámicos (disilicato y leucita) a esmalte y dentina (Valor P),**

	DISILICATO (EMAX CAD) CEMENTADO A ESMALTE	DISILICATO (EMAX CADA) CEMENTADO A DENTINA	LEUCITA (EMPRESS CAD) CEMENTADA A ESMALTE
DISILICATO (EMAX CADA) CEMENTADO A DENTINA	0.4924		
LEUCITA (EMPRESS CAD) CEMENTADA A ESMALTE	0.4430	0.4354	
LEUCITA (EMPRESS CAD) CEMENTADA A DENTINA	0.0009	0.0008	0.0014

*Realizado mediante prueba de Dunn*

La tabla 2 muestra la validación mediante una prueba de comparación múltiple (Dunn's Pairwise) representan las diferencias encontradas, el comportamiento del disilicato cementado a esmalte, el disilicato cementado a dentina y la leucita cementada a esmalte es estadísticamente similar pero se encontró que la leucita cementada a dentina tiene una resistencia mucho menor tiene en comparación con los 3 grupos mencionado anteriormente.

Posteriormente al evaluar los tipos de falla encontrados, se observó que también existe una diferencia estadísticamente significativa en relación a los tipos de falla para cada uno de los grupos ( $p=0.001$ ), donde se encontró que, en el grupo de disilicato cementado a esmalte el mayor tipo de falla fue cohesiva en el cementante en un 80%, pero también se encontró en menor porcentaje en el tipo de falla adhesiva a esmalte en un 20%, en el grupo de disilicato cementado a dentina el mayor tipo de falla fue cohesiva en el cementante en un 80% pero también se encontró en menor porcentaje en el tipo de falla adhesiva a cerámica en un 10% y cohesiva en dentina en un 10%, en el grupo leucita cementada a esmalte el mayor tipo de falla fue cohesiva en la cerámica en un 40%, seguido en 30% en el tipo de falla cohesiva en el cementante, 20% en el tipo de falla adhesiva a esmalte y en 10% en el tipo de falla cohesiva a esmalte. En el grupo de leucita cementada a dentina el mayor tipo de falla fue adhesiva a dentina en un 40% y menor porcentaje de 30% en el tipo de falla adhesiva a cerámica y 30% en el tipo de falla cohesiva a esmalte (ver tabla 3).

**Tabla 3. Tipo de Falla de dos materiales cerámicos (disilicato y leucita) a esmalte y dentina**

Tipo de Falla	DISILICATO (EMAX CAD) CEMENTADO A ESMALTE		DISILICATO (EMAX CADA) CEMENTADO A DENTINA		LEUCITA (EMPRESS CAD) CEMENTADA A ESMALTE		LEUCITA (EMPRESS CAD) CEMENTADA A DENTINA		Valor p
	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	
<b>Adhesiva a esmalte / dentina</b>	2	(20.0)	0	(0.0)	2	(20.0)	4	(40.0)	0.0001
<b>Adhesiva a cerámica</b>	0	(0.0)	1	(10.0)	0	(0.0)	3	(30.0)	
<b>Cohesiva en el cementante</b>	8	(80.0)	8	(80.0)	3	(30.0)	0	(0.0)	
<b>Cohesiva en la cerámica</b>	0	(0.0)	0	(0.0)	4	(40.0)	3	(30.0)	
<b>Cohesiva en esmalte / dentina</b>	0	(0.0)	1	(10.0)	1	(10.0)	0	(0.0)	

*Realizado mediante test Exacto de Fisher*

**DISEÑO DE SOPORTE**

**TIPO DE FALLA**

**LIMPIO**



**1. Adhesiva a Esmalte / dentina**

**Limpio**



**2. Adhesiva Poste de la cerámica**

**Ambos**



**3. Cohesiva en el cementante**



**4. Cohesiva en el poste la cerámica**



**5. Cohesiva en Dentina/ Esmalte**

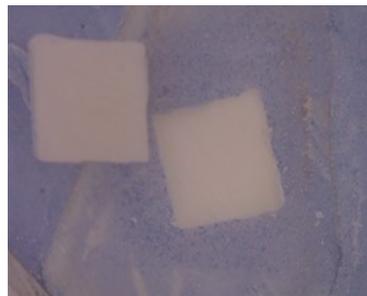
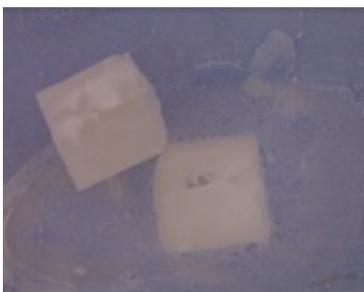
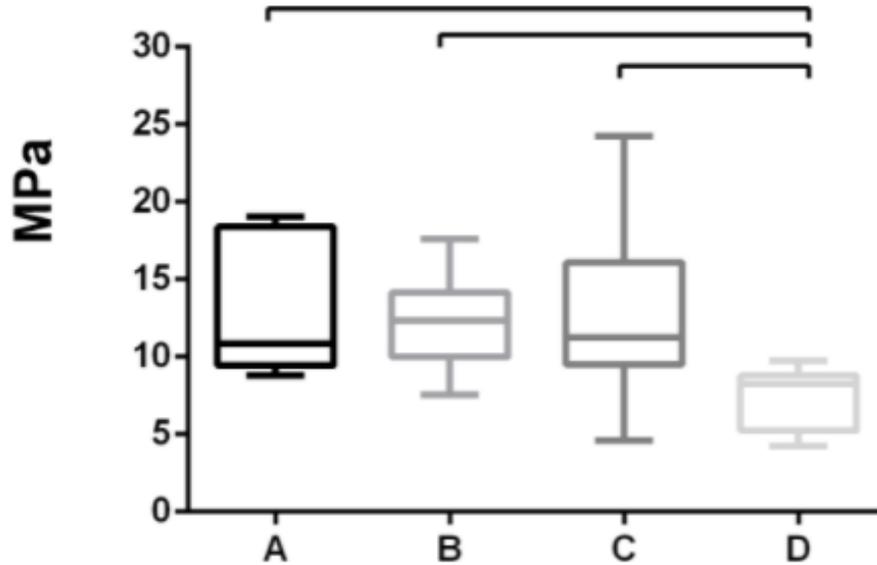


Figura 14 *Diferencia significativa en la resistencia adhesiva en el grupo D con respecto a los otros grupos evaluados*



**A: DISILICATO (EMAX CAD) CEMENTADO A ESMALTE, B: DISILICATO (EMAX CAD) CEMENTADO A DENTINA, C: LEUCITA (EMPRESS CAD) CEMENTADA A ESMALTE, D: LEUCITA (EMPRESS CAD) CEMENTADA A DENTINA**

*Hay diferencia significativa en la resistencia adhesiva en el grupo D (leucita cementada a dentina) obteniendo menor resistencia adhesiva con respecto al resto de grupos evaluados. Grupo A disilicato cementado a esmalte, Grupo B disilicato cementado a dentina y grupo C leucita cementada a esmalte*

## 9. Discusión

La utilización de diferentes materiales cerámicos en la práctica clínica demanda un gran conocimiento y manejo del odontólogo de los diferentes materiales de cementación, su correcta indicación, preparación y aplicación. La unión adhesiva entre los materiales cerámicos y la estructura dentaria por medio de un cemento de resina es el requisito para la generación de una fuerza de retención entre material cerámico y sustrato dental.

Existen diferencias en los protocolos empleados para la cementación de los diferentes tipos de materiales cerámicos como: el tratamiento de superficie, sustrato empleado para la cementación, los tiempos de fotopolimerización, tiempo y material de acondicionamiento.

Se han descrito diversos métodos para medir la fuerza de adhesión de las superficies cerámicas a bloques de manera in-vitro. Estos incluyen las pruebas de resistencia a la tensión y a las fuerzas de cizallamiento. Para estas últimas, a pesar de ser las más utilizadas para este tipo de estudios. Della Bona y Van Noor observaron que la fuerza de adhesión en la unión cerámica-cemento está dada por la resistencia cohesiva del material cerámico cuando es medida por fuerzas de cizallamiento; esto, debido a la gran concentración de esfuerzos en este material en el sitio de aplicación de la fuerza, lo cual genera una falla cohesiva a valores muy bajos de compresión. Por otro lado, las pruebas de resistencia a la tensión brindan datos más representativos de fuerza de adhesión en el área de unión, evidenciando un aumento de fallas adhesivas en las mediciones.

En nuestro estudio, el rango de los valores de adhesión que se obtuvo se encuentra en el rango reportado por la gran mayoría de autores en la literatura con esta técnica. Spohr en 2003, Meyer en 2009 y Pollington en 2010, utilizando la prueba de resistencia a los microesfuerzos tensiles, lograron valores similares de adhesión, usando diversos protocolos de acondicionamiento cerámico en disilicato de litio, leucita. Existen numerosas técnicas que buscan mejorar los valores de resistencia adhesiva de la cerámica a su sustrato. Blatz y colaboradores, en su revisión de literatura en 2003, reportan que el alto contenido de fase cristalina del disilicato de litio podría expresarse en mayores valores de adhesión que la leucita o la cerámica feldespática, independientemente del acondicionamiento de superficie a los cuales sean sometidos estos materiales. Esto podría explicar los resultados similares obtenidos en los grupos, sin diferencia significativa en la mayoría de ellos, independientemente del acondicionamiento de superficie hecho en este estudio.

Otros estudios, como los de Kiyan y colaboradores en 2007, Gökçe y colaboradores en 2007 y Kim y colaboradores en 2005, a pesar de utilizar técnicas convencionales de resistencia a la tensión, confirman el efecto que tiene la concentración y el tiempo de aplicación del ácido fluorhídrico en los valores de adhesión a un sustrato resinoso. En donde, a mayor concentración y tiempo de aplicación, hay una tendencia a disminuir los valores de adhesión en este tipo de materiales. Nuestro estudio demostró que el grabado con ácido fluorhídrico al 4,6%, durante 20 s, obtiene los mejores resultados con relación a la fuerza adhesiva del

disilicato de litio, seguido por la misma concentración, pero con un tiempo de aplicación de 40 y de 60 s. También se evidenció disminución en los valores de adhesión, cuando se aumentó la concentración y el tiempo de aplicación del agente grabador. Los resultados obtenidos ofrecen pautas clínicas para considerar durante el proceso de cementación de las restauraciones en disilicato de litio. Los valores máximos de adhesión, confirman al grabado de la superficie en disilicato de litio con ácido fluorhídrico al 4,6% durante 20 s y la aplicación del silano, como la regla de oro en la adhesión de este tipo de restauraciones.

Se sugiere hacer futuros trabajos que correlacionen los valores de adhesión obtenidos por pruebas del tipo de falla a la resistencia de Leucita adherido a un sustrato resinoso, y las características superficiales del material observados en un microscopio electrónico de barrido, para encontrar una mayor fundamentación del efecto que tiene la concentración y el tiempo de aplicación sobre los valores de adhesión en restauraciones hechas en leucita y cementadas con materiales resinosos.

## 10. Conclusiones

La resistencia adhesiva en MPa en los diferentes grupos contemplados mostró como resultado que hay diferencias estadísticamente significativas en el grupo 4 ( leucita cementada a dentina) obteniendo menor resistencia adhesiva con respecto al resto de grupos evaluados. Grupo 1 disilicato cementado a esmalte ( $p=0.0009$ ), Grupo 2 disilicato cementado a dentina ( $p=0.0008$ )y grupo 3 leucita cementada a esmalte ( $p=0.001$ )

Podemos determinar que los tipos de falla encontrados, se observó que también existe una diferencia estadísticamente significativa en relación a los tipos de falla para cada uno de los grupos ( $p=0.001$ ), donde se encontró que, en el grupo de disilicato cementado a esmalte el mayor tipo de falla fue cohesiva en el cementante en un 80%, pero también se encontró en menor porcentaje en el tipo de falla adhesiva a esmalte en un 20% , en el grupo de disilicato cementado a dentina el mayor tipo de falla fue cohesiva en el cementante en un 80% pero también se encontró en menor porcentaje en el tipo de falla adhesiva a cerámica en un 10% y cohesiva en dentina en un 10%, en el grupo leucita cementada a esmalte el mayor tipo de falla fue cohesiva en la cerámica en un 40%, seguido en 30% en el tipo de falla cohesiva en el cementante, 20% en el tipo de falla adhesiva a esmalte y en 10% en el tipo de falla cohesiva a esmalte. En el grupo de leucita cementada a dentina el mayor tipo de falla fue adhesiva a dentina en un 40% y menor porcentaje de 30% en el tipo de falla adhesiva a cerámica y 30% en el tipo de falla cohesiva a esmalte.

## 11. Referencias bibliográficas

1. Ana Maria Spohr, Influence of Surface Conditions and Silane Agent on the Bond of Resin to IPS Empress 2 Ceramic Int J Prosthodont 2003;16:277–282.
2. Andree Piwowarczyk, DMD, In vitro shear bond strength of cementing agents to fixed prosthodontic restorative materials (J Prosthet Dent 2004;92:265-73.)
3. Celso Sebastião Garboza<sup>1</sup>, Influence of Surface Treatments and Adhesive Systems on Lithium Disilicate Microshear Bond Strength Brazilian Dental Journal (2016) 27(4): 458-462
4. Evelyn Seungmin Woo, In vitro shear bond strength of 2 resin cements to zirconia and lithium disilicate: An in vitro study (J Prosthet Dent 2020)
5. Fabián Murillo-Gómez, Bonding effectiveness of tooth-colored materials to resin cement provided by self-etching silane primer after short- and long-term storage, (J Prosthet Dent 2019)
7. Faride Gerami Panah, The Influence of Ceramic Surface Treatments on the micro-shear Bond Strength of Composite Resin to IPS Empress 2 Journal of Prosthodontics 17 (2008) 409–414
8. Firas Al Quran, Reem Haj-Ali, Fracture Strength of Three All-Ceramic Systems: Top-Ceram compared with IPS-Empress and In-Ceram, J Contemp Dent Pract 2012;13(2): 210-215.
9. Marc Hayashi, Adhesive Dentistry Understanding the Science and Achieving Clinical Success, Dent Clin N Am 64 (2020)
10. Jorge Perdigão, Adhesive dentistry: Current concepts and clinical considerations, J Esthet Restor Dent. 2021;33:51–68.
11. Mandri, María Natalia\*, Adhesive systems in restorative dentistry
12. Michael J. Heffernan, Relative translucency of six all-ceramic systems. Part I: Core materials (J Prosthet Dent 2002;88:4-9.)
13. O. KUMBULOGLU\*, Shear bond strength of composite resin cements to lithium disilicate ceramics Journal of Oral Rehabilitation 2005 32; 128–133
14. Rinki Kansal, Comparative Evaluation of Shear Bond Strength of Newer Resin Cement (RelyX Ultimate and RelyX U200) to Lithium Disilicate and Zirconia Ceramics as Influenced by Thermocycling May 20, 2020, IP: 186.84.22.131
15. Sahar Akbarian, Comparison of Shear Bond Strength of Silorane and Methacrylate-Based Composites to IPS Empress 2 Ceramic with Various Surface Treatments, Journal of Dental School 2017; 35(1): 1-8
16. Sang-Chun Oh, Strength and Microstructure of IPS Empress 2 Glass-Ceramic After Different Treatments, Int J Prosthodont 2000;13:468–472.
17. Siegwald D. Fracture Rates of IPS Empress All-Ceramic Crowns A Systematic Review, Int J Prosthodont 2010;23:129–133.

18. Siegward D. Heintze, Fracture Rates of IPS Empress All-Ceramic Crowns A Systematic Review, *Int J Prosthodont* 2010;23:129–133.
19. Stefano Gracis, A New Classification System for All-Ceramic and Ceramic-like Restorative Materials, *Int J Prosthodont* 2015;28:227–235. doi: 10.11607/ijp.4244
20. Sung-Hoon Kim, Evaluation of the ceramic liner bonding effect between zirconia and lithium disilicate, (*J Prosthet Dent* 2018)
21. Gary Alex, Universal Adhesives: The Next Evolution in Adhesive Dentistry? compendium January 2015
22. CARLOS CAPARROSO PÉREZ, IN VITRO EVALUATION OF THE EFFECT OF HYDROFLUORIC ACID CONCENTRATION AND APPLICATION TIME ON ADHESION TO LITHIUM DISILICATE, *Fac Odontol Univ Antioq* 2014; 26(1): 62-75.
23. Van Meerbeek B. State of the art of self-etch adhesives 2010 Academy of Dental Materials.
24. Wolfram Höland, A Comparison of the Microstructure and Properties of the IPS EmpressT2 and the IPS EmpressT Glass-Ceramics, Inc. *J Biomed Mater Res (Appl Biomater)* 53: 297–303, 2000