



**Universidad  
Norbert Wiener**

**UNIVERSIDAD PRIVADA NORBERT WIENER**

**Facultad de Ciencias de la Salud**

**Escuela Académico Profesional de odontología**

COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO DE BRACKETS  
METÁLICOS Y CERÁMICOS UTILIZANDO ADHESIVO CONVENCIONAL O  
DE AUTOGRABADO. ESTUDIO IN- VITRO AÑO 2021

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE CIRUJANO  
DENTISTA

Presentado por:

**AUTOR:** PALACIOS CARPIO, KEILA VERONICA

**LIMA – PERÚ**

**2021**

**Tesis**

**Comparación de la resistencia al cizallamiento de brackets metálicos y cerámicos  
utilizando adhesivo convencional o de autograbado. Estudio in- vitro año 2021**

**Asesor (a):**

**Doctor en Administración de la Educación**

**Christian Esteban Gómez Carrión**

**Cirujano dentista**

**Código ORCID 0000-0001-9698-3176**

## **DEDICATORIA**

Quiero agradecer a Dios por permitirme cumplir esta meta

A mi hija por ser la principal razón de este logro

A mi Tato por apoyarme y brindarme la mano cuando más lo necesite

A mi madre por darme las fuerzas necesarias para seguir en este camino

Y mi familia por creer en mí y brindarme su amor.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la prestigiosa universidad Norbert Wiener

Por acogerme y brindarme la dicha de continuar con mi meta

Al Dr. Girano por guiarme al inicio con esta investigación y

A mi asesor el Dr. Christian Gómez por su tiempo y dedicación

En las asesorías de esta investigación

**Asesor (a):**

**Dr. Christian Esteban Gómez Carrión**

**Jurado:**

- 1. presidente: Dra. Chaname Marin, Ann Rosemary**
- 2. secretario: Dr. Vargas Corpancho, Francisco**
- 3. Vocal: Dr. Pari Zacarias Geraldo Javier**

INDICE	
<b>CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA</b>	<b>1</b>
1.1 Planteamiento del problema	2
<b>1.2 Formulación del problema</b>	<b>4</b>
1.2.1 Problema general	4
1.2.2 Problemas específicos	4
<b>1.3 Objetivos de la investigación</b>	<b>5</b>
1.3.1 Objetivo general	5
1.3.2 Objetivos específicos	5
<b>1.4 Justificación de la investigación</b>	<b>5</b>
1.4.1 Teórica	5
1.4.2 Metodológica	6
1.4.3 Práctica	6
1.4.4 Social	6
<b>1.5 Limitaciones de la investigación</b>	<b>7</b>
1.5.1 Temporal	7
1.5.2 Espacial	7
1.5.3 Recursos	7
<b>CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO</b>	<b>8</b>
<b>2.1 Antecedentes</b>	<b>9</b>
<b>2.2 Bases teóricas</b>	<b>13</b>
<b>2.3 Formulación de la hipótesis</b>	<b>17</b>
2.3.1 Hipótesis general	17
2.3.2 Hipótesis específicas	18
<b>CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA</b>	<b>19</b>
<b>3.1 Método de la investigación</b>	<b>20</b>
<b>3.2 Enfoque de la investigación</b>	<b>20</b>
<b>3.3 Tipo de investigación</b>	<b>20</b>
<b>3.4 Diseño de la investigación</b>	<b>21</b>
3.5 Población, muestra y muestreo	21
<b>3.6 Variables y operacionalización</b>	<b>24</b>
<b>3.7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b>	<b>25</b>
3.7.1 Técnica	25
3.7.2 Descripción de instrumentos	25

<b>3.7.3 Validación</b>	<b>25</b>
<b>3.8 Procesamiento y análisis</b>	<b>26</b>
<b>3.9 Aspectos éticos</b>	<b>29</b>
<b>CAPÍTULO IV. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS</b>	<b>30</b>
4.1 Resultados	31
4.1.1 Análisis descriptivo de los resultados	31
4.1.2 Prueba de hipótesis	37
4.1.3 Discusión:	44
<b>CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>48</b>
5.1 CONCLUSIONES:	49
5.2 RECOMENDACIONES	50
<b>REFERENCIAS</b>	<b>51</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>54</b>
<b>Anexo N° 1 Matriz de consistencia</b>	<b>55</b>



## **INDICE DE TABLAS**

**Tabla N° 1:** Indicadores de resistencia al cizallamiento en los grupos de brackets metálicos con adhesivo convencional y adhesivo de autograbado.

**Tabla N° 2:** Valores mínimos y máximos de resistencia al cizallamiento en los grupos de brackets metálicos con adhesivo convencional y adhesivo de autograbado.

**Tabla N° 3:** Indicadores de resistencia al cizallamiento en los brackets cerámicos con adhesivo convencional y adhesivo de autograbado.

**Tabla N° 4:** Valores mínimos y máximos de resistencia al cizallamiento en los grupos de brackets cerámicos con adhesivo convencional y adhesivo de autograbado.

**Tabla N° 5:** Puntuaciones medias y desviaciones estándar con la t de Student en resistencia al cizallamiento entre grupos de brackets metálicos

**Tabla N° 6:** Puntuaciones medias y desviaciones estándar con la T de Student en resistencia al cizallamiento entre grupos de brackets metálicos con adhesivo convencional y adhesivo de autograbado.

**Tabla N° 7:** Puntuaciones medias y desviación estándar con la T de Student en resistencia al cizallamiento entre grupos de brackets cerámicos con adhesivo convencional y adhesivo de autograbado.

## INDICE DE GRÁFICOS

**Gráfico N° 1:** Distribución de los valores de esfuerzo máximo (Mpa) en los grupos de brackets metálicos con adhesivo convencional y adhesivo de autograbado.

**Gráfico N° 2:** Distribución de los valores mínimos y máximos de resistencia al cizallamiento (Mpa) en los brackets metálicos con adhesivo convencional y adhesivo de autograbado.

**Gráfico N° 3:** Distribución de los valores mínimos y máximos de resistencia al cizallamiento en los grupos de brackets cerámicos con adhesivo convencional y adhesivo de autograbado.

**Gráfico N° 4:** Distribución de los valores mínimos y máximo de la resistencia al cizallamiento (Mpa) en los grupos de brackets cerámicos con adhesivo convencional y de adhesivo de autograbado.

**Gráfico N° 5:** Diagrama de cajas y bigotes de las puntuaciones medias de Esfuerzo máximo (Mpa) en los grupos de brackets metálicos con adhesivo convencional y adhesivo de autograbado.

**Gráfico N° 6:** Diagrama de cajas y bigotes de las puntuaciones medias de Esfuerzo máximo (MPa) en los grupos de brackets metálicos con adhesivo convencional y adhesivo de autograbado

**Gráfico N° 7:** Diagrama de cajas y bigotes de las puntuaciones medias de Esfuerzo máximo (MPa) en los grupos de brackets cerámicos con adhesivo convencional y adhesivo de autograbado

## **Resumen**

El objetivo de este estudio fue determinar la resistencia al cizallamiento de brackets metálicos comparado con brackets cerámicos utilizando adhesivo convencional o de autograbado. Se realizó una investigación experimental in vitro descriptivo el año 2021, se emplearon 48 piezas divididas en 4 grupos, grupo 1 brackets metálicos con ácido grabador y adhesivo convencional, grupo 2 brackets metálicos con adhesivo de autograbado, grupo 3 brackets cerámicos con ácido grabador más adhesivo convencional y el grupo 4 brackets cerámicos con adhesivo de autograbado, las muestras fueron colocadas en tubos de 2.5\* 2.5 cm de pvc rellenos con acrílico de curado rápido. Para el procesamiento de datos se empleó el “programa Spss 23 con la prueba estadística T de Student para muestras independientes. Se evidencio que la resistencia al cizallamiento de los brackets metálicos con adhesivo convencional fue de  $10,06 \pm 3,27$  Mpa, y con adhesivo de autograbado fue  $5,85 \pm 4,13$  Mpa. Por otro lado, la resistencia de los brackets cerámicos con adhesivo convencional fue  $3,35 \pm 1,11$  Mpa y con adhesivo de autograbado fue  $4,93 \pm 2,48$  Mpa. La resistencia al cizallamiento de los brackets metálicos con adhesivo convencional mostró mejores resultados que con el adhesivo de autograbado y en el caso de los brackets cerámicos se obtuvo una mínima diferencia, los brackets cerámicos con adhesivo de autograbado presentaron una ligera diferencia de resistencia al cizallamiento en comparación con el adhesivo convencional.

**Palabras Claves:** Adhesivo convencional. Adhesivo de autograbado, resistencia al cizallamiento, brackets metálicos, brackets cerámicos.

## **Abstract**

The objective of this study was to determine the shear strength of metal brackets compared to ceramic brackets using conventional or self-etching adhesive. A descriptive in vitro experimental investigation was carried out in 2021, 48 pieces were used divided into 4 groups, group 1 metal brackets with etching acid and conventional adhesive, group 2 metal brackets with self-etching adhesive, group 3 ceramic brackets with etching acid plus adhesive Conventional and group 4 ceramic brackets with self-etching adhesive, the samples were placed in 2.5 \* 2.5 cm PVC tubes filled with fast-curing acrylic. For data processing, the “Spss 23 program with the Student's T statistical test for independent samples was used. It was evidenced that the shear strength of metal brackets with conventional adhesive was  $10.06 \pm 3.27$  MPa, and with self-etch adhesive it was  $5.85 \pm 4.13$  MPa. On the other hand, the resistance of ceramic brackets with conventional adhesive was  $3.35 \pm 1.11$  MPa and with self-etching adhesive it was  $4.93 \pm 2.48$  MPa. The shear resistance of the metal brackets with conventional adhesive showed better results than with the self-etching adhesive and in the case of the ceramic brackets a minimal difference was obtained, the ceramic brackets with self-etching adhesive showed a slight difference in shear resistance in compared to conventional adhesive.

**Keywords:** Conventional adhesive. Self-etching adhesive, shear resistance, metal brackets, ceramic brackets.

## **Introducción**

La ortodoncia es una especialidad que en la actualidad es muy solicitada por pacientes que llegan a consulta con diferentes anomalías a nivel orofacial, hay diversos tipos de brackets, cada uno con diferentes sistemas que se acomodan a cada caso, lo que busca el profesional de la salud es brindarle un tratamiento eficiente y eficaz al paciente, con brackets resistentes y con una excelente adherencia al diente para evitar desprendimientos y con ello, el retraso del tratamiento, movimientos indeseados, citas recurrentes, posibles laceraciones en la cavidad oral y para ello, el cirujano dentista debe estar actualizado con las nuevas investigaciones sobre biomateriales que pueden ser eficaces en la adhesión de los brackets.

Investigar que técnica adhesiva es eficaz es de importancia ya que el odontólogo estará actualizado y a su vez con nuestra investigación podremos servir de referencia para futuras investigaciones.

Por ello se empleó el método de investigación cuya naturaleza es deductiva, con enfoque cuantitativo, diseño experimental en 48 premolares empleando brackets metálicos y cerámicos con adhesivo convencional y adhesivo de autograbado se sometieron luego a la fuerza de cizallamiento con la máquina de ensayo universal y los resultados se colocaron en la ficha de recolección de datos.

El objetivo de este estudio fue determinar la resistencia al cizallamiento de brackets metálicos comparados con los brackets cerámicos utilizando adhesivo convencional o de autograbado.

## **CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA**

## 1.1 Planteamiento del problema

En la actualidad más personas demuestran su interés por tratar problemas de salud oral, alteraciones en la estética y la función correcta de la cavidad oral, por ello la ortodoncia en los últimos tiempos ha evolucionado y tiene gran interés en cumplir sus parámetros y exigencias de la población como solucionar la estética dental, facial, devolver la oclusión funcional, el correcto funcionamiento de la articulación temporomandibular y mantener la salud periodontal del paciente, a ello se suma que la ciencia también va de la mano, innovado y creando nuevos materiales y técnicas para que dichos tratamientos sean eficaces y eficientes a lo largo del tiempo(1)(2).

Es necesario el conocimiento por parte del profesional sobre los materiales , el correcto empleo de estos, y las nuevas técnicas que se van desarrollando y lanzando al mercado con la finalidad de brindarle al paciente un plan de tratamiento óptimo, sin retrasos, confortable y sin costos adicionales dentro de este ,los materiales se han ido modificando con la finalidad de disminuir el empleo de aditamentos adicionales que aumentaban la retención de los brackets y dentro de estos mencionamos a las bandas metálicas, que cada vez estas son menos empleadas ya que se va logrando con estos adhesivos la correcta resistencia y adherencia al esmalte(2)(3).

Es importante saber que durante el tratamiento se debe lograr una estabilidad de cada uno de los materiales que se utilicen para el tratamiento ortodóntico, caso contrario las consecuencias serían desfavorables para el profesional y el paciente, al presentarse durante el tratamiento el despegue de los brackets se generaría un retraso en el tratamiento, efectos de movimientos dentales indeseados, la cavidad oral podría sufrir heridas y laceraciones de la mucosa y esto resulte muy incómodo y doloroso,

incrementarían las visitas por parte del paciente y se generarían costos adicionales, también podríamos mencionar las alteraciones que se puedan producir a nivel de estructura dentaria por el uso de adhesivos inapropiados pudiendo causar abrasiones(4), pérdida y deformaciones en el esmalte durante el tratamiento o al momento de culminar y realizar el retiro de los brackets(5).

La adhesión ha sido y sigue siendo a lo largo de los siglos pieza clave para que los materiales puedan unirse firmemente al diente(5), es por ello que los investigadores tienen la necesidad de realizar estudios en la evolución de los materiales de adhesión, empleándose desde tiempo atrás diversos componentes, estos estudios de investigación han tratado de modificar las propiedades físicas como el espesor de la película, la técnica de grabado, su capacidad de dispersión, solubilidad y la forma de polimerización y han tratado de adicionar la resistencia y tolerancia de estos al medio húmedo de la cavidad oral(6)(7), durante las generaciones, los investigadores vienen buscando simplificar el tiempo de las consultas, la comodidad del paciente y la eficacia de los materiales a emplear, y en este caso los adhesivos vendrían a ser el principal motivo para la correcta adherencia de los brackets a la superficie dentaria(8)(9), para que estos puedan soportar las diversas fuerzas de la masticación, estudios garantizan que los adhesivos de quinta generación también simplifican el tiempo de la consulta ya que el componente a diferencia de los adhesivos de cuarta generación se encuentran en un solo frasco (primer/bonding) pero si se precisa el acondicionamiento previo del diente, son fáciles de emplear y tienen buena adherencia al esmalte, dentina, cerámica y a los metales mientras que los adhesivos de sexta generación tienen la ventaja de eliminar la etapa de grabado convencional(10)(11), es por ello que se dominan adhesivos de última generación y garantizan que al cambiar su propiedad convencional estos siguen siendo resistentes a las



fuerzas y a su vez tienen la ventaja de reducir el tiempo de trabajo para el profesional(9)(11)(12).

Por tal motivo el presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal determinar la resistencia al cizallamiento de los brackets metálicos y cerámicos sometidos a un adhesivo convencional y un adhesivo autograbado.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿Cuál es la resistencia al cizallamiento de brackets metálicos comparado con los brackets cerámicos utilizando adhesivo convencional o de autograbado? Estudio in- vitro año 2021.

### **1.2.2 Problemas específicos**

- ¿Cuál es la resistencia al cizallamiento de los brackets metálicos utilizando adhesivo convencional?
- ¿Cuál es la resistencia al cizallamiento de los brackets metálicos utilizando adhesivo de autograbado?
- ¿Cuál es la resistencia al cizallamiento de los brackets cerámicos utilizando adhesivo convencional?
- ¿Cuál es la resistencia al cizallamiento de los brackets cerámicos utilizando adhesivo de autograbado?

### **1.3 Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Determinar la resistencia al cizallamiento de brackets metálicos comparado con los brackets cerámicos utilizando adhesivo convencional o de autograbado. Estudio in- vitro año 2021.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Identificar la resistencia al cizallamiento de los brackets metálicos utilizando adhesivo convencional.
- Identificar la resistencia al cizallamiento de los brackets metálicos utilizando adhesivo de autograbado.
- Identificar la resistencia al cizallamiento de los brackets cerámicos utilizando adhesivo convencional.
- Identificar la resistencia al cizallamiento de los brackets cerámicos utilizando adhesivo de autograbado.

### **1.4 Justificación de la investigación**

#### **1.4.1 Teórica**

Los resultados de este estudio aportaron conocimientos referentes al manejo de los adhesivos para el pegado de brackets, de manera que el cirujano dentista pueda tener diversas opciones a la hora de escoger adhesivos para realizar sus tratamientos odontológicos, por ende, servirá de referencia para futuras investigaciones.

#### **1.4.2 Metodológica**

Este estudio se realizó in vitro siguiendo los protocolos establecidos para la muestra y con los resultados se pudo brindar a los odontólogos conocimientos acerca de los adhesivos convencionales y de última generación para que les pueda servir de aporte a la investigación de materiales odontológicos.

#### **1.4.3 Práctica**

El presente estudio brindó un aporte relevante, ya que se determinó la resistencia de cizallamiento de los brackets metálicos y cerámicos que son cementados con adhesivos convencionales y con los de última generación como son los de autograbado y a su vez capacitó y le brindó al odontólogo la actualización de los nuevos adhesivos lanzados al mercado con el fin de brindar mayor resistencia de los brackets durante el plan de tratamiento de los pacientes.

Al contribuir conocimientos para el cirujano dentista sobre la mejor opción de adhesivos en ortodoncia le brindaremos también calidad de atención al paciente evitando complicaciones durante su tratamiento si se presentase un despegue de brackets.

#### **1.4.4 Social**

Con esta investigación se le brindó al paciente evidencias de que su tratamiento de ortodoncia será eficaz. Entre los beneficios que obtendrá el paciente con una correcta elección del adhesivo se pueden mencionar a los siguientes: evitará el despegue de brackets, retraso en su tratamiento, presencia de laceraciones que causan malestar en el paciente y las citas innecesarias para un re pegado de brackets, el paciente se sentirá más seguro del adecuado manejo de su tratamiento de ortodoncia.

## **1.5 Limitaciones de la investigación**

### **1.5.1 Temporal**

La presente investigación se llevó a cabo en los meses de marzo-julio del presente año 2021.

### **1.5.2 Espacial**

Dicha investigación se llevó a cabo en un laboratorio de materiales privado.

### **1.5.3 Recursos**

Se contó con los recursos económicos y logísticos para el desarrollo del trabajo de investigación.

## **CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO**

## 2.1 Antecedentes

**Fonseca-Silva et al., (2020)** “*Evaluaron la fuerza de adhesión de diferentes sistemas adhesivos utilizados para la unión de brackets en la superficie dental*”. Se realizó un estudio in-vitro y se necesitó 120 premolares, para medir la resistencia se empleó la máquina de ensayo EZ-TEST-SHIMADZU, las pruebas estadísticas empleadas en este estudio fueron ANOVA con Post-Hoc. Se encontró que el grupo 1 conformado por Orthocem una media de  $7.8 \pm 3.6$  Mpa y asimismo Orthocem+ Ambar Universal  $11.3 \pm 2.7$  Mpa, Orthobond Plus  $9.2 \pm 3.2$  Mpa, Biofix  $12.1 \pm 6.5$  Mpa, Transbond XT  $16.0 \pm 5.3$  Mpa, Ortholink VCL  $16.2 \pm 5.3$  Mpa y asimismo para el grupo de brackets cerámicos Grupo 7 con Orthocem una media de  $14.3 \pm 9.3$  Mpa, Orthocem + Ambar Universal  $12.7 \pm 2.8$  Mpa Orthobond Plus  $26.4 \pm 10.6$  Mpa, Biofix  $10.0 \pm 4,5$  Mpa, Transbond XT  $31.7 \pm 11.6$  Mpa y Ortholink VLC  $20,3 \pm 7.7$  Mpa. brackets de acero Transbond y Ortholink VCL mostraron mejores resultados que Orthocem y Orthobond Plus con una significancia de ( $p < 0,05$ ) y para brackets cerámicos Transbond XT mostro mejor resultado que Orthocem, Orthocem Ambar y Biofix con significancia de ( $p < 0,05$ ) y Orthobond Plus mostro mejor resultado en comparación a Orthocem+ Ambar Universal y Biofix con significancia ( $p < 0,05$ )(13).

**Abdelaziz, et al., (2020)** “*Evaluaron el efecto de las tensiones mecánicas, térmicas e hidráulicas intraorales sobre la desunión de los brackets de ortodoncia de diferentes características y bajo diferentes regímenes adhesivos*” se llevó este estudio experimental in-vitro con 96 premolares se usaron brackets de dos tipos, pre revestidos y no revestidos, con la técnica de grabado convencional de ácido fosfórico al 35% o la técnica de autograbado, se empleó la máquina de prueba universal Instron modelo 5965. Se empleó la prueba de Kolmogórov-Smirnov y se analizó empleando ANOVA y pruebas de Tukey,

el grupo de brackets con imprimación de grabado+ enjuague y revestimiento previo presentó  $12.45 \pm 2,06$  y sin revestimiento  $11.89 \pm 2.43$  y en el grupo con autograbado se encontró una media de  $10.36 \pm 1.71$  y sin revestimiento  $10.95 \pm 1.43$ . La técnica de adhesión que mejor resistencia presentó fue la técnica convencional de grabado ácido a diferencia que el autograbado ( $p < 0.05$ ) y no hubo diferencia significativa entre los brackets pre revestidos y los no revestidos ( $p > 0.05$ )(14).

**Shafiei, et al., (2018)** *Se comparó los efectos de tres modos de grabado del esmalte, grabado con láser, autograbado y grabado al ácido (5, 10,15 s) en la unión de los soportes, utilizando un adhesivo universal*". Se realizó un estudio experimental in-vitro con 84 premolares superiores las cuales fueron divididas en siete grupos (n=12) se emplearon los diferentes métodos de grabado y el adhesivo que se empleó para la unión del brackets al esmalte, se usó la máquina de prueba universal para la fuerza de cizallamiento, las pruebas de Kolmogórov-Smirnov demostraron una presión normal, ANOVA se encargó de analizar los datos y demostrar que hubo diferencia significativa entre los grupos de fuerza de unión ( $p < 0,001$ ) la mayor resistencia la obtuvo el grupo laser/SBU ( $15,4 \pm 3,8$ ) con significancia sobre los otros grupos ( $p < 0,006$ ) y así la fuerza de unión más baja la obtuvo el grupo de grabado convencional TXT, laser TXT y grupo SE/SBU aproximadamente 7,1-7,5 Mpa con diferencia significativa entre ellos. En este estudio se concluye que el grabado con láser presento mejor resistencia a la unión de los brackets, pero a su vez se observó mayor daño en el esmalte, la resistencia de los brackets al esmalte podría ser más efectiva con el empleo del grabado ácido convencional o con el acondicionamiento con láser(15).

**Arash, et al., (2017)** “Se determinó *la resistencia de la unión al cizallamiento y las características de desunión de los brackets metálicos y cerámicos unidos con dos tipos de agentes adhesivos*” estudio experimental in vitro, con una muestra de 120 dientes premolares superiores con los que se empleó brackets metálicos con adhesivo convencional y adhesivo de autograbado, brackets cerámicos con adhesivo convencional y con adhesivo de autograbado, las muestras fueron sometidas a la fuerza de cizallamiento, se emplearon los análisis estadísticos de ANOVA, Krukal-wallis y la prueba de post-hoc de Tukey obteniendo una significancia de  $p < 0,05$ . La fuerza se midió en megapascales, en el grupo HM se obtuvo  $12,59 \pm 2,61$ , en el grupo SM se obtuvo  $11,15 \pm 3,48$ , en el grupo HC:  $7,7 \pm 1,71$  en el SC:  $7,41 \pm 2,09$  Mpa En el resultado de dichos grupos se encontró diferencia significativa entre los grupos HM y SM con la diferencia de  $p = 0,063$  y los grupos HC y SC la significancia no fue significativa  $p < 0,05$ . Concluyendo en este estudio que los brackets metálicos tenían mejor adherencia a las piezas dentarias que los brackets cerámicos, y la técnica convencional mostro mejores resultados que la técnica de autograbado(16).

**Hellak, et al., (2016)** “ *Determinaron la fuerza de unión al cizallamiento y la puntuación del índice de restos de adhesivo de dos adhesivos autograbante sin mezcla en diferentes superficies protésicas y esmalte en comparación con el sistema de grabado total Transbond XT6*” Se realizó una investigación experimental in- vitro donde se obtuvo como muestra 270 superficies, los brackets en el grupo 1 fueron cementados con adhesivo Transbond imprimación XT en el grupo 2 se empleó el adhesivo iBond y en el grupo 3 adhesivo Scotchbond la fuerza de cizallamiento se midió usando una máquina de prueba Zwicky 11206 y la prueba estadística que se fue Kruskal-Wallis. Se encontró una significancia entre el grupo 1 control y los grupos a experimentar, se tuvo como resultado



para Transbond XT Primer una media de  $15.51 \pm 3.49$  Mpa, para Scotchbond una media de  $12.09 \pm 3.85$  Mpa, Ibond una media  $6.96 \pm 2.00$  Mpa. Hallando diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) entre el grupo de unión de cizallamiento y el grupo ARI. Se concluye que la fuerza de unión al cizallamiento se presentó con mejores resultados en el Transbond XT y el adhesivo Scotchbond Universal proporciona buenos resultados al unir los brackets a otras superficies que no sean esmalte como en prótesis de porcelana o metal(17).

**Mirzakouchaki, et al., (2012)** En su investigación se tuvo como objetivo “*Evaluar la resistencia de adherencia con dos técnicas de unión en brackets metálicos y cerámicos*” Se realizó un estudio experimental in vitro donde obtuvieron como muestra 100 premolares y estos fueron agrupados en 4 grupos de 25 piezas dentarias en cada uno, en el primer grupo denominado grupo A se eligió a los brackets metálicos con adhesivo convencional , en el grupo B los brackets metálicos con adhesivo Transbond XT, grupo C brackets cerámicos con adhesivo convencional y en el último grupo D los brackets cerámicos con Transbond XT a la muestra se le sometió a la fuerza de cizallamiento y luego fueron analizados con ANOVA, Post Hoc Tukey, Chi- cuadrado y la prueba de Speaman, la fuerza se midió en megapascales y se tuvo como resultado para el Grupo A: 9,2 para el Grupo B: 8,5, Grupo C: 6,2 y en el último Grupo D: 5,7, no hubo diferencia significativa ( $p < 0,0005$ ) entre los 4 grupos. Este estudio concluye en que la unión de los brackets metálicos fue más significativa que los cerámicos y los imprimadores mostraron menos enlaces que el convencional (18).

## **2.2 Bases teóricas**

### **Esmalte dental**

Los componentes del tejido del esmalte presentan entre ellos gran diferencia en porcentaje, encontramos que la matriz inorgánica se encuentra al 95% el agua entre 3 – 5% y la matriz orgánica del 1 – 2 % la matriz orgánica será de mayor importancia para el depósito de minerales y sales de calcio, pero sin la participación del agua y de la matriz orgánica no se podría dar la imprimación de estos componentes(18)(19).

### **Adhesión en Odontología**

Y en la odontología el concepto de adhesión no sería indistinto, vendría a ser la atracción de los diversos materiales en la odontología de distinta especie química como resinas para obturación para sellado de fisuras o cementos a la estructura del esmalte o dentina, pero no solo se requiere del concepto de adhesión sino también es necesaria una técnica correcta de adhesión la cual consiste en la preparación adecuada de la estructura para la unión eficaz a los distintos materiales de resina mencionados(5)(20).

### **Mecanismo de Adhesión a esmalte**

La adhesión que se realiza a nivel de esmalte es de naturaleza micromecánica(10), al grabar la superficie del esmalte se remplazan los minerales por monómeros que al polimerizarse forman esta traba mecánica, con el grabado se pierde y se diluye selectivamente la matriz inorgánica de la hidroxiapatita creando microporosidades(20), se forma a su vez una reacción ácido-base que va a desmineralizar y producir una pérdida irreversible del tejido superficial y se van a crear sales solubles de fosfato de calcio que

serán removidas con el procedimiento de lavado(21), con un esmalte ya grabado y acondicionado se tendrá un tejido con una elevada energía superficial lo que beneficiará la humectación con el adhesivo el cual tiene una baja tensión superficial ya que contiene monómeros que generan la fluidez necesaria para lograr la impregnación óptima de la sustancia que al ser polimerizada permitirá la retención micromecánica(5)(22).

### **Evolución de los adhesivos**

Primera generación: eran adhesivos resistentes al agua y su componente principal es el ácido dimetacrilato glicero fosfórico.

Segunda generación: se generan dos cargas, una positiva y otra negativa por la interacción del fosfato (-) y del calcio (+) su componente principal es los esteres fosfóricos y derivados metacrilatos.

Tercera generación: grabado parcial de la dentina, estos adhesivos se caracterizan por su capacidad de diluir el barrillo dentinario, incrementando la permeabilidad de la dentina su compuesto principal es el metacriloyloxy decildidrogrosfato.

Cuarta generación: con estos adhesivos de cuarta generación se introduce el grabado total, su presentación normalmente son en 3 frascos, en el primero se encuentra el grabador (ácido ortofosforico al 37%), el primer (resinas hidrofílicas y el fotoactivador) en el siguiente frasco y en el último frasco es el adhesivo (resinas hidrofóbicas y los fotoactivadores).

Quinta generación: al igual que el de cuarta generación se realiza el proceso de grabado total, la presentación del adhesivo se reduce a un sistema de un solo frasco en donde contiene el imprimador y adhesivo en una sola solución, con el previo grabado de la superficie se obtendrá una adhesión con retención micromecánica.

Sexta generación: son adhesivos de autograbado que no van a requerir del grabado ácido convencional previo a la aplicación del primer y bonding(11)(23).

### **Adhesivo convencional**

Los adhesivos convencionales se aplican desde los años 90 y para poder emplearlos se realiza un grabado total que fue descrito por Buonocore en 1955(9)(24), el cual consiste en emplear ácido ortofosfórico en una concentración que oscila entre los 30 y 40%, con esta solución se logrará desinfectar la superficie y crear micro retenciones producidas por el contacto del ácido con la superficie del esmalte y se genera como reacción la disipación de los cristales de hidroxiapatita(5)(11), con el grabado ácido se produce el barrillo dentinario (smear layer) mediante el ácido fosfórico se remueve este barrillo, permitiendo la formación de las interdigitaciones de resina y de la capa híbrida creando una retención micromecánica de la resina al sustrato desmineralizado y esto garantiza la resistencia de la unión tanto al esmalte como a la dentina(24), se generará una retención micromecánica del material en su superficie, los monómeros conforman los adhesivos convencionales permitiendo su fluidez sobre la superficie para que pueda unirse la sustancia(23)(25)(26).

### **Adhesivo de Autograbado**

Los adhesivos de autograbado consiguen la simplificación del tratamiento. Los adhesivos son los productos fundamentales en la mayoría de los tratamientos odontológicos, en lo descrito con los adhesivos convencionales, el uso del ácido fosfórico previo a la aplicación de este es fundamental, en cambio en los adhesivos de autograbado se reducen los tiempos operatorios y los pasos para preparar el esmalte ya que tienen la capacidad de contener el agente grabador e imprimador en solo frasco(27)(20).

Se produce una reacción de incorporación en el adhesivo de autograbado y la preparación de la superficie con grabado ácido no es necesaria, dentro de su composición del primer se encontrará los monómeros de resina con su función ácida, y en los compuestos de estos monómeros pueden estar derivados del ácido carboxílico o monómeros fosfonados, la función ácida da paso a tener contacto con los tejidos mineralizados para así producir en estos una desmineralización e intrusión con el barro dentinario y los cristales de hidroxiapatita para obtener una capa híbrida que como se mencionó anteriormente es la responsable de la adhesión(5)(12)(27).

***Brackets metálicos:***

Son de acero inoxidable y se encontrarán en las medidas estándar, medianos y mini.

***Brackets cerámicos:***

El óxido de aluminio, piedras preciosas, cristales y diferentes materiales son con los que se confeccionan los brackets cerámicos, estos han sido creados por exigencia del profesional de brindarle a los pacientes un tratamiento de ortodoncia con aditamentos cien por ciento estéticos, en los primeros años de confecciones de brackets cerámicos estos tenían la desventaja de ser muy frágiles y no soportar las fuerzas a su vez se deformaban fácilmente y no cumplían con las características de resistencia para tener un tratamiento efectivo y estos cuentan con tipos los cuales generan mayor fricción como los policristalinos o monocristalinos, las características de estos brackets es que tienen ángulos bastante agudos y su superficie es bastante rugosa lo que genera mayor deformación de arco, entre los brackets metálicos y cerámicos estos últimos generan mayor fricción(28)(29).

## **Fuerza de Cizallamiento**

La fuerza de cizallamiento vendría a ser las fuerzas tangenciales perpendiculares que se ejerce sobre una estructura, esta fuerza se produce de manera paralela a la superficie donde se colocaría la muestra, y lo que se produce con esta es que la estructura se desplace o se resbale. Si lo llevamos a la práctica nos servirá para evaluar la unión de los brackets a la superficie del esmalte previamente grabado o con adhesivo que no requiere grabado previo y se buscará su resistencia, la fractura que produzca los movimientos de cizallamiento nos darán como resultado que método resistió más fuerza medido en megapascales(30).

La prueba de unión por cizallamiento se puede llevar a cabo mediante una máquina de ensayo de prueba o ensayo universal, cuya velocidad es de 1mm/min, conectado a una computadora que registrará los resultados de cada prueba, esta fuerza de cizallamiento es medida en Newtons y luego, con la finalidad de lograr una mejor comparabilidad, las fuerzas resultantes se convierten en megapascales(31).

## **2.3 Formulación de la hipótesis**

### **2.3.1 Hipótesis general**

Existe diferencias significativas entre la resistencia al cizallamiento de brackets metálicos comparado con los brackets cerámicos utilizando adhesivo convencional o de autograbado.

### **2.3.2 Hipótesis específicas**

- Hi: Existe diferencias significativas de la resistencia al cizallamiento de los brackets metálicos utilizando adhesivo convencional y de autograbado.
- Ho: No existe diferencia significativa de la resistencia al cizallamiento de los brackets metálicos utilizando adhesivo convencional y de autograbado.
- Hi: Existe diferencias significativas de la resistencia al cizallamiento de los brackets cerámicos utilizando adhesivo convencional y de autograbado.
- Ho: No existe diferencia significativa de la resistencia al cizallamiento de los brackets cerámicos utilizando adhesivo convencional y de autograbado.

## **CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA**



### **3.1 Método de la investigación**

El método de la investigación de la presente tesis es de naturaleza deductiva, llamado así por la producción de hipótesis con dos suposiciones, una con base teórica o leyes científicas y otra que generara el problema, tiene la finalidad de comprender los fenómenos y a su vez explicar las causas de estos con un sustento científico, que corresponde medir la resistencia al cizallamiento de brackets metálicos comparados con brackets cerámicos utilizando adhesivo convencional o de autograbado y tiene como objetivo obtener una información confiable. Basándonos en puntos muy importantes: primero, se elaboró una investigación de tipo experimental con el objetivo de determinar qué tipo de adhesivo brinda mejor resistencia y con qué tipo de brackets; finalmente actualizar los conocimientos sobre la mejor opción de adhesivos para la adhesión de brackets a las piezas dentarias, con el fin de que el profesional tome una decisión clínica adecuado en sus procedimientos clínicos(32).

### **3.2 Enfoque de la investigación**

El presente estudio corresponde a un enfoque cuantitativo, debido a que utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento y probar teorías (33).

### **3.3 Tipo de investigación**

El tipo de investigación del presente estudio según CONCYTEC corresponde a una investigación aplicada, puesto que como objetivo se busca determinar y comparar la resistencia al cizallamiento de brackets metálicos y cerámicos con adhesivo convencional y de autograbado (34).

### 3.4 Diseño de la investigación

Según el diseño experimental basado en la tipología de Campbell y Stanley. El presente estudio corresponde a un diseño experimental, analítico, prospectivo, de corte transversal ya que la recolección de datos se realizó en un solo tiempo (35).

### 3.5 Universo, muestra y muestreo

El universo del presente trabajo de investigación estuvo determinado por premolares donadas, que fueron extraídas por motivos de tratamiento de ortodoncia.

COMPARACIÓN DE DOS MEDIAS (Se pretende comparar si las medias son diferentes)	
Indique número del tipo de test	
Tipo de test (unilateral o bilateral)	1 UNILATERAL
Nivel de confianza o seguridad (1- $\alpha$ )	95%
Poder estadístico	90%
Precisión (d) (Valor mínimo de la diferencia que se desea detectar, datos cuantitativos)	15.00
Varianza ( $s^2$ ) (De la variable cuantitativa que tiene el grupo control o de referencia)	155.00
TAMAÑO MUESTRAL (n)	12
EL TAMAÑO MUESTRAL AJUSTADO A PÉRDIDAS	
Proporción esperada de pérdidas (R)	15%
MUESTRA AJUSTADA A LAS PÉRDIDAS	14

Muestra:

La muestra estuvo representada por 12 especímenes por cada grupo. Siendo un total de 48 especímenes mediante un cálculo muestral, luego se recopiló datos de un estudio piloto y estos fueron reemplazados en la fórmula.

La muestra se dividió en los siguientes grupos:

Grupo 1 conformado por brackets metálicos con adhesivo convencional.

Grupo 2 conformado por brackets metálicos con adhesivo de autograbado.

Grupo 3 conformado por brackets cerámicos con adhesivo convencional.

Grupo 4 conformado por brackets cerámicos con adhesivo de autograbado

### **Unidad de Muestreo**

El muestreo es aleatorio simple, ya que esta técnica se caracteriza por tener cada unidad del marco muestral, la misma probabilidad de ser escogida y en cada una de ellas son posibles muestras del mismo tamaño con la igual probabilidad de ser escogidas (36).

### ***Criterios de inclusión***

- Dientes premolares donados, que hayan sido extraídos hace 5 meses.
- Dientes premolares de ambos maxilares tanto maxilares como mandibulares.
- Dientes premolares con esmalte intacto, sin presencia de daños en su estructura como caries, fracturas o cambios de coloración.
- Dientes premolares con anatomía de tamaño y forma conservada.
- Dientes premolares que no hayan sido sometidos a tratamiento de ortodoncia.
- Dientes premolares extraídos del sexo femenino, masculino e indistintamente de la edad.

### ***Criterios de exclusión***

- Premolares con fracturas, caries, fisuras.
- Premolares con alteraciones en tamaño y forma.
- Premolares con tratamientos de ortodoncia y tratamientos de conducto.
- Premolares con restauraciones en vestibular.
- Premolares sometidos a tratamientos de blanqueamiento.

### 3.6 Variables y operacionalización

Variables	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Escala valorativa
Resistencia al cizallamiento	La fuerza de cizallamiento se midió mediante la fuerza tensional que va en dirección tangencial, la cual es medida con la máquina de ensayo de prueba Universal que refleja los resultados en Kg/mm <sup>2</sup> y esta fue convertida en Megapascales.	<p>Brackets metálico con adhesivo convencional.</p> <p>Brackets cerámico con adhesivo convencional.</p> <p>Brackets metálico con adhesivo de autograbado.</p> <p>Brackets cerámico con adhesivo de autograbado.</p>	<p>Mpa</p> <p>Máquina de ensayo de prueba universal</p>	Razón	De 0 a 100 Mpa

### **3.7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.7.1 Técnica**

La técnica que se empleó para recolectar los datos fue la técnica experimental in vitro.

#### **3.7.2 Descripción de instrumentos**

El instrumento que se empleó en esta investigación fue una ficha de recolección de datos, donde se anotó los valores en megapascales de la resistencia a la fuerza de cizallamiento de los brackets cementados con adhesivo convencional o con adhesivo de autograbado.

#### **Prueba de cizallamiento:**

Una vez preparadas las muestras se sometieron a la fuerza de cizallamiento, para ello se empleó una máquina de ensayo Universal. Se realizó en el laboratorio de materiales y ensayos HTL, el cual cuenta en sus instalaciones con esta máquina y a su vez se encuentra certificado para realizar los ensayos correspondientes. La fuerza que se empleó tuvo una velocidad de 1mm/s y el valor se registró en megapascales al momento del desprendimiento de los brackets al esmalte, esta información fue capturada por el sensor de la máquina que se encontraba conectada a una pc del laboratorio, siendo registrado todos los datos en un programa computarizado y posteriormente fue entregado al investigador.

#### **3.7.3 Validación**

El instrumento no fue necesario de validación ya que solo se empleó una ficha para registrar los datos que se obtuvieron de la máquina de ensayo universal empleada en el laboratorio de materiales y ensayos.

### **3.8 Procesamiento y análisis**

#### **Plan de procesamiento**

Para este estudio la Clínica Velarde Álvarez nos brindó la donación de las piezas dentarias y estas fueron evaluadas minuciosamente respetando los criterios de inclusión y exclusión. Luego fueron colocadas en suero fisiológico durante 24 horas previas a la cementación de los brackets para evitar la deshidratación y el crecimiento bacteriano en la superficie de estas, después de ello se secaron con aire frío, continuando a realizar profilaxis en cada una de las piezas dentarias con escobilla y pasta profiláctica, una vez terminado el procedimiento de limpieza de la superficie fueron clasificadas de manera aleatoria en 4 grupos y estos fueron denominados Grupo 1, Grupo 2, Grupo 3 y Grupo 4. Para facilitar la estabilidad de la muestra en la máquina de ensayo universal se confeccionaron las bases para las piezas dentarias de material de tubos de PVC con medidas de 2 cm \*2,5cm, las bases fueron marcadas con el grupo correspondiente para un mejor orden. Luego de ello se aplicó vaselina en las paredes para el llenado de las bases con acrílico de polimerización rápida lo cual al secar le brindo estabilidad a cada una de las piezas dentarias, con la ayuda de una pinza de algodón se transportó las premolares a cada base cuidando que esta se posicione verticalmente y de profundidad quede a nivel de la unión cemento esmalte como punto referencial. Una vez clasificados los grupos se dio inicio al procedimiento de unión.

#### Procedimiento de unión

En los grupos:

Grupo 1 conformado por brackets metálicos con adhesivo convencional.

Grupo 2 conformado por brackets metálicos con adhesivo de autograbado.

Grupo 3 conformado por brackets cerámicos con adhesivo convencional.

Grupo 4 conformado por brackets cerámicos con adhesivo de autograbado

Para la unión de los brackets al esmalte dentario se empleó un cemento resinoso para brackets compatible con los adhesivos.

En el Grupo 1 (12 piezas dentarias) ya con las superficies de los premolares limpios se procedió a aplicar ácido fosfórico al 37% durante 15 segundos medidos con cronometro, luego de ello se enjuago con abundantes chorros de agua durante 30 segundos y se secó con aire frio durante 5 segundos, notándose el cambio de color y textura de la superficie de cada uno de los dientes, luego se colocó el adhesivo convencional en una fina capa y se le aplico aire hasta desaparecer los excesos, con ayuda de la lámpara de fotopolimerización se aplicó luz durante 20 segundos, se colocó el cemento de resina en los brackets metálicos y con la ayuda de la pinza porta brackets se consiguió colocar estos en una adecuada posición guiándonos de los parámetros y distancia del centro de la cara vestibular hacia oclusal colocándonos a 4mm de esta.

En el Grupo 2 (12 piezas dentarias) se confirmó la limpieza de las superficies de cada pieza dentaria de este grupo, luego de ello se colocó una fina capa de adhesivo de autograbado y se aplicó aire frio hasta lograr diseminar el solvente y se programó el cronometro en 10 segundos, pasado dicho tiempo se volvió a aplicar otra fina de capa de adhesivo repitiendo el procedimiento de aplicación de aire frio y tiempo de espera, luego de ello se colocó el cemento para brackets en cada uno de estos y se procedió a posicionarlos en las caras vestibulares de las piezas dentarias siguiendo los parámetros mencionados en el grupo anterior, se fotopolimerizo durante 40 segundos, 10 segundos por lado y se procedió a separar la muestra de dicho grupo.



En el Grupo 3 (12 piezas dentarias) en este grupo se emplearon otros brackets, los brackets cerámicos con adhesivo convencional, para ello se procedió a confirmar la limpieza de todas las piezas dentarias, luego de ello se colocó ácido fosfórico al 37% durante 15 segundos para grabar las superficies, luego se enjuago con abundantes chorros de agua durante 30 segundos y se secaron con aire frio durante 5 segundos, se evidencio el cambio de color y textura de las superficies. Posterior a ello se colocó el adhesivo convencional en una fina capa y se secó con aire hasta desaparecer los excesos, luego se fotopolimerizo durante 20 segundos, se colocó el cemento de resina en los brackets cerámicos y se cemento en la cara vestibular guiándose de la distancia de oclusal al centro de la cara oclusal mediante el posicionador de brackets que marca la distancia de 4mm una vez dada la medida, se ejerció una ligera presión para la eficaz adhesión y se fotopolimerizo durante 40 segundos, 10 segundos por cada cara.

En el Grupo 4 (12 piezas dentarias) se realizó la colocación de una fina capa de adhesivo de autograbado y se aplicó aire frio hasta diseminar el solvente, se programó el cronometro 10 segundos para culminado el tiempo proceder a aplicar una capa más de adhesivo de autograbado repitiendo los pasos de aplicación de aire y tiempo para luego proceder a colocar cemento en cada uno de los brackets cerámicos con una ligera presión y con la ayuda del posicionador de brackets se estableció la medida de 4mm del borde oclusal al centro de la cara vestibular y se fotopolimerizo durante 40 segundos, 10 segundos por cada cara. Una vez lista la muestra se enviaron al laboratorio de materiales y ensayos donde se efectuó el proyecto.

### **Análisis de datos**

El procesador de los datos se llevó a cabo en una laptop de marca CER-PC, 8GB de memoria RAM con sistema operativo Windows 10 Home. La información recolectada se plasmó en la ficha de recolección de datos y posterior a ello fue analizada con el paquete estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Science) en su versión de acceso 25, se realizó la estadística descriptiva, medidas de tendencia central, medidas de dispersión y se empleó la estadística inferencial ANOVA para poder comparar las medias y con ayuda de Microsoft Excel se elaboraron los gráficos.

### **3.9 Aspectos éticos**

Se solicitó el permiso y autorización a la escuela de Odontología de la Universidad Norbert Wiener para la ejecución del trabajo de investigación, se respetó las normas y protocolos establecidos por el comité de ética de la universidad, así como el estatus de la declaración de Helsinki. Además, se solicitó una carta de permiso en la clínica dental donde se prepararán las muestras (37).

## **CAPÍTULO IV. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

## 4.1 Resultados

### 4.1.1 Análisis descriptivo de los resultados

**Tabla N° 1:**

Resultados de indicadores de resistencia al cizallamiento en los grupos de brackets metálicos con adhesivos: convencional y de autograbado

Grupo 1	Brackets metálicos + adhesivo convencional		
Espécimen	Área promedio (mm <sup>2</sup> )	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo máximo (MPa)
1	11,26	128,61	11,42
2	10,87	158,50	14,58
3	10,40	63,69	6,12
4	10,37	82,10	7,92
5	11,88	75,27	6,34
6	11,91	101,06	8,49
7	11,93	88,89	7,45
8	10,75	157,83	14,68
9	9,98	146,61	14,68
10	10,74	97,37	9,06
11	10,88	86,00	7,91
12	11,99	144,79	12,08
Grupo 2	Brackets metálicos + adhesivo de autograbado		
Espécimen	Área promedio (mm <sup>2</sup> )	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo máximo (MPa)
1	10,34	100,51	9,72
2	10,01	135,54	13,54
3	11,82	33,56	2,84
4	13,07	24,21	1,85
5	10,58	60,91	5,75
6	10,48	24,91	2,38
7	9,69	29,66	3,06
8	11,14	35,57	3,19
9	11,82	45,10	3,82
10	10,67	37,93	3,56
11	10,13	131,55	12,98
12	10,54	76,81	7,29

En la tabla 1, se registran las medidas por cada uno de los especímenes muestreados de brackets metálicos de los grupos 1 y 2, que se ensayaron con adhesivo convencional y adhesivo de autograbado, respectivamente. Tales medidas son: Área promedio (mm<sup>2</sup>), Fuerza máxima (N) y Esfuerzo máximo (MPa), cuyos valores corresponden a cada uno de los brackets metálicos de los grupos que se sometieron a los ensayos de resistencia al cizallamiento.

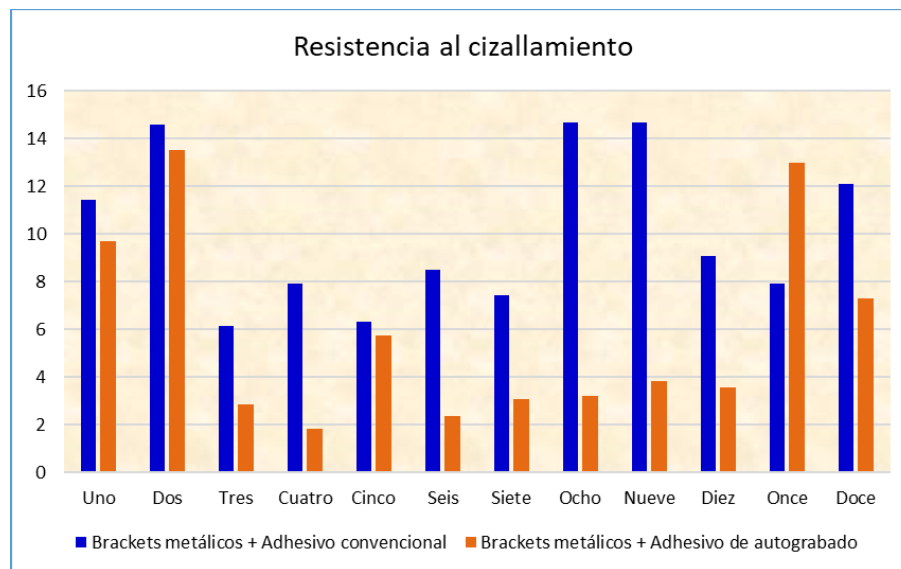


Figura 1. Distribución de los valores de Esfuerzo máximo (MPa) en los grupos de brackets metálicos con adhesivo convencional y adhesivo de autograbado

**Tabla 2**

Valores mínimo y máximo de resistencia al cizallamiento en los grupos de brackets metálicos con adhesivos: convencional y de autograbado

Grupos de brackets metálicos	Resistencia al cizallamiento (MPa)	
	Valor mínimo	Valor máximo
1: Brackets + adhesivo convencional	6,12	14,68
2: Brackets + adhesivo de autograbado	1,85	13,54

En la tabla 2 se registran los valores mínimo y máximo de resistencia al cizallamiento en los grupos de brackets metálicos con adhesivos: convencional y autograbado, respectivamente. Se observa que el valor mínimo del grupo de brackets metálicos con adhesivo convencional es claramente mayor que el correspondiente al grupo con adhesivo de autograbado. Sin embargo, la diferencia no es tan notoria entre los valores máximos de ambos grupos, siendo ligeramente mayor el valor máximo obtenido en el grupo de brackets con adhesivo convencional.

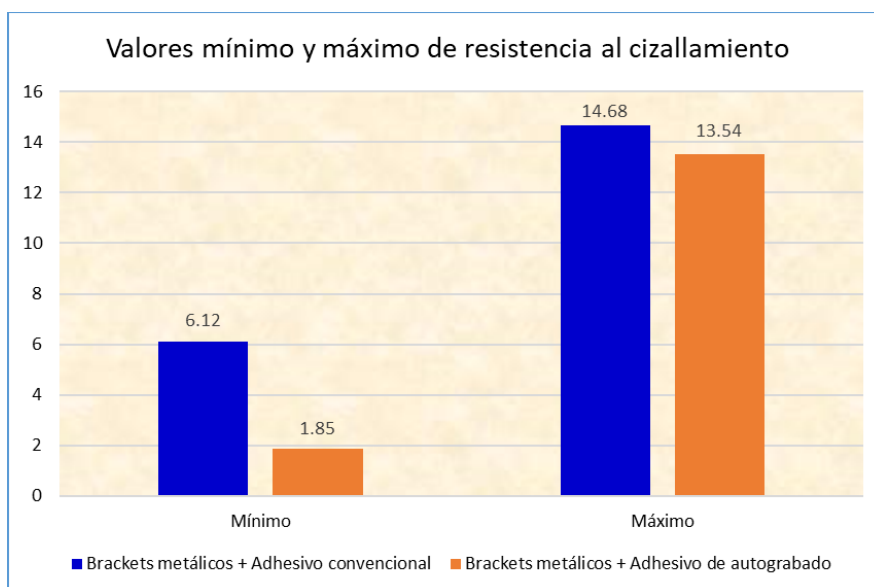


Figura 2. Distribución de los valores mínimo y máximo de resistencia al cizallamiento (MPa) en los grupos de brackets metálicos con adhesivo convencional y adhesivo de autograbado

Resultados estadísticos sobre la resistencia al cizallamiento de los brackets cerámicos utilizando adhesivos: convencional y de autograbado.

**Tabla 3**

Resultados de indicadores de resistencia al cizallamiento en los grupos de brackets cerámicos con adhesivos: convencional y de autograbado

Grupo 1	Brackets cerámicos + adhesivo convencional		
Espécimen	Área promedio (mm <sup>2</sup> )	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo máximo (MPa)
1	12,36	22,46	1,82
2	12,68	66,42	5,24
3	9,86	37,47	3,80
4	8,82	30,13	3,42
5	10,27	26,82	2,61
6	8,63	34,34	3,98
7	10,21	46,49	4,55
8	10,14	50,47	4,98
9	11,12	23,62	2,12
10	10,71	41,52	3,88
11	9,86	49,22	4,99
12	10,14	37,71	3,72
Grupo 2	Brackets cerámicos + adhesivo de autograbado		
Espécimen	Área promedio (mm <sup>2</sup> )	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo máximo (MPa)
1	14,06	28,16	2,00
2	10,72	34,79	3,24
3	8,56	66,03	7,71
4	8,43	33,10	3,93
5	10,21	39,99	3,92
6	11,44	71,24	6,23
7	11,69	32,26	2,76
8	11,18	38,22	3,42
9	11,33	48,31	4,26
10	10,20	44,35	4,35
11	8,81	95,07	10,79
12	10,14	67,08	6,62

En la tabla 3, se registran las medidas por cada uno de los brackets cerámicos de los grupos 1 y 2, que se ensayaron con adhesivo convencional y adhesivo de autograbado, respectivamente. Tales medidas son: Área promedio (mm<sup>2</sup>), Fuerza máxima (N) y Esfuerzo máximo (MPa), cuyos valores corresponden a cada uno de los especímenes de los grupos que se sometieron a los ensayos de resistencia al cizallamiento.



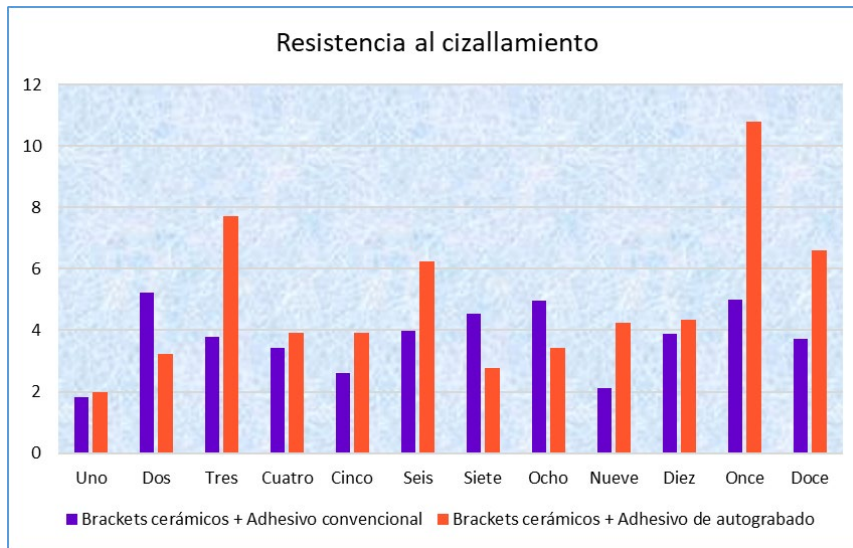


Figura 3. Distribución de los valores de Esfuerzo máximo (MPa) en los grupos de brackets cerámicos con adhesivo convencional y adhesivo de autograbado.

**Tabla 4**

Valores mínimo y máximo de resistencia al cizallamiento en los grupos de brackets cerámicos con adhesivos: convencional y de autograbado

Grupos de brackets cerámicos	Resistencia al cizallamiento (MPa)	
	Valor mínimo	Valor máximo
1: Brackets + adhesivo convencional	1,82	5,24
2: Brackets + adhesivo de autograbado	2,00	10,79

En la tabla 4 se registran los valores mínimo y máximo de resistencia al cizallamiento en los grupos de brackets cerámicos con adhesivos: convencional y autograbado, respectivamente. Se puede apreciar que el valor mínimo del grupo de brackets cerámicos con adhesivo de autograbado es ligeramente mayor que el correspondiente al grupo con adhesivo convencional. No obstante, la diferencia es notoria entre los

valores máximos de ambos grupos, siendo claramente mayor el valor máximo registrado en el grupo de brackets con adhesivo de autograbado.

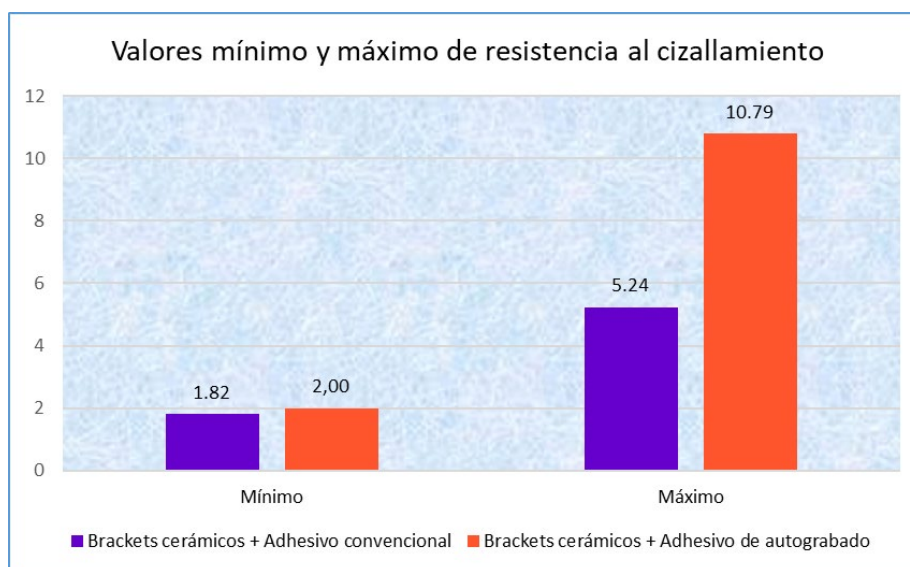


Figura 4. Distribución de los valores mínimo y máximo de resistencia al cizallamiento (MPa) en los grupos de brackets cerámicos con adhesivo convencional y adhesivo de autograbado.

#### 4.1.2 Prueba de hipótesis

Contrastación de la hipótesis general

Ha: Existe diferencias significativas entre la resistencia al cizallamiento de brackets metálicos comparado con los brackets cerámicos utilizando adhesivo convencional o de autograbado.

H<sub>0</sub>: No existen diferencias significativas entre la resistencia al cizallamiento de brackets metálicos comparado con los brackets cerámicos utilizando adhesivo convencional o de autograbado.

Tabla 5

Puntuaciones medias y desviaciones estándar con la t de Student en resistencia al cizallamiento entre grupos de brackets metálicos (n=12) y cerámicos (n=12) con adhesivos: convencional y de autograbado

Grupo		Brackets metálicos		Brackets cerámicos	
Adhesivo		Convencional	De auto-grabado	Convencional	De auto-grabado
Esfuerzo Máximo (MPa)	Media	10,0608	5,8317	3,7592	4,9358
	D. E.	3,27373	4,13802	1,11897	2,48357
	t	2,777*		-1,496 <sup>(NS)</sup>	
	Sig. (bilateral)	0,011		0,149	

\* **Significativo al nivel de p<0,05.**

<sup>(NS)</sup> **No significativo al nivel de p<0,05.**

Como se aprecia en la tabla 5, la media en resistencia al cizallamiento correspondiente al grupo de brackets metálicos con adhesivo convencional, es notoriamente mayor a la media registrada en el grupo de brackets metálicos con adhesivo de autograbado. El valor t obtenido en esta comparación equivale a 2,777, el cual es significativo al nivel de p<0,05. Por tanto, se puede afirmar que existe diferencia significativa entre los grupos de brackets metálicos, de acuerdo con el tipo de adhesivo utilizado.

En el caso de los brackets cerámicos, la media en resistencia al cizallamiento que corresponde al grupo de brackets cerámicos con adhesivo convencional, es ligeramente menor a la media observada en el grupo de brackets cerámicos con adhesivo de autograbado. El valor t calculado en esta comparación equivale a -1,496, el cual no es estadísticamente significativo al nivel de  $p < 0,05$ . En consecuencia, se puede inferir que no existe diferencia significativa entre los grupos de brackets cerámicos, de acuerdo con el tipo de adhesivo empleado.

Decisión: Al haberse encontrado diferencia significativa solo en la comparación de los grupos de brackets metálicos, según el tipo de adhesivo, mas no en el grupo de brackets cerámicos, se tomó la decisión de rechazar parcialmente la hipótesis nula.

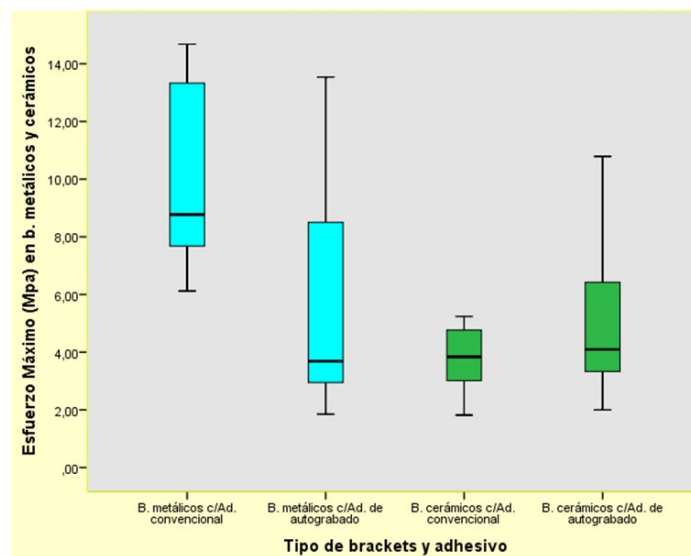


Figura 5. Diagrama de cajas y bigotes de las puntuaciones medias de Esfuerzo máximo (MPa) en los grupos de brackets metálicos y cerámicos con adhesivo convencional y adhesivo de autograbado.

Contratación de las hipótesis específicas:

**Hipótesis específica 1:**

Hi: Existen diferencias significativas de la resistencia al cizallamiento de los brackets metálicos utilizando adhesivo convencional o de autograbado.

H<sub>0</sub>: No existen diferencias significativas de la resistencia al cizallamiento de los brackets metálicos utilizando adhesivo convencional y de autograbado.

**Tabla 6**

Puntuaciones medias y desviaciones estándar con la t de Student en resistencia al cizallamiento entre grupos de brackets metálicos con adhesivos: convencional y de autograbado

Resistencia	Grupos	N	Media	D. E.	t	Sig. (bilateral)
Fuerza máxima (N)	Brackets metálicos + adhesivo convencional	12	110,8933	34,26849	3,228**	0,004
	Brackets metálicos + adhesivo de autograbado	12	61,3550	40,63794		
Esfuerzo máximo (MPa)	Brackets metálicos + adhesivo convencional	12	10,0608	3,27373	2,777*	0,011
	Brackets metálicos + adhesivo de autograbado	12	5,8317	4,13802		

\* Significativo al nivel de  $p < 0,05$ .

\*\* Significativo al nivel de  $p < 0,01$ .

De acuerdo con lo que se observa en la tabla 6, las puntuaciones medias en resistencia al cizallamiento correspondientes al grupo de brackets metálicos con adhesivo convencional, son notoriamente mayores, tanto en Fuerza máxima (N) como en Esfuerzo máximo (MPa), que las puntuaciones medias en el grupo de brackets con adhesivo de autograbado. Asimismo, los valores t obtenidos para ambos indicadores de resistencia al cizallamiento resultan ser significativos a los niveles de  $p < 0,01$  y  $p < 0,05$ , respectivamente. Por consiguiente, se comprueba que existe diferencia significativa entre los grupos de brackets metálicos, de acuerdo con el tipo de adhesivo utilizado.

Decisión: Se rechaza la hipótesis nula “No existen diferencias significativas de la resistencia al cizallamiento de los brackets metálicos utilizando adhesivo convencional y de autograbado” de esta primera hipótesis específica.

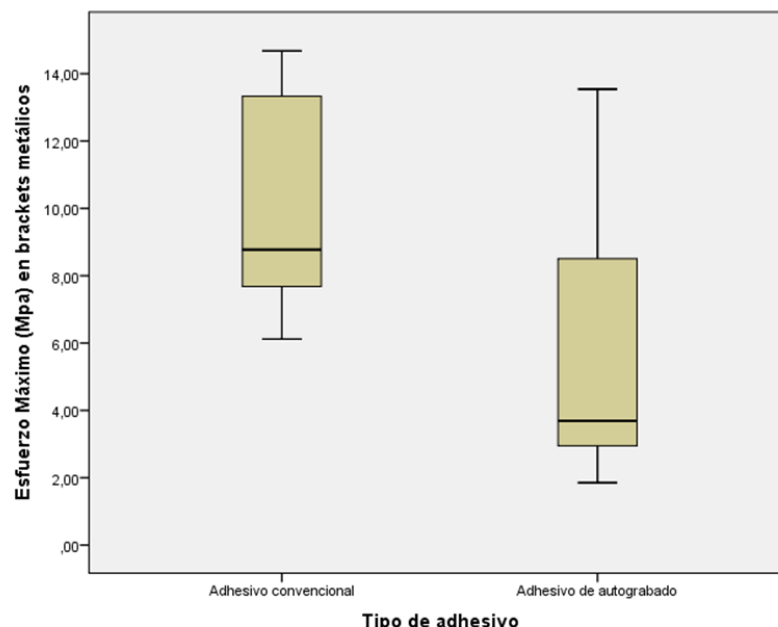


Figura 6. Diagrama de cajas y bigotes de las puntuaciones medias de Esfuerzo máximo (MPa) en los grupos de brackets metálicos con adhesivo convencional y adhesivo de autograbado.

### Hipótesis específica 2:

H<sub>2</sub>: Existen diferencias significativas de la resistencia al cizallamiento de los brackets cerámicos utilizando adhesivo convencional y de autograbado.

H<sub>0</sub>: No existen diferencias significativas de la resistencia al cizallamiento de los brackets cerámicos utilizando adhesivo convencional y de autograbado.

**Tabla 7**

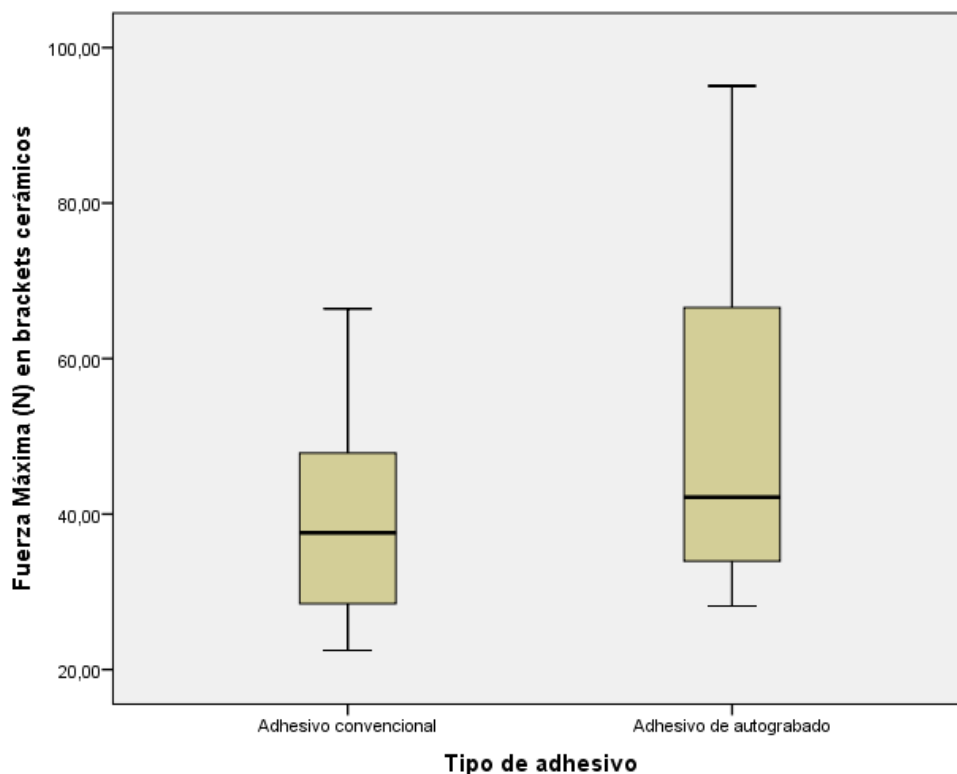
Puntuaciones medias y desviaciones estándar con la t de Student en resistencia al cizallamiento entre grupos de brackets cerámicos con adhesivos: convencional y de autograbado

Resistencia	Grupos	N	Media	D. E.	t	Sig. (bilateral)
Fuerza máxima (N)	Brackets cerámicos + adhesivo convencional	12	38,8892	12,83828	-1,576	0,129
	Brackets cerámicos + adhesivo de autograbado	12	49,8833	20,47917		
Esfuerzo máximo (MPa)	Brackets cerámicos + adhesivo convencional	12	3,7592	1,11897	-1,496	0,149
	Brackets cerámicos + adhesivo de autograbado	12	4,9358	2,48357		

Como se advierte en la tabla 6, las puntuaciones medias en resistencia de cizallamiento correspondientes al grupo de brackets cerámicos con adhesivo de autograbado, son

mayores, tanto en Fuerza máxima como en Esfuerzo máximo, que las puntuaciones medias en el grupo de brackets cerámicos con adhesivo convencional. Sin embargo, los valores t obtenidos de las comparaciones entre ambos grupos no son significativos al nivel de  $p < 0,05$ , lo cual indica que la diferencia no es significativa. En consecuencia, solo se observa una tendencia a que los brackets cerámicos con adhesivo de autograbado muestren mayor resistencia al cizallamiento que aquellos con adhesivo convencional.

Decisión: Se acepta la hipótesis nula “No existen diferencias significativas de la resistencia al cizallamiento de los brackets cerámicos utilizando adhesivo convencional y de autograbado” de la segunda hipótesis específica.



*Figura 7.* Diagrama de cajas y bigotes de las puntuaciones medias de Esfuerzo máximo (MPa) en los grupos de brackets cerámicos con adhesivo convencional y adhesivo de autograbado.



#### **4.1.3 Discusión:**

En primer lugar, cabe mencionar que se prepararon las muestras de brackets metálicos y cerámicos adheridos en dientes con los adhesivos: convencional y de autograbado, las que posteriormente fueron entregadas al laboratorio especializado de ensayos mecánicos de materiales, High Technology Laboratory Certificate (HTL). Luego de que los grupos de brackets fueron probados en ensayos de resistencia al cizallamiento, se recibió del laboratorio el reporte de resultados correspondiente. Al ser procesados los datos con el software IBM SPSS 22, se obtuvieron los resultados con la aplicación de la t de Student para muestras independientes, que permitió establecer diferencias entre las puntuaciones medias de los grupos muestrales considerados. Respecto al ensayo de resistencia al cizallamiento, los resultados indican que se registran diferencias significativas al comparar las puntuaciones medias en los componentes de Fuerza máxima (N) y Esfuerzo máximo (MPa), de los brackets metálicos con adhesivo convencional y con adhesivo de autograbado. Se observó, asimismo, que los brackets metálicos con el adhesivo convencional presentaron mayor resistencia al cizallamiento que aquellos con el adhesivo de autograbado. Este hallazgo es similar al reportado por Abdelaziz et al. (2019) (14) en su estudio, donde concluyen que la técnica de adhesión que mejor resistencia presentó fue la técnica convencional de grabado ácido, a diferencia del autograbado ( $p < 0.05$ ), no evidenciándose diferencia significativa entre los brackets metálicos prevestidos y los no revestidos ( $p > 0.05$ ). Otro estudio con resultados que coinciden, en cierta medida, con los aquí hallados, es el de Shafiei et al. (2018)(15), que investigaron sobre los efectos de tres modos de grabado del esmalte: grabado con láser, autograbado y grabado al ácido, en la unión de los soportes utilizando un adhesivo universal; llegando a la conclusión de

que el grabado con láser presentó mejor resistencia a la unión de los brackets, pero a su vez se observó mayor daño en el esmalte, observando que la resistencia de los brackets al esmalte podría ser más efectiva con el empleo del grabado ácido convencional o con el acondicionamiento con láser.

Otra investigación que se aproxima a los resultados aquí encontrados es el de Arash et al. (2017) (16), cuyo propósito fue establecer la resistencia de la unión al cizallamiento y las características de desunión de los brackets metálicos y cerámicos unidos con dos tipos de agentes adhesivos. Sus resultados indican que en el grupo de brackets metálicos con adhesivo convencional la media fue de  $12,59 \pm 2,61$  MPa, mientras que en el grupo con el adhesivo de autograbado la media fue de  $7,41 \pm 2,09$  MPa, verificándose entre ambos grupos diferencia significativa al nivel de  $p < 0,05$ . Por su parte, Hellak, et al. (2016) (17), buscaron determinar la fuerza de unión al cizallamiento y la puntuación del índice de restos de adhesivo de dos adhesivos autograbante sin mezcla en diferentes superficies protésicas y esmalte, en comparación con el sistema de grabado total Transbond XT. En sus conclusiones señalan que la fuerza de unión al cizallamiento se presentó con mejores resultados en el Transbond XT, mientras que el adhesivo Scotchbond Universal proporciona buenos resultados al unir los brackets a otras superficies que no sean esmalte como en prótesis de porcelana o metal. En otros términos, el estudio mencionado reveló que la resistencia al cizallamiento es mejor con el adhesivo convencional o sistema de grabado total de la marca Transbond XT. Con referencia al ensayo de resistencia al cizallamiento en el grupo de brackets cerámicos con los adhesivos: convencional y de autograbado, los resultados muestran diferencias no significativas. Se encontró, no obstante, que la puntuación media en los brackets cerámicos con adhesivo de autograbado

es ligeramente mayor que con el adhesivo convencional. En este caso, se puede establecer que para conseguir la mayor resistencia al cizallamiento con brackets cerámicos, resultar mejor emplear el adhesivo de autograbado, aunque los resultados no serán muy significativos. Este hallazgo es congruente con el referido por Arash et al. (2017) (16), cuyos resultados señalan que en el grupo de brackets cerámicos con adhesivo convencional la media fue de  $7,7 \pm 1,71$  MPa, en tanto que aquellos con adhesivo de autograbado la media fue de  $7,41 \pm 2,09$  MPa, no registrándose entre ambos grupos diferencia significativa al nivel de  $p < 0,05$ .

Un estudio a nivel internacional que, en cierta forma, comparte lo encontrado en este trabajo, es el de Mirzakouchaki et al. (2012) (18), que se planteó como objetivo evaluar la resistencia de adherencia con dos técnicas de unión en brackets metálicos y cerámicos: con adhesivo convencional y con adhesivo Transbond XT pero en su investigación empleo termoreciclado en el diseño del estudio para simular las condiciones bucales y la comparación entre brackets metálicos y cerámicos la realizó después de una semana de preparada la muestra. La similitud de esta investigación con la actual es la comparación de brackets metálicos y cerámicos empleando adhesivo convencional y de autograbado y el proceso de vinculación de la muestra tiene mucha similitud. No se encontraron diferencias significativas en la resistencia entre los grupos de brackets, aunque se concluyó que la unión de los brackets metálicos fue más significativa que los cerámicos.

En resumen, los resultados obtenidos permiten inferir que la diferencia en la resistencia al cizallamiento es significativa entre los brackets metálicos con adhesivos: convencional y de autograbado, siendo mayor en el grupo con adhesivo convencional. Por el contrario,

no se reportó resistencia con diferencia significativa entre los grupos de brackets cerámicos, aunque se observó ligeramente mayor en los brackets cerámicos con adhesivo de autograbado.

## **CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1 CONCLUSIONES:

1. En líneas generales, los resultados indican que la resistencia al cizallamiento presenta diferenciación significativa según el tipo de adhesivo empleado, solo en el grupo de brackets metálicos, mas no en el grupo de brackets cerámicos.
2. Según los hallazgos, se encontró diferencia significativa en cuanto a resistencia al cizallamiento, luego de someter a ensayo a los brackets metálicos con adhesivo convencional y adhesivo de autograbado; apreciándose valores mayores en el grupo donde se empleó adhesivo convencional.
3. Se comprobó que no existe diferencia significativa en la resistencia al cizallamiento, luego del ensayo en grupos de brackets cerámicos con adhesivo convencional y adhesivo de autograbado; no obstante, se observó, en el grupo en el que se utilizó adhesivo de autograbado, una tendencia a presentar valores mayores de resistencia.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

1. Realizar ensayos in vitro considerando muestras con mayor número de especímenes, tanto brackets metálicos como cerámicos, así como adhesivos: convencional y de autograbado de diferentes marcas, que permitan confirmar los resultados de resistencia al cizallamiento aquí obtenidos.
2. Continuar la investigación con los brackets cerámicos, ensayando con diversas marcas de adhesivo de autograbado, que permitan obtener la fuerza ideal para resistir el tiempo activo del tratamiento y un menor efecto en la superficie del esmalte.
3. Evaluar la resistencia al cizallamiento con los adhesivos empleados en este estudio, pero con otro tipo de brackets, como los de autoligado o los de zafiro, cuyo uso se está extendiendo en la actualidad.
4. Llevar a cabo ensayos in vitro para determinar los valores de resistencia al cizallamiento que ofrecen los brackets metálicos y cerámicos cuando se realiza el recementado con adhesivos convencionales o de autograbado.

## REFERENCIAS

1. Cavagnola S, Chaple A, Fernández E. Láser de baja potencia en Ortodoncia. Rev Cubana Estomatol. 2018;55(3):43–9.
2. Reddy YG, Sharma R, Singh A, Agrawal V, Agrawal V, Chaturvedi S. The Shear Bond Strengths of metal and ceramic brackets: An in-vitro comparative study. J Clin Diagn Res. 2013;7(7):1495–7.
3. Del Real M, Cárdenas M, Lugo C, Gutiérrez F, Murga M, Márquez R. Ortodoncia en adultos. Rev Tamé. 2015;4(10):362-4.
4. Hidalgo E , Vargas M,Cabrera D. Ortodoncia en adultos. Rev Fed Odontol Colomb. 2013;24 (1966)(6):1044–51.
5. Garrofé A, Martucci D, Picca M. Adhesión a tejidos dentarios. Rev Fac Odon UBA. 2014;29:67.
6. Herrera E. Fracasos en la adhesión. Av Odontoestomatol. 2005;21(2):63-9.
7. Ferreto I, Cáceres H, Chan J. Comparación de la fuerza de adhesión de brackets a esmalte dental con un sistema exclusivo para ortodoncia y un sistema restaurativo. Revista Científica Odontológica. 2016;12(2):8-14.
8. Camps I. La evolución de la adhesión a dentina. Av Odontoestomatol. 2004;20(1):11-17.
9. Carrillo C, Michael G. Buonocore, padre de la odontología adhesiva moderna, 63 años del desarrollo de la técnica del grabado del esmalte: 1955-2018. Rev ADM. 2018;75(3):1955–2018.
10. Galdames B, Brunoto M, Marcus N, Grandon F, Priotto E. Diferentes Protocolos de Grabado Ácido en Dentina; Estudio Micromorfológico. Rev clínica periodoncia, Implantol y Rehabil oral. 2018;11(2):91–7.
11. Dourado A, Reis A. Sistemas Adhesivos. Rev Oper Dent y Biomater Dent y Biomater. 2006;1(2):13–28.
12. Mandri M, Aguirre A, Zamudio M. Sistemas adhesivos en Odontología Restauradora. 2015;26:50-56.
13. Fonseca T, Otoni R, Magalhães A, Ramos G, Gomes T, Rego T, et al. Comparative Analysis of Shear Bond Strength of Steel and Ceramic Orthodontic Brackets Bonded with Six Different Orthodontic Adhesives. Int J Odontostomat. 2020;14(4):658-63.



14. Abdelaziz K, Alshahrani I, Kamran M, Alnazeh A. Debonding characteristics of orthodontic brackets subjected to intraoral stresses under different adhesive regimes. *Journal of Applied Biomaterials & Functional Materials*. 2020; 18:1-6.
15. Shafiei F, Sardarian A, Fekrazad R, Farjood A. Comparison of shear bond strength of orthodontic brackets bonded with a universal adhesive using different etching methods. 2019;24(4):1-8.
16. Arash V, Naghipour F, Ravadgar M, Karkhah A, Barati M. Shear bond strength of ceramic and metallic orthodontic brackets bonded with self-etching primer and conventional bonding adhesives. *Electron Physician*. 2017;9(1):3584-91.
17. Hellak A, Ebeling J, Schauseil M, Stein S, Roggendorf M, Korbmacher H. Shear Bond Strength of Three Orthodontic Bonding Systems on Enamel and Restorative Materials. *Biomed Res Int*. 2016;2(1):1-11.
18. Mirzakouchaki B, Kimyai S, Hydari M, Shahrabaf S, Mirzakouchaki-Boroujeni P. Effect of self-etching primer/adhesive and conventional bonding on the shear bond strength in metallic and ceramic brackets. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2012;17(1): e164-70.
19. Albertí Vázquez L, Más Sarabia M, Martínez Padilla S, Méndez Martínez MJ. Histogénesis de esmalte dentario. consideraciones generales. *Rev Arch Médico Camagüey*. 2007;11(3):0-0.
20. Gomes M. Sistemas adhesivos autograbadores en esmalte: ventajas e inconvenientes. *Av Odontoestomatol*. 2004;20(4):193-8.
21. Pithon M, Oliveira M, Ruellas A, Bolognese AM, Romano F. Shear bond strength of orthodontic brackets to enamel under different surface treatment. 2007;15(2):127-30.
22. Bader M, Ibáñez M. Evaluación de la interfase adhesiva obtenida en restauraciones de resina compuesta realizadas con un sistema adhesivo universal utilizado con y sin grabado ácido previo. *Rev Clínica Periodoncia, Implantol y Rehabil Oral*. 2014;7(3):115-22.
23. Lozada M. Self-etching adhesive systems, bond strength and nanofiltration: a review. *Rev Fac Odontol Univ Antioquia*. 2012;24(1):133-50.
24. Attar N, Taner T, Tülümen E, Korkmaz Y. Shear bond strength of orthodontic brackets bonded using conventional vs one and two step self-etching/adhesive systems. *Angle Orthod*. 2007;77(3):518-23
25. Flury S. Principios de la adhesión y de la técnica adhesiva. Quintessence. 2012;25:595-600.

26. Cerone M, El-badrawy W, Gong S, Prakki A. Bond Strength of Universal Self-Etch 1-Step Adhesive Systems for Orthodontic Brackets. *J Can Dent Assoc* 2019;1-7.
27. Gomes MA. Sistemas adhesivos autograbadores en esmalte: Ventajas e inconvenientes. *Av Odontoestomatol*. 2004;20(4):193-8.
28. Bakhadher W, Halawany H, Talic N, Abraham N, Jacob V. review article factors affecting the shear bond strength of orthodontic brackets – a review of in vitro studies. *Acta Medica*. 2015;58(2):43-8.
29. Henkin F, Oliveira E, Santos S. In vitro analysis of shear bond strength and adhesive remnant index of different metal brackets. *Dental Press J Orthod*. 2016;21(6):67-73.
30. Zuluaga J, Giraldo JF, Garzón H. Comparación de la resistencia de unión al cizallamiento entre la cerámica de recubrimiento y la superficie de zirconio con y sin modificaciones. *Rev Fac Odontol*. 2016;27(2).
31. Federación de Enseñanza de CC.OO de Andalucía. Tipos de esfuerzos físicos. *Rev Digit para Prof la enseñanza*. 2011;15:1-18.
32. Sánchez F. Fundamentos Epistémicos de la Investigación Cualitativa y Cuantitativa: Consensos y Disensos. *Rev Digit Investig en Docencia Univ*. 2019;13(1):102-22.
33. Ramírez F, Zwerg-Villegas, A. Metodología de la investigación: más que una receta. *AD-minister*. 2012; (20):91-111.
34. Guía práctica para la formulación y ejecución de proyectos de investigación y desarrollo. *CONCYTEC*.2021:1-15.
35. Vallejo M. El diseño de investigación: una breve revisión metodológica. *Arch Cardiol Mex*. 2002;(72):8-12.
36. Arias J, Villasís M, Miranda M, El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México*. 2016;63(2):201-206.
37. Fathalla M. Guía práctica de investigación en salud. *Rev Cub Salud Publica*.2008;34(3):1-2.

# **ANEXOS**

## 12.4. ANEXOS

### Anexo N° 1 Matriz de consistencia

**Título de la Investigación:** Comparación de la resistencia al cizallamiento de brackets metálicos y cerámicos utilizando adhesivo convencional o de autograbado. Estudio in- vitro año

2021

<b>Formulación del Problema</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Diseño Metodológico</b>	<b>Resultados</b>	<b>Conclusiones</b>
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>	<b>Tipo de Investigación</b>		
¿Cuál es la resistencia al cizallamiento de brackets metálicos comparado con los brackets cerámicos utilizando adhesivo convencional o de autograbado? Estudio in- vitro año 2021.	Determinar la resistencia al cizallamiento de brackets metálicos comparado con los brackets cerámicos utilizando adhesivo convencional o de autograbado. Estudio in- vitro año 2021.	Existe diferencias significativas entre la resistencia al cizallamiento de brackets metálicos comparado con los brackets cerámicos utilizando adhesivo convencional o de autograbado.	El tipo de investigación del presente estudio según CONCYTEC corresponde a una investigación aplicada.	Se evidencio que la resistencia al cizallamiento de los brackets metálicos con adhesivo convencional fue de $10,06 \pm 3,27$ Mpa, y con adhesivo de autograbado fue $5,85 \pm 4,13$ Mpa. Por otro lado, la resistencia de los brackets cerámicos con adhesivo convencional fue $3,35 \pm 1,11$ Mpa y con adhesivo de autograbado fue $4,93 \pm 2,48$ Mpa.	La resistencia al cizallamiento de los brackets metálicos con adhesivo convencional mostro mejores resultados que con el adhesivo de autograbado y en el caso de los brackets cerámicos se obtuvo una mínima diferencia, los brackets cerámicos con adhesivo de autograbado presentaron una ligera diferencia de resistencia al cizallamiento en comparación con el adhesivo convencional.
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específica</b>	<b>Método y Diseño de Investigación</b>		
¿Cuál es la resistencia al cizallamiento de los	Identificar la resistencia al	Existe diferencias significativas de la	Según el diseño experimental basado		

<p>brackets metálicos utilizando adhesivo convencional?</p> <p>¿Cuál es la resistencia al cizallamiento de los brackets metálicos utilizando adhesivo de autograbado?</p> <p>¿Cuál es la resistencia al cizallamiento de los brackets cerámicos utilizando adhesivo convencional?</p> <p>¿Cuál es la resistencia al cizallamiento de los brackets cerámicos utilizando adhesivo de autograbado?</p>	<p>cizallamiento de los brackets metálicos utilizando adhesivo convencional.</p> <p>Identificar la resistencia al cizallamiento de los brackets metálicos utilizando adhesivo de autograbado.</p> <p>Identificar la resistencia al cizallamiento de los brackets cerámicos utilizando adhesivo convencional.</p> <p>Identificar la resistencia al cizallamiento de los brackets cerámicos utilizando adhesivo de autograbado</p>	<p>resistencia al cizallamiento de los brackets metálicos utilizando adhesivo convencional y de autograbado.</p> <p>Existe diferencias significativas de la resistencia al cizallamiento de los brackets cerámicos utilizando adhesivo convencional y de autograbado.</p>	<p>en la tipología de Campbell y Stanley es experimental.</p> <p><b>Muestra</b> La muestra estuvo conformada por 12 especímenes por cada grupo. Siendo un total de 48 especímenes.</p>		
---	--	---	--	--	--

## Anexo N° 2 Matriz de Operacionalización de variables

**Variable: 1:** Resistencia al cizallamiento

**Definición Operacional:** La fuerza de cizallamiento se midió mediante la fuerza tensional que va en dirección tangencial, la cual es medida con la máquina de ensayo de prueba Universal que refleja los resultados en Kg/mm<sup>2</sup> y esta fue convertida en megapascales.

### Matriz Operacional de la Variable 1

DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	ESCALA VALORATIVA
<ul style="list-style-type: none"><li>• Brackets metálicos con adhesivo convencional.</li><li>• Brackets cerámicos con adhesivo convencional.</li><li>• Brackets metálicos con adhesivo de autograbado.</li><li>• Brackets cerámicos con adhesivo de autograbado.</li></ul>	<p>Mpa</p> <p>Máquina de ensayo de prueba universal</p>	<p>Razón</p>	<p>De 0 a 100 Mpa</p>

**ANEXO N° 3:** Ficha de recolección de datos

<b>Grupo:</b>	<b>Fuerza Máxima (N)</b>	<b>Esfuerzo Máximo (Mpa)</b>
Espécimen		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
<b>Grupo:</b>	<b>Fuerza Máxima (N)</b>	<b>Esfuerzo Máximo (Mpa)</b>
Espécimen		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
<b>Grupo:</b>	<b>Fuerza Máxima (N)</b>	<b>Esfuerzo Máximo (Mpa)</b>
Espécimen		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
<b>Grupo:</b>	<b>Fuerza Máxima (N)</b>	<b>Esfuerzo Máximo (Mpa)</b>
Espécimen		

1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		



## ANEXO 4: Fichas de resultados de laboratorio



- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES  
- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

INFORME DE ENSAYO N°	IE-056-2021	EDICION N° 2	Página 1 de 4
<b>ENSAYO DE CIZALLAMIENTO EN BRACKETS ADHERIDOS A DIENTES</b>			
<b>1. TESIS</b>	"COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO DE BRACKETS METÁLICOS Y CERÁMICOS UTILIZANDO ADHESIVO CONVENCIONAL O DE AUTOGRABADO. ESTUDIO IN- VITRO AÑO 2021"		
<b>2. DATOS DEL SOLICITANTE</b>			
<b>NOMBRE Y APELLIDOS</b>	Keila verónica Palacios Carpio		
<b>DNI</b>	45899787		
<b>DIRECCIÓN</b>	Calle General Varela 356 dpt. 206 Miraflores		
<b>DISTRITO</b>	Miraflores		
<b>3. EQUIPOS UTILIZADOS</b>			
<b>INSTRUMENTO</b>	Maquina digital de ensayos universales CMT- 5L		
<b>MARCA</b>	LG		
<b>APROXIMACIÓN</b>	0.001 N		
<b>INSTRUMENTO</b>	Vernier digital de 200mm		
<b>MARCA</b>	Mitutoyo		
<b>APROXIMACIÓN</b>	0.01mm		
<b>4. RECEPCIÓN DE MUESTRAS</b>			
<b>FECHA DE INGRESO</b>	19	Junio	2021
<b>LUGAR DE ENSAYO</b>	Boulevard Los Mirables Nro. 1319 Lote 48 Mz. M Urb. los Jardines Segunda Etapa San Juan de Lurigancho.		
<b>CANTIDAD</b>	4 Grupos		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Muestras de Brackets adheridos en dientes		
<b>IDENTIFICACIÓN</b>	Grupo 1	Brackets metálicos con adhesivo convencional	
	Grupo 2	Brackets metálicos con adhesivo de autograbado	
	Grupo 3	Brackets cerámicos con adhesivo convencional	
	Grupo 4	Brackets cerámicos con adhesivo de autograbado	
<b>5. REPORTE DE RESULTADOS</b>			
<b>FECHA DE EMISION DE INFORME</b>	20	Junio	2021

**HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC**  
 Boulevard Los Mirables Nro. 1319 Lote 48 Mz. M Urb. Los Jardines 2da Etapa San Juan de Lurigancho  
 Telf.: +51(01) 4065 215 - 997 123 584  
 Lunes a Viernes de 08:00 am - 07:00 pm - Sábados de 09:00 am - 5:00 pm  
 E-mail.: robet.etmec@gmail.com

INFORME DE ENSAYO N°		IE-056-2021	EDICION N° 2	Página 2 de 4
<b>6. RESULTADOS GENERADOS</b>				
<b>Grupo 1</b>		Brackets metálicos con adhesivo convencional		
Espécimen	Área Promedio (mm <sup>2</sup> )	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Máximo (Mpa)	
1	11.26	128.61	11.42	
2	10.87	158.50	14.58	
3	10.40	63.69	6.12	
4	10.37	82.10	7.92	
5	11.88	75.27	6.34	
6	11.91	101.06	8.49	
7	11.93	88.89	7.45	
8	10.75	157.83	14.68	
9	9.98	146.61	14.68	
10	10.74	97.37	9.06	
11	10.88	86.00	7.91	
12	11.99	144.79	12.08	
<b>Grupo 2</b>		Brackets metálicos con adhesivo de autograbado		
Espécimen	Área Promedio (mm <sup>2</sup> )	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Máximo (Mpa)	
1	10.34	100.51	9.72	
2	10.01	135.54	13.54	
3	11.82	33.56	2.84	
4	13.07	24.21	1.85	
5	10.58	60.91	5.75	
6	10.48	24.91	2.38	
7	9.69	29.66	3.06	
8	11.14	35.57	3.19	
9	11.82	45.10	3.82	
10	10.67	37.93	3.56	
11	10.13	131.55	12.98	
12	10.54	76.81	7.29	

INFORME DE ENSAYO N°		IE-056-2021	EDICION N° 2	Página 3 de 4
<b>Grupo 3</b>		Brackets cerámicos con adhesivo convencional		
Espécimen	Área Promedio (mm <sup>2</sup> )	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Máximo (Mpa)	
1	12.36	22.46	1.82	
2	12.68	66.42	5.24	
3	9.86	37.47	3.80	
4	8.82	30.13	3.42	
5	10.27	26.82	2.61	
6	8.63	34.34	3.98	
7	10.21	46.49	4.55	
8	10.14	50.47	4.98	
9	11.12	23.62	2.12	
10	10.71	41.52	3.88	
11	9.86	49.22	4.99	
12	10.14	37.71	3.72	
<b>Grupo 4</b>		Brackets cerámicos con adhesivo de autograbado		
Espécimen	Área Promedio (mm <sup>2</sup> )	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Máximo (Mpa)	
1	14.06	28.16	2.00	
2	10.72	34.79	3.24	
3	8.56	66.03	7.71	
4	8.43	33.10	3.93	
5	10.21	39.99	3.92	
6	11.44	71.24	6.23	
7	11.69	32.26	2.76	
8	11.18	38.22	3.42	
9	11.33	48.31	4.26	
10	10.20	44.35	4.35	
11	8.81	95.07	10.79	
12	10.14	67.08	6.62	



- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES  
 - LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

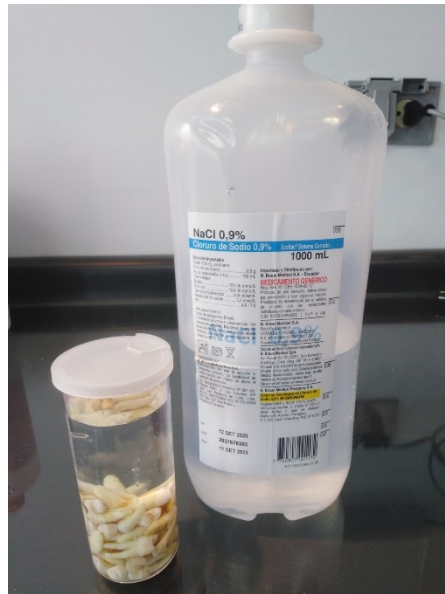
<b>INFORME DE ENSAYO N°</b>	<b>IE-056-2021</b>	<b>EDICION N° 2</b>	<b>Página 4 de 4</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidad de ensayo 0.75 mm/min</li> </ul>			
<b>7. CONDICIONES AMBIENTALES</b>	TEMPERATURA: 21 °C HUMEDAD RELATIVA: 60 %		
<b>8. VALIDÉZ DE INFORME</b>	VÁLIDO SOLO PARA LA MUESTRA Y CONDICIONES INDICADAS EN EL INFORME		
<b>ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN</b>			
<b>ING. MECANICO</b>			
<b>LABORATORIO HTL CERTIFICATE</b>			

**HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC**  
 Boulevard Los Mirables Nro. 1319 Lote 48 Mz. M Urb. Los Jardines 2da Etapa San Juan de Lurigancho  
 Telf.: +51(01) 4065 215 - 997 123 584 Lunes a Viernes de 08:00 am - 07:00 pm - Sábados de 09:00 am - 5:00 pm  
 E-mail.: robet.etmec@gmail.com



## ANEXO 5: Imágenes

Las premolares fueron sumergidas en clóruo de sodio al 9% para mantenerlas hidratas



Se confeccionaron las bases para mantener fijas las piezas dentarias al momento de realizar el cizallamiento, fueron confeccionadas de tubos de pvc con una medida de 2\*2.5cm y rellenos con acrílico de curado rápido, se rotularon por grupos.



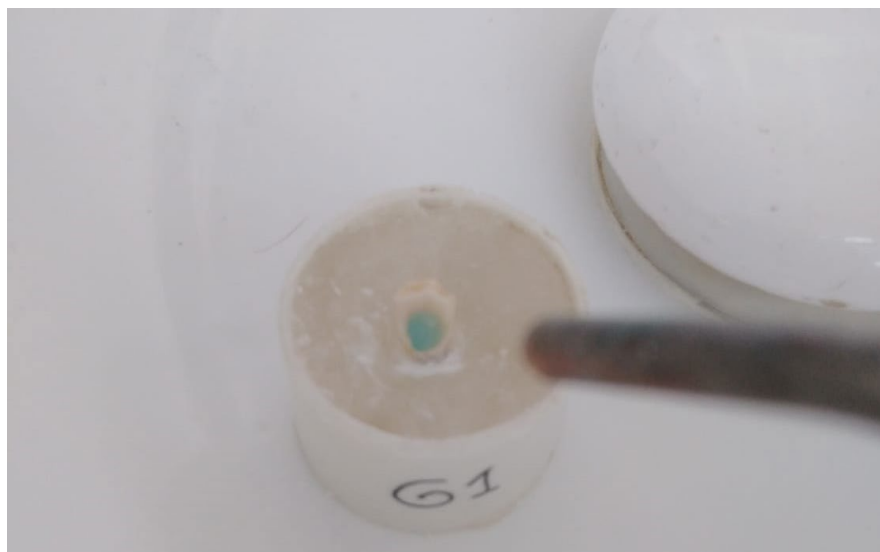
Las superficies de las premolares fueron limpiadas con escobilla profiláctica, pasta profiláctica y piedra pómez para la remoción de impurezas que interfieran en la muestra.



Cada grupo fue sometido a este procedimiento



En los grupos que fueron tratados con adhesivo convencional como el grupo 1 y el grupo 3 se realizó el grabado ácido de la superficie con ácido fosfórico al 37% durante 15 segundos, se realizó el lavado con chorros de agua durante 30 segundos y el secado con aire frío durante 5 segundos.



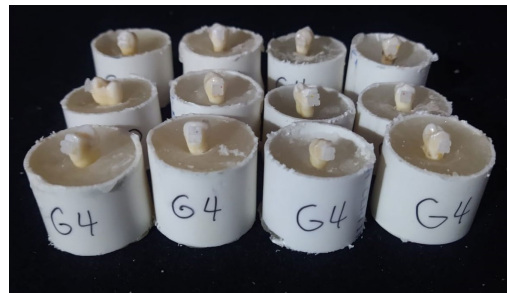
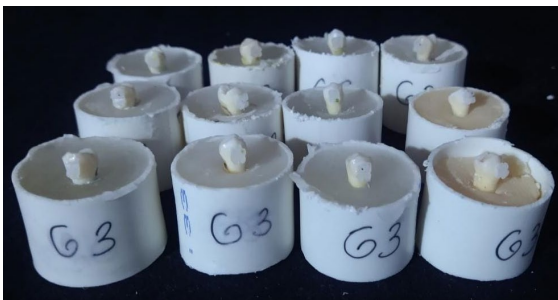
Los grupos que serian trabajados con adhesivo de autograbado como el grupo 2 y el grupo 4 fueron sometidos a la aplicación de una capa de adhesivo de autograbado con una frotacion de 10 segundos luego de ello se aplico aire frio hasta dispersar el solvente este procedimiento se realizó dos veces.





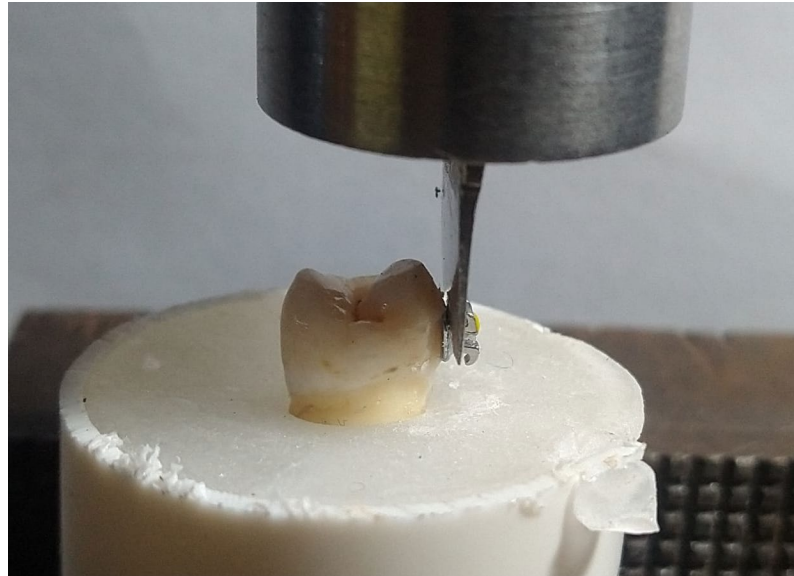
Se finalizó la preparación de los 4 grupos:

- Grupo 1: brackets metálicos + grabado ácido+ adhesivo convencional
- Grupo 2: brackets metálicos + adhesivo de autograbado
- Grupo 3: brackets cerámicos + grabado ácido+ adhesivo convencional
- Grupo 4 brackets cerámicos + adhesivo de autograbado.

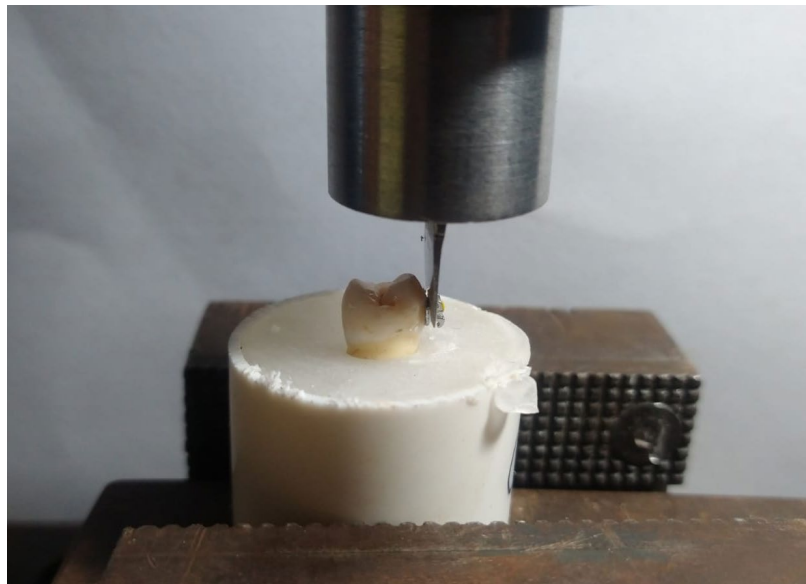


Luego de ello las muestras fueron enviadas al laboratorio para proceder a realizar la prueba de resistencia al cizallamiento para cada uno de los grupos.

**Grupo 1:** brackets metálicos+ grabado ácido+ adhesivo convencional



**Grupo 2:** Brackets metálicos con adhesivo de autograbado



Los grupos de los brackets cerámicos fueron sometidos a la prueba de cizallamiento

**Grupo 3:** brackets cerámicos grabado ácido+ adhesivo convencional



**Grupo 4:** brackets cerámicos + adhesivo de autograbado

