



**UNIVERSIDAD DE CUENCA**  
**FACULTAD DE ODONTOLOGIA**  
**ESPECIALIDAD DE ORTODONCIA**

**TEMA:**

**Eficacia de los métodos de reacondicionamiento de los brackets en  
relación a su resistencia a la tracción. “*Estudio in vitro*”**

Tesis previa a la obtención del título de  
Especialista en Ortodoncia de la  
Universidad de Cuenca

**AUTORA:** OD. PAOLA ELIZABETH OCHOA BARROS

**DIRECTORA:** DRA VALERIA DEL ROSÍO SIGÜENCIA CRUZ

CUENCA  
2016



## RESUMEN

El reacondicionamiento de los brackets es una alternativa que trae consigo beneficios a la práctica ortodóncica. Por tal motivo el propósito de este estudio fue determinar la resistencia a la fuerza de tracción, de los métodos de reacondicionamiento, para ello se utilizó el Tensómetro Universal de fuerzas Z005 serie 157864 (Zwick/Roell; BE, Alemania); con el mismo que se realizó el estudio *in vitro* y se obtuvo resultados que mostraron cual presentó mayor resistencia.

La investigación se realizó con un total de 90 muestras, las mismas que se las dividieron en 3 grupos de 30 respectivamente. Los resultados de la prueba de tracción fueron los siguientes: grupo 1 (brackets nuevos) fue el grupo que tuvo mayor resistencia a la fuerza de tracción con una media de 11,32 MPa con una desviación estándar mínima de 10,51MPa y máxima de 12,26MPa, grupo 2 (brackets arenados) tuvo una resistencia a la fuerza de tracción de 8,36 MPa con una desviación estándar mínima de 7,20MPa y máxima de 9,49MPa y el grupo 3 (brackets flameados) tuvo una resistencia menor a la fuerza de tracción de 4,73MPa y una desviación estándar mínima de 3,37MPa y máxima de 5,84MPa.

La resistencia a la fuerza de tracción de brackets nuevos y reacondicionados, mostró datos diferentes en cada grupos, los mismos que fueron estadísticamente significativos, teniendo un valor de  $p \leq 0,05$  y registró que el grupo de brackets arenados es el más resistente a la fuerza de tracción, referente a los dos métodos de reacondicionamiento; pero ninguno de los métodos de reacondicionamiento investigados se asemeja o supera a los valores que reporta los brackets nuevos.

**Palabras clave:** reacondicionamiento, brackets arenados, brackets flameados, resistencia a la tracción.



## ABSTRACT

### **The Effectiveness of reconditioning methods of the brackets in relation to their tensile strength "Study in vitro"**

Reconditioning of brackets is an alternative that brings benefits to the orthodontic practice. Therefore the purpose of this study was to determine the resistance to tensile force; of the reconditioning methods, for this purpose the Universal tensometer Z005 series 157864 (Zwick / Roell, BE, Germany) was used; with the same that was conducted the vitro study; The results obtained showed which one presented greater resistance.

The research was conducted with a total of 90 samples, divided in 3 groups of 30 respectively. The results of the tensile test were as follows: group 1 (new brackets) was the group that had higher resistance to tensile force with an average of 11.32, with a low standard deviation of 10.51 and a maximum standard deviation of 12.26MPa, group 2 (sandblasted brackets) had a resistance to tensile force of 8.36 with a minimum standard deviation of 7.20 and a maximum standard deviation of 9.49MPa, and group 3 (flamed brackets) had the lower resistance to force traction of 4.73 with a minimum of 3.37 standard deviation and a maximum standard deviation of 5.84MPa.

Resistance tensile force of new and reconditioned brackets showed different data in each group that were statistically significant, with a p-value  $\leq 0.05$  and showed that the group of sandblasted brackets is the most resistant to the tensile force concerning the two methods of reconditioning, but none of the investigated reconditioning methods is similar or exceeds the values reported by new brackets.

**Keywords:** reconditioning, sandblasted brackets, flamed brackets, tensile strength.



## INDICE

1	<b>INTRODUCCION</b>	8
2	<b>MARCO TEORICO</b>	9
2.1	TIPOS DE BRACKETS	10
2.1.1	BRACKETS METALICOS	10
2.1.2	BRACKETS ESTÉTICOS	10
2.1.2.1	BRACKETS PLASTICOS	10
2.1.2.2	BRACKETS CERÁMICOS	11
2.2	MALLA DE LOS BRACKETS	11
2.3	ESMALTE DENTAL	13
2.3.1	CARACTERISTICAS GENERALES DEL ESMALTE DENTAL	13
2.3.2	COMPOSICION QUIMICA DEL ESMALTE	14
2.3.2.1	MATRIZ ORGANICA	14
2.3.2.2	MATRIZ INORGANICA	14
2.3.2.3	AGUA	15
2.3.3	PROPIEDADES FISICAS	15
2.4	ADHESION	15
2.4.1	TIPOS DE ADHESION	16
2.4.2	RESISTENCIA A LA ADHESION	16
2.4.3	TECNICA DE ADHESION EN LOS BRACKETS	17
2.5	METODOS DE REACONDICIONAMIENTO	19
2.5.1	ARENADO O MICROABRASIÓN	20
2.5.2	FLAMEADO	20
2.5.3	CALENTAMIENTO AL HORNO	21
2.6	EFECTO DEL REACONDICIONAMIENTO EN LOS BRACKETS	22
2.6.1	VARIANZA EN LA FUERZA DE ADHESION	22
2.6.2	DEFORMACION DEL BRACKET	22
2.7	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL RECICLADO DE BRACKETS	22
2.8	TRACCION	23



<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b>	24
<b>4</b>	<b>MATERIALES Y METODOS</b>	26
4.1	MATERIALES	27
4.2	METODOS	29
4.2.1	TIPO DE ESTUDIO	29
4.2.2	DEFINICION DE UNIVERSO Y MUESTRA	29
4.2.3	AREA DEL CONOCIMIENTO	29
4.2.4	VARIABLES	30
4.2.5	DESCRIPCION METODOLOGICA	31
<b>4.2.5.1</b>	<b>RECOLECCION DELA MUESTRA</b>	31
4.2.5.2	PREPARACION DE LA MUESTRA	32
4.2.5.3	FASE DE ARENADO	35
4.2.5.4	FASE DE FLAMEADO	36
4.2.5.5	PRUEBA DE TRACCION	37
4.2.6	ANALISIS Y EXPRESION DE RESULTADOS	38
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b>	39
<b>6</b>	<b>DISCUSION</b>	42
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	46
<b>8</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	48
	<b>ANEXOS</b>	54



Universidad de Cuenca



Universidad de Cuenca  
Clausula de derechos de autor

---

Paola Elizabeth Ochoa Barros autora de la tesis "Eficacia de los métodos de reacondicionamiento de los brackets en relación a su resistencia a la tracción "*Estudio in vitro*", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Especialista en Ortodoncia .El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autora

Cuenca, 03 de Mayo del 2016

Paola Elizabeth Ochoa Barros

C.I: 1104118441



Universidad de Cuenca



Universidad de Cuenca  
Clausula de propiedad intelectual

---

Paola Elizabeth Ochoa Barros, autora de la tesis "Eficacia de los métodos de reacondicionamiento de los brackets en relación a su resistencia a la tracción *"Estudio in vitro"*", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 03 de Mayo del 2016

---

Paola Elizabeth Ochoa Barros

C.I: 1104118441



## **1 Introducción y Justificación**

En la práctica ortodóncica el rebrackeo es muy común, y el uso de brackets nuevos conlleva a un aumento de costos en el tratamiento, por lo cual el reacondicionamiento de brackets es una opción muy beneficiosa, pero se ha cuestionado si éste procedimiento proporcionará condiciones similares o mejores de las que posee un bracket nuevo.

La adhesión de los brackets es muy importante, pero no solo depende de los sistemas adhesivos, sino también de las propiedades que tienen las mallas de los brackets que van a ser nuevamente cementadas.<sup>4, 5</sup>

Numerosos métodos se han reportado para acondicionar las superficies de los brackets antes de la adhesión.<sup>39</sup> Entre ellos tenemos la abrasión con piedras verdes, fresas de diamante de grano grueso, micro arenado con óxido de aluminio o sílice o discos de diamante.<sup>39,40,44</sup> Se ha demostrado que la rugosidad de las superficies de los brackets aumenta el riesgo de distorsión de la malla.<sup>38</sup>

A principios de 1990, se estimó que el 75% de los ortodoncistas estadounidenses reacondicionaban sus brackets, cuyo proceso básico consiste en la eliminación de restos del agente de unión en su base, sin causar daños en la malla de retención, sin distorsionar las dimensiones de la ranura ni alterar negativamente las propiedades del material metálico.<sup>56</sup>

En nuestra Universidad, el método de reacondicionamiento que se lleva a cabo en la práctica clínica es el flameado y el arenado, pero ninguno de estos procedimientos se realiza con los métodos y en las condiciones que se han llevado a cabo los diferentes estudios,<sup>44,48</sup> por tal razón es necesario determinar el método que brinda mejores resultados.

Para lo cual en esta investigación se recreó el proceso de recementación; y se creó un modelo *in vitro*, que cumplió con cada uno de los protocolos de cementación y se evaluó la resistencia a la fuerza de tracción mediante un Tensómetro Universal de fuerzas Z005 serie 157864 (Zwick/Roell; BE, Germany), el mismo que mostró resultados, para determinar cuál de los métodos es el más efectivo y poder implementarlo en la Clínica de la Universidad



Universidad de Cuenca

## **2 Marco Teórico**



## **2. MARCO TEORICO**

### **2.1 TIPOS DE BRACKETS**

#### **2.1.1 Brackets metálicos**

Los brackets, en su composición contienen 18% a 20% de cromo y 8% a 10% de níquel, con pequeñas cantidades de manganeso, silicio y carbono.<sup>2</sup>

La mayoría de los brackets metálicos son fabricados de acero inoxidable austenítico AISI 303, 304, 304L, 316, 316L y 317, debido a la alta resistencia y durabilidad de las aleaciones empleadas.<sup>1</sup>

Sin embargo, en los últimos años la apariencia estética de los aparatos de ortodoncia fijos se ha convertido en un factor muy importante, y se han diseñado nuevos materiales del color del diente en base a plásticos y cerámicos.<sup>3</sup>

#### **2.1.2 Brackets estéticos**

Los brackets estéticos están representados principalmente por los brackets de plástico y cerámica (con o sin insertos metálicos).<sup>4,5</sup>

##### **2.1.2.1 Brackets plásticos**

En 1969, Newman<sup>7</sup> mejora la estética de los brackets metálicos, incorporando brackets plásticos estéticos. Junto con su estética mejorada, los brackets de plástico presentan algunos problemas clínicos.

Las preocupaciones actuales sobre los brackets de plástico incluyen la adecuada conservación de sus propiedades mecánicas, capacidad de deterioro, su efecto de ablandamiento cíclico, y los posibles efectos tóxicos de las sustancias liberadas.<sup>6</sup>

Por ello se analizaron las características de deformación de varios brackets de plástico, y los resultados mostraron que los brackets de plástico



puro parecían tener valores de deformación más altos que los brackets de metal.<sup>8</sup>

Además estudios informaron que los brackets de plástico trabajan con una fuerza de unión inferior.<sup>9</sup> Al realizar modificaciones del diseño del bracket como la morfología de base, fortalecimiento de ranura, y haciendo muescas mecánicas en la superficie adhesiva de la base del bracket<sup>10,11</sup> se han corregido algunos de los problemas.<sup>10,11</sup>

### **2.1.2.2 Brackets Cerámicos**

Los brackets cerámicos tienen una serie de ventajas sobre los brackets plásticos, mejores propiedades mecánicas y ópticas superiores. Sus desventajas incluyen la fricción más alta, mayor susceptibilidad de fractura y el daño del esmalte durante la desunión.<sup>12,13,14</sup>

Todos los brackets de cerámica actualmente disponibles se componen de óxido de aluminio. Sin embargo, debido a sus diferencias durante la fabricación, hay dos tipos de brackets de cerámica, a saber, la alúmina policristalina y la alúmina de cristal único.<sup>15,16</sup>

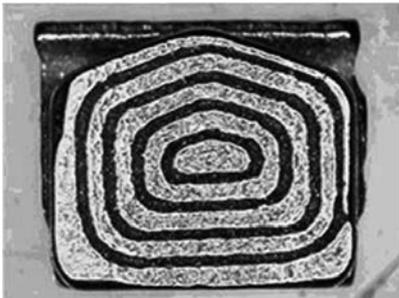
En estos brackets el proceso de fabricación juega un papel muy importante, en el rendimiento clínico; la presencia de poros, interferencias de mecanizado, y líneas de propagación ocasionan compromisos en la adhesión del bracket en cualquier momento durante el uso clínico.<sup>17</sup>

En cuanto a la resistencia a cambios que poseen los brackets, tenemos que: los brackets cerámicos son los más resistentes, y no se deforman con facilidad pero el inconveniente de estos es el desgaste en el diente con el que están teniendo contacto; seguidos por los brackets metálicos que poseen gran resistencia y poca deformación; y por último los brackets de plástico que se rompen y distorsionan fácilmente.<sup>16</sup>

## 2.2 MALLA DE LOS BRACKETS

La morfología de la base es una variable importante para la retención de un bracket. Sugiriendo que el diseño de la base puede mejorar la penetración del material adhesivo; el tamaño de la base es también un factor importante.<sup>17</sup> Existe una fuerte relación entre la base de los brackets de ortodoncia y la capacidad de retención. Las ranuras anchas del bracket como se observa en la **Figura 1A** permite una mejor penetración de resina compuesta, comparadas con las ranuras estrechas que se muestran en la **Figura 1B**.<sup>20</sup>

Las bases de los brackets con ranuras anchas, transfieren las tensiones de torsión de manera más uniforme que los brackets convencionales.<sup>18</sup> El diseño de la base del bracket se basa en líneas de flujo, ranuras concéntricas dan lugar a la concentración de tensión más baja en comparación con la base convencional.<sup>18,19</sup> (**Figura 1C**).



**Figura 1A.**



**Figura 1B.**



**Figura 1C.**

**Fuente:** Merone G, Valletta R, De Santis R, Ambrosio L, Martina R. “A novel bracket base design: biomechanical stability”. The European Journal of Orthodontics. 2010 ;32(2):219-2.

**Figura: 1A.** Malla de ranura ancha **1B.** Malla de ranura estrecha **1C.** Malla convencional

Las bases de los brackets con ranuras estrechas resultaron en los valores más bajos de adherencia debido a la deficiente penetración de material. Mostraron cómo un diseño de base particular permite mejorar la penetración de la resina.<sup>17, 18</sup>



MacColl y cols, informaron que en cuanto mayor sea la base del bracket, mayor es la resistencia al cizallamiento.<sup>21</sup> Las bases con malla tienen gran influencia en cuanto a la resistencia a la tracción. Las mallas de estilo antiguo que son soldadas al cuerpo del bracket, ocasiona que la fuerza en el área de retención y vinculación sea reducida. Además suele ocurrir casos en los cuales la malla se desuelda al cuerpo del bracket, y el daño puede ser causado por los puntos de soldadura que debido a la formación de placa propician a la corrosión de estas zonas.<sup>22</sup>

## **2.3 ESMALTE DENTAL**

El esmalte maduro de un diente humano, es el material más duro del cuerpo. Dicha dureza se debe principalmente a que está constituido químicamente por una matriz inorgánica en un 95%, una matriz orgánica tan solo en un 1-2% y por agua en el 3-5% restante.<sup>23,24</sup>

El espesor del esmalte varía en diferentes partes de la corona y puede alcanzar un máximo de 2,5mm en las cúspides, en algunos dientes.<sup>25</sup>

### **2.3.1 Características generales del esmalte dental**

- Embriológicamente deriva del órgano del esmalte, de naturaleza ectodérmica.<sup>22</sup>
- Los cristales de hidroxiapatita del esmalte se hallan densamente empaquetados y son de mayor tamaño que los de otros tejidos mineralizados.<sup>22</sup>
- Las células secretoras de tejido adamantino (ameloblastos), tras completar la formación del esmalte, involucionan y desaparecen durante la erupción dentaria, por lo que no hay crecimiento ni nueva aposición de esmalte después de la erupción, siendo así incapaz de repararse.<sup>22</sup>
- El esmalte maduro no contiene células ni prolongaciones celulares, por ello no se le considera tejido sino sustancia extracelular altamente mineralizada.<sup>22</sup>



## 2.3.2 Composición química del esmalte

### 2.3.2.1 Matriz orgánica

El componente orgánico de mayor importancia es de naturaleza proteica y constituye un complejo sistema de multi agregados poli peptídicos. Entre estas proteínas destacan:

- Las amelogeninas
- Las enamelinas
- Las ameloblastinas o amelinas
- Las tuftelinas o esmalteinas
- Las parvalbúminas<sup>24</sup>

Además de estas proteínas específicas, en la matriz orgánica del esmalte también podemos encontrar proteínas séricas, enzimas y pequeñas cantidades de condroitín 4-sulfato, condroitín 6-sulfato y lípidos.<sup>24</sup>

### 2.3.2.2 Matriz inorgánica

Está constituida por sales minerales cálcicas básicamente de fosfato y carbonato. Estas sales muestran una disposición apatítica que responde, al igual que el hueso, la dentina y el cemento a la fórmula general  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ .<sup>24</sup>

Dichas sales se depositan en la matriz del esmalte, dando origen a un proceso de cristalización que transforma la masa mineral en cristales de hidroxiapatita. Existen también otras sales minerales de calcio como carbonatos y sulfatos, y oligoelementos como potasio, magnesio, hierro, flúor, manganeso, cobre, etc.<sup>22, 24</sup>

Los iones flúor pueden sustituir a los grupos hidroxilos en el cristal de hidroxiapatita y convertirlo en un cristal de fluorhidroxiapatita, que es más resistente (menos soluble) a la acción de los ácidos. Las concentraciones más altas de flúor se localizan en las 50  $\mu\text{m}$  más superficiales del esmalte.<sup>22</sup>



### 2.3.2.3 Agua

Es el tercer elemento de la composición química del esmalte. Se localiza en la periferia del cristal constituyendo la denominada “capa de hidratación”. El porcentaje de agua en el esmalte disminuye progresivamente con la edad.<sup>22</sup>

### 2.3.3 Propiedades físicas

El esmalte presenta las siguientes propiedades:

- **Dureza:** El esmalte presenta una dureza que corresponde a 5 en la escala de Mohs y equivale a la apatita. La dureza del esmalte decrece desde la superficie hacia la unión amelodentinaria.<sup>22</sup>
- **Elasticidad:** Es muy escasa pues depende de la cantidad de agua y de sustancia orgánica que posee. Por ello, el esmalte es un tejido frágil, con tendencia a macro y microfracturas.<sup>22</sup>
- **Color y Transparencia:** El esmalte es translúcido y el color varía de un blanco amarillento a un blanco grisáceo, dependiendo de la estructura subyacente, es decir, de la dentina.<sup>22</sup>
- **Permeabilidad:** Es extremadamente escasa. El esmalte puede actuar como una membrana semipermeable, permitiendo la difusión de agua y de algunos iones presentes en el medio bucal.<sup>22</sup>
- **Radiopacidad:** Es la oposición al paso de los rayos Roentgen. Es muy alta debido a su alto grado de mineralización. El esmalte es la estructura más radiopaca del organismo humano.<sup>22</sup>

## 2.4 ADHESION

La palabra adhesión viene del latín *adhaerere*, compuesta por "ad" (para) y "haerere" (pegarse). Es la unión de una superficie a otra. Se refiere a las fuerzas o energías que ocurren entre átomos o moléculas en una interfase, la cual mantiene unidas dos superficies<sup>27</sup>. En ortodoncia, la adhesión se refiere al medio de unión entre el esmalte dental y la base del bracket. Esta se logra



por la unión mecánica del adhesivo a las irregularidades del esmalte superficial del diente y las uniones mecánicas formadas en la base del aditamento ortodóntico.<sup>26,27</sup>

#### 2.4.1 Tipos de adhesión

- **Mecánica:** Es aquella que involucra factores físicos como poros y rugosidades que logran una traba entre los materiales.<sup>25</sup>
- **Química:** Es aquella en la que intervienen fuerzas primarias como por ejemplo enlaces covalentes, iónicos, metálicos y fuerzas de Van Der Waals.<sup>25</sup>
- **Física:** Es aquella que necesita de la unión entre átomos en la interfase del adhesivo y el adherente.<sup>25</sup>
- **Híbridas:** Es la combinación de una o más de las anteriores.<sup>25</sup>

#### 2.4.2 Resistencia a la adhesión

La resistencia de adhesión de los brackets metálicos ha sido motivo de estudio desde el advenimiento de las resinas para adherir brackets al esmalte dental, dejando atrás los tratamientos con multibandas. Se demostró el aumento de adhesión producido por el pretratamiento del esmalte con ácido fosfórico al 85%.<sup>28</sup>

En 1965 Newman, comenzó a aplicar resinas para adherir directamente al diente elementos ortodónticos.<sup>29</sup>

Para 1969 Mizrahi y Smith<sup>30</sup> introdujeron el cemento de poliacrilato de zinc (carboxilato) arrojando información valiosa acerca de la adhesión de los brackets con este cemento.

En 1971 Miura y Cols<sup>31</sup> descubrieron una resina acrílica (Orthomite), utilizando un catalizador modificado de trietilborano, que resultó ser particularmente exitoso para adherir brackets plásticos y mejorar la adhesión en presencia de humedad, a la vez las resinas de diacrilato fueron introducidas en ortodoncia tanto como selladores como adhesivos. Las resinas BIS-GMA o



“resinas de Bowen” se proyectaron para mejorar la fortaleza de la unión y aumentar la estabilidad dimensional mediante cadenas cruzadas.

A principios de la década de 1970, se publicaron gran cantidad de informes preliminares sobre diversos sistemas disponibles en el comercio de adhesión directa o indirecta. Sin embargo, no fue hasta 1977 cuando Zachrisson<sup>32</sup> publicó la primera evaluación post-tratamiento de la adhesión directa, en una numerosa muestra de pacientes.

Millet y Cols<sup>33</sup>. En 1996 realizaron una investigación sobre la resistencia a la adhesión de los brackets metálicos aplicando ionómero de vidrio (ketac-Cem) en la base de brackets, la mitad de los brackets estudiados se trataron con aire abrasivo en la malla de la base del bracket, reportando que hay mayor probabilidad de descementado en los brackets cementados con Ketac-Cem; mientras que los brackets tratados con aire abrasivo y cementados con resina convencional obtuvieron mayor resistencia al descementado.

Para un buen rendimiento, el adhesivo debe promover adhesión y resistir el esfuerzo cortante y la masticación, permitir una manipulación fácil y la eliminación de los accesorios sin dañar el esmalte dental.<sup>30</sup>

### 2.4.3 Técnica de adhesión de los brackets

- **Profilaxis o Limpieza del esmalte**

Este proceso disminuye la energía superficial, limpia los residuos alimenticios y contaminantes del esmalte. Se usan pastas de piedra pómez o bicarbonato, libres de glicerina para una mejor adhesión.<sup>24</sup> **(Figura 2A)**

- **Acondicionamiento ácido**

Se utiliza el ácido Ortofosfórico al 32% y 38%<sup>34</sup> durante quince segundos, este ácido produce una limpieza perfecta del esmalte y retira toda película de material orgánico, e incrementa el número de poros en el esmalte para una mejor retención.<sup>24</sup>



- **Lavado**

Luego de la aplicación del ácido se debe aplicar agua a presión con un mínimo de 30 a 60 segundos por diente.<sup>24</sup>

- **Agente de enlace**

El agente de enlace es una capa delgada de monómero, de consistencia viscosa que se aplica sobre la superficie del esmalte ya acondicionado y seco. Este agente puede ser auto o fotopolimerizable, y produce una unión física, ya que fluye dentro de los poros del esmalte grabado para mejorar la retención.<sup>24</sup>

- **Aplicación de resina sobre las mallas de los brackets**

La resina es un material semisólido, que tiene como función adherir fuertemente los brackets al esmalte por medio de las mallas, una vez aplicado produce:

- Una unión física entre el agente de enlace con el esmalte grabado.
- Una unión química entre el agente de enlace y la resina final.
- Una unión física entre la resina final y las mallas de los brackets.<sup>24</sup> **(Figura 2B)**

- **Sistemas para endurecer los adhesivos**

Dependerá del sistema utilizado, si es autopolimerizable, el tiempo de fraguado estará entre 30 a 45 segundos que tendrá el clínico para ubicar de manera correcta el bracket; al contrario si utiliza un sistema fotopolimerizable, el clínico tendrá más tiempo para ubicar de mejor manera los brackets, y la polimerización se realiza con una lámpara de luz alógena. Se recomienda usar los tiempos indicados por el fabricante de las resinas y además usar lámparas de calidad para reducir los fracasos en la adhesión.<sup>24</sup> **(Figura 2C)**



Figura 2A

Figura 2B

Figura 2C

**Fuente:** Msc. Lizette Albertí Vázquez; Dra. Maheli Más Sarabia; Dra. Silvia Martínez Padilla; Dra. María Josefina Méndez Martínez.

**“Histogénesis del esmalte dentario”.** Consideraciones generales. Archivo Médico de Camagüey 2007; 11 (3) ISSN 1025-0255 Instituto Superior de Ciencias Médicas “Carlos J. Finlay”. Camagüey.

**Figura: 2A.** Profilaxis de la pieza dental **2B.** Colocación del bracket **2C.** Fotopolimerización

## 2.5 MÉTODOS DE REACONDICIONAMIENTO

### 2.5.1 Arenado o Micro abrasión

La tecnología del aire abrasivo ha tenido diferentes aplicaciones en la odontología, incluyendo campos en la ortodoncia<sup>32</sup>. Esta tecnología<sup>35,36</sup> fue introducida antes del grabado ácido, la tecnología del aire abrasivo rápidamente ganó terreno en la comunidad dental al tratar con micro abrasión, debido a sus múltiples ventajas como la eliminación de la presión, la vibración y el ruido, además incrementó la comodidad para los pacientes.

Sin embargo esta popularidad se fue perdiendo a fines de 1950 debido a sus desventajas significativas como no realizar cavidades bien definidas además que era necesario un elevado poder de aire abrasivo. Con el advenimiento de la tecnología de la pieza de mano de alta velocidad la tecnología del aire abrasivo fue quedando en la oscuridad.<sup>33</sup>

Otros usos del arenado (aire-abrasivo) incluyen el micro grabador el esmalte dental, las restauraciones de amalgama en la cara vestibular, coronas



completas de oro aplicándoles aire a presión, arenado con oxido de aluminio de 50 y 90  $\mu\text{m}$  para poder adherir un bracket metálico.<sup>40</sup>

Investigaciones sobre la resistencia inicial a la cementación y resistencia a la recementación de los brackets, reporta valores similares<sup>37,38,39</sup>; mientras que otras investigaciones reportan que la resistencia al desalojo inicial es mayor<sup>40,41</sup> a la observada en los brackets desprendidos y adheridos nuevamente.

Se mencionan que se puede realizar con partículas de Oxido de aluminio de diferentes tamaños.<sup>43,44</sup> Los aparatos de micro abrasión tienen forma de pistola que funciona dentro de una cámara de vacío, que succiona el material que va eliminando el arenado, este procedimiento requiere aproximadamente de 15 a 30 segundos. También es la técnica que es menos probable que dañe la base del bracket.<sup>45</sup>

- **Técnica de arenado**

Se realiza, con una proyección horizontal sobre la base del bracket a una distancia de 10 mm con óxido de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) y un tamaño de la partícula de 50  $\mu\text{m}$ , a una presión de 250 KPa, con un dispositivo de arenado, durante 30 segundos. Posteriormente, los residuos se limpian con un chorro de aire seco durante 10 segundos.<sup>42</sup>

### **2.5.2 Flameado**

El flameado es una técnica que se utiliza para remover el residuo de resina que queda en la mallas de los brackets, al desprenderlos para una recolocación; investigaciones mencionan que el flameado se realiza por medio de un soplete, en el que se mezcla oxígeno - acetileno, manteniendo la llama a 10mm de distancia de los brackets, a una temperatura de 950 °C. Posteriormente a tal procedimiento se debe enjuagar los brackets en agua destilada y secarlos con aire durante treinta segundos.<sup>40</sup>



- **Técnica**

Consiste en sujetar cerca a la flama de un mechero de Bunsen o un soplete que este a una temperatura aproximada de 950 ° a 1200° C por 5 a 10 segundos con el fin de que el agente adhesivo sea incinerado y quemado en su totalidad. Los restos de material que quedan son prácticamente desprendidos y removidos fácilmente.<sup>46</sup>

### **2.5.3 Calentamiento a horno**

Otro método de reacondicionamiento de brackets es por medio de calentamiento mediante un horno, por ejemplo la compañía Esmadent (Highland Park, Illinois, USA) utiliza un horno, mediante el cual los brackets son calentados a 454°C por 45 minutos, luego se limpian por ultrasonido de 10 a 15 minutos<sup>47</sup>, se secan y posteriormente con electro pulido de 30-45 segundos, finalmente se neutralizan con una solución de Bicarbonato de Sodio y se enjuaga con agua caliente.<sup>47, 48</sup>

Investigaciones<sup>48</sup> reportan que con este método, se logra cantidad de cambios dimensionales, que son de mínima importancia clínica, aunque los cambios en la microestructura metalúrgica preocupan por la susceptibilidad a la corrosión intergranular metálica, debido a la precipitación del Cr como Carburos de cromo, disminuyendo así el Cr disponible para la formación de la película pasiva para la resistencia a la corrosión.

También se informó en investigaciones que el electro pulir el bracket, además de perder rugosidad y ganar brillantez, existen algunas deformaciones debido al material que se elimina, por ejemplo deformación en la puerta de la ranura, adelgazamiento del cuerpo del bracket y disminución de la rugosidad para el factor de adherencia de la resina.<sup>49</sup>



## **2.6 EFECTOS DEL REACONDICIONAMIENTO DE BRACKETS**

### **2.6.3 Varía la fuerza de adhesión**

Cuando se va a recementar un bracket que se ha desprendido accidental o intencionalmente, se realiza el procedimiento de arenado, esta técnica consiste en usar una mezcla de aire comprimido con micropartículas de óxido de aluminio, sobre la base del bracket descementado para eliminar los restos de resina que quedan en ella. El arenado remueve la resina residual de los brackets desprendidos y la base presenta una superficie rugosa e irregular que puede mejorar la resistencia mecánica.<sup>50</sup>

### **2.6.4 Deformación del bracket**

Al someter a los brackets acondicionados a un proceso de pulido, para que se restablezca su brillo; éstos pueden perder su numeración o marcas registradas complicando así el posicionamiento adecuado de cada uno de ellos, además de debilitarlos al desgastar superficie.<sup>51</sup>

## **2.7 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL RECICLADO DE BRACKETS**

### **Ventajas**

- Reducción de costos.
- Reducción de tiempo al evitar llamar a una nueva cita para colocación de repuesto.
- Algunos estudios<sup>52</sup> sugieren que al arenar aumenta la fuerza de adhesión del bracket debido a la presión y al tamaño de las partículas de óxido de aluminio.

### **Desventajas**

- Reducción de la calidad de los brackets.
- Pérdida de la identificación de las marcas comerciales o numeración de los brackets.
- Falta de esterilidad y aumento del riesgo de infección cruzada.



- Pérdida de metal en ciertas áreas y una reducción en el diámetro de las hebras de malla.
- La mayoría de los investigadores han reportado una reducción en fuerza de adhesión después de reciclaje.<sup>51</sup>

## 2.8 TRACCION

Se denomina tracción al esfuerzo interno al que está sometido un cuerpo por la aplicación de dos fuerzas que actúan en sentido opuesto, y tienden a estirarlo.<sup>53</sup> **(Figura 3).**

El ensayo de tracción de un material consiste en someter una probeta normalizada a un esfuerzo axial de tracción creciente hasta que se produce la rotura de la probeta. Este ensayo mide la resistencia de un material a una fuerza estática o aplicada lentamente. Las velocidades de deformación en un ensayo de tracción suelen ser muy pequeñas. Una fuerza de corte establecido, en dirección ocluso gingival sobre la interfase bracket-resina es a una velocidad de 1,5 mm/min, la cual es un promedio de lo reportado en la literatura. Algunos estudios han utilizado 2 mm/min.<sup>52</sup>

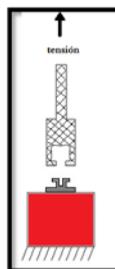


Figura 3.

**Fuente:** Macchi, Ricardo. “Materiales dentales”. 3a edición, 2007, editorial Medica panamericana, Buenos Aires sección I Pags 38 – 42

**Figura 3.** Representación gráfica de tracción



## **3 Objetivos**



### **3. OBJETIVOS**

#### **Objetivo General**

Comparar la resistencia a la tracción de brackets reacondicionados con brackets nuevos en un modelo “in vitro”.

#### **Objetivos Específicos**

1. Desarrollar un modelo in vitro, para establecer la resistencia a la tracción de los brackets.
2. Comparar la eficacia de brackets reacondicionados por arenado y flameado, en un modelo de resistencia a la tracción.
3. Establecer comparaciones de resistencia a la tracción con brackets nuevos.



## **4 Materiales y Métodos**



## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Materiales

A continuación se mencionan cada uno de los materiales que se utilizó en la Investigación:

MATERIAL	IMAGEN
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Figura 4.</b> Tensómetro Universal de fuerzas Z005 serie 157864 (Zwick/Roell; BE, Germany).</li></ul>	 <p><b>Fuente:</b> Tomadas por la Investigadora</p>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Figura 5.</b> Lámpara de fotopolimerización, Elipar™ S-10 LED Cuing Light(3M ESPE; Madrid, España)</li></ul>	 <p>Fuente: Tomadas por la Investigadora</p>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Figura 6.</b> Microarenador Removedor ANVS 103682 (Bioart; Sao Paulo, Brasil)</li></ul>	 <p><b>Fuente:</b> Tomadas por la Investigadora</p>

<p>Figura 7. Flameador Piezo Electronic Ignition gas Burner TUV NOED GS. (Micro torch, Argentina)</p>	 <p><b>Fuente:</b> Tomadas por la Investigadora</p>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Figura 8.</b> Brackets metálicos, Mini Diamond (ORMCO; CA, Estados Unidos).</li></ul>	 <p><b>Fuente:</b> Tomadas por la Investigadora</p>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Figura 9A,</b> Resina fotopolimerizable, ENLIGHT CURE ADHESIVE (ORMCO; CA, Estados Unidos).</li><li>• <b>Figura 9B.</b> Acondicionador, ORTHOSOLO™ (ORMCO; CA, Estados Unidos).</li><li>• <b>Figura 9C.</b> Gel grabador ESPE Scotchbond™ Etchant (3M ; CA, Estados Unidos).</li></ul>	 <p><b>Fuente:</b> Tomadas por la Investigadora</p>



- **Figura 10.** Alicate removedor de brackets. Debonding Plier (Ormco;CA, Estados Unidos)



**Fuente:** Tomadas por la Investigadora

## 4.2 Métodos

4.2.1 **Tipo de estudio** Descriptivo, Comparativo.

4.2.2 **Definición del universo y muestra**

**El Universo:** Estuvo constituido por piezas dentales (premolares), indicadas para extracción en los tratamientos de ortodoncia de Clínica de Posgrado de Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Cuenca y en clínicas particulares de la ciudad.

**La muestra:** Se conformó por 90 premolares.

4.2.3 **Área de conocimiento**

Se realizó la Investigación en los laboratorios y Clínica de Posgrado de Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Cuenca y en la compañía Ecuatoriana De Caucho “Continental S.A.” (**Anexo 5**)

4.2.4 **Variables**

**Variable Independiente**

Fuerza de tracción.

**Variable Dependiente**

Resistencia a la tracción de la resina y de la base del bracket.

**Operacionalización de Variables**

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICION</b>	<b>TIPO DE VARIABLE</b>	<b>ESCALA</b>	<b>VALOR</b>
Esmalte	Tejido más duro del cuerpo humano. <sup>23</sup>	Cualitativa	Nominal	Bueno Malo
Tracción	Esfuerzo interno al que está sometido un cuerpo por la aplicación de dos fuerzas que actúan en sentido opuesto. <sup>53</sup>	Cuantitativa	Ordinal	Alto Medio Bajo
Fuerza	Es una magnitud vectorial que mide la intensidad del intercambio de momento lineal entre dos partículas o sistemas de partículas. <sup>53</sup>	Cuantitativa	Nominal	1-2 Bajo 2-3 Medio 3-4 Alto
Resina	Materiales sintéticos que están mezclados heterogéneamente y que forman un compuesto. <sup>51</sup>	Cualitativa	Nominal	1= si presenta 0= no presenta
Malla del Bracket	Parte del bracket que se adhiere al diente. <sup>17</sup>	Cualitativa	Nominal	1= si presenta 0= no presenta



#### **4.2.5 Descripción de la metodología**

#### **4.2.6 Recolección de la muestra**

##### **4.2.5.1.1 Dientes**

Los dientes se recolectaron en la Clínica de Postgrado de la Universidad de Cuenca, y en consultorios privados de la ciudad, obteniendo 150 piezas dentales, y se seleccionó la muestra, tomando en cuenta los criterios de inclusión y exclusión; posterior a ello se conformó la muestra de 90 unidades. Además se hizo firmar a los pacientes un consentimiento informado, dando a conocer que los dientes se utilizarían para una investigación, éste documento se lo realizó con el fin de tener respaldo ante el Comité de ética de la Universidad. **(Anexo 1 y 2)**

##### **Criterios de inclusión**

- Piezas extraídas con integridad coronal.
- Primeros y segundos premolares superiores e inferiores.
- Piezas dentales que hayan estado durante todo el proceso en suero fisiológico.
- Piezas dentales extraídas máximo 90 días.

##### **Criterios de exclusión**

- Piezas dentales que hayan sido sometidas a algún tratamiento de desmineralización.
- Con tratamiento de conducto.
- Con restauraciones en la cara vestibular.
- Con anomalías de forma.
- Con alteraciones en la estructura del esmalte (hipoplasias, fluorosis).
- Que se hayan sometido a tratamiento de blanqueamiento dental.
- Con fracturas.



#### 4.2.6.1 Preparación de la Muestra

En la prueba piloto (**Anexo 3**) se observó que los dientes se desprendían de los bloques de acrílico, lo que alteraba los valores registrados en el programa, esto era ocasionado por la fuerza de tracción que fracturaba los bloques de acrílico, por lo que se procedió a confeccionar bloques reforzados de acrílico hasta conseguir que los dientes se mantengan estables durante las pruebas y así evitar errores al momento de la prueba. (**Anexo 4**)

Posterior a ello se seleccionó cuidadosamente los dientes, de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión, y se confeccionaron bloques de acrílico con 10 unidades dentales cada uno. (**Figura 11**)



Figura 11

Fuente: Fotografía tomada por la Investigadora

#### **Figura 11. Bloques de acrílico con 10 unidades dentales**

A los bloques de acrílico, se los mantuvo en suero fisiológico, (Laboratorio LIRA S.A; Quito, Ecuador), durante y después de la elaboración de los bloques, para evitar se deshidraten y esto ocasione alteración en los resultados. (**Figura 12**)

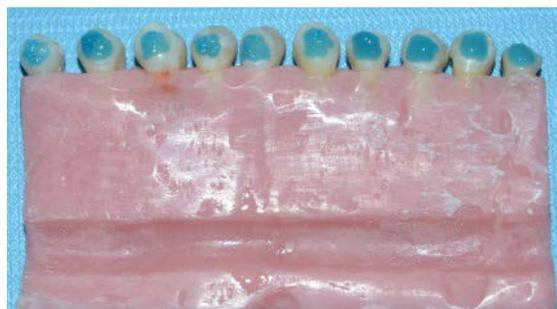


**Figura 12**

**Fuente:** Fotografía tomada por la Investigadora

**Figura 12. Conservación de las muestras en suero fisiológico**

Se realizó la limpieza de la superficie vestibular de los dientes con piedra pómez, y luego se aplicó hipoclorito al 0,5% para crear energía superficial elevada en el esmalte. Se lavó 15 segundos respectivamente y se procedió al grabado ácido con Scotchbond™ Etchant al 35% (3M ESPE ; CA, Estados Unidos), de las superficies que iban a recibir los brackets. El tiempo necesario para la aplicación de ácido en la zona de unión fue de 30 segundos considerada como ideal para adhesión de los brackets, según las indicaciones del fabricante. **(Figura 13)**



**Figura 13**

**Fuente:** Fotografía tomada por la Investigadora

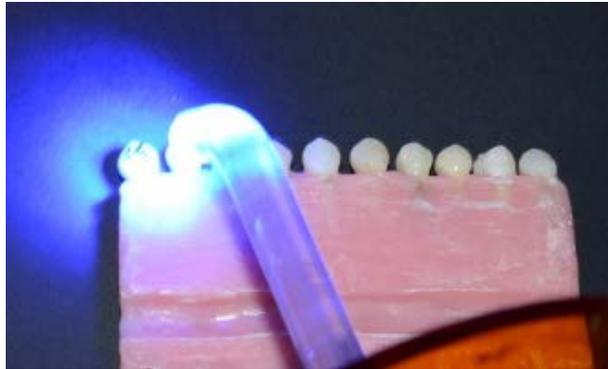
**Figura 13. Grabado ácido de las superficies dentales**



Luego de la colocación del agente grabador, se procedió a lavar con abundante agua por 30 segundos, la superficie preparada; posterior a ello se colocó el **Acondicionador, ORTHOSOLO™ (ORMCO; CA, Estados Unidos)** y se polimerizó con ayuda de la **Lámpara de foto polimerización, Elipar™ S-10 LED Curing Light (3M ESPE; Madrid, España)**, por un lapso de 15 segundos por unidad. Y se colocó los brackets en el centro de la corona clínica con la ayuda de un posicionador de brackets, para finalmente fotopolimerizar por un tiempo de 15 segundos respectivamente. **(Figura 14A, B)**



**Figura 14A.**



**Figura 14B.**

***Fuente: Fotografía tomada por la Investigadora***  
**Figura 14A Colocación de la resina en los brackets. 14B.**  
**Fotopolimerización**

Con las muestras completamente cementadas, (**Figura 15A**) se las dividió por grupos de trabajo grupo 1 (brackets nuevos), grupo 2 (brackets arenados) y grupo 3 (brackets flameados) y se procedió a descementar cada bracket del grupo de los arenados y los flameados con la ayuda de un alicate removedor de brackets, Debonding Plier (Ormco;CA, Estados Unidos). (**Figura 15B**)



Figura 15A



Figura 15B



Figura 15C

**Fuente:** Fotografía tomada por la Investigadora

**Figura 15A** Brackets cementados en los dientes. **15B.** Descementado de los brackets **15C** Brackets con residuos de resina

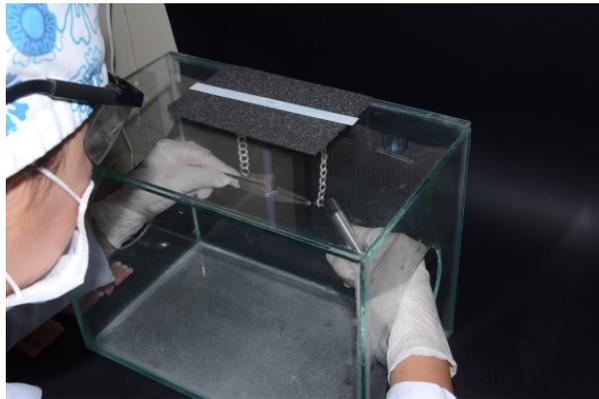
Con una fresa multilaminada de 12 láminas 16002-5 (SS-WHITE; CA, Estados Unidos) se retiró los residuos de resina que quedaron en la superficie vestibular de los dientes, antes del recolocado de los brackets.

#### 4.2.5.3 FASE DE ARENADO

Se realizó el arenado individualmente, para ello se elaboró un sistema que permita tener una distancia constante de 10mm, éste consistía en dos



cadenas colocadas a una distancia que permita colocar el bracket y la punta de arenador a la distancia establecida, por un tiempo de 15 segundos por cada bracket, todo este procedimiento se lo realizó en una caja de cristal para evitar que el Óxido de Aluminio se disperse y se utilizó protección para el operador como: gafas, mascarilla y guantes. **(Figura 16)** Después de este procedimiento se lavó y secó cada uno de los brackets con abundante agua por 30 segundos y se cementó nuevamente los brackets en el centro de la corona clínica.



**Figura 16**

**Fuente:** Fotografías tomadas por la investigadora

**Figura 16.** Proceso de arenado de los brackets

#### **4.2.5.4 FASE DE FLAMEADO**

Se realizó el flameado de los brackets a una distancia de 10 mm, por un tiempo de 10 segundos y para estandarizar la distancia en cada una de las muestras, se colocó una cadena con la medida antes indicada para mantener la constante de la distancia. Después de este procedimiento se lavó y secó cada uno de los brackets de acuerdo al procedimiento previamente indicado. **(Figura 17)**



Figura 17

Fuente: Fotografías tomadas por la investigadora

Figura 17. Proceso de flameado de brackets

#### 4.2.5.5 PRUEBA DE TRACCION

Antes de realizar la prueba de tracción se calibró el **Tensómetro Universal de fuerzas Z005 serie 157864 (Zwick/Roell; BE, Germany)**, también se creó una plataforma de datos, la misma que almacenó los datos reportados de la prueba de tracción, donde el eje de las ordenadas se encuentran los valores de la fuerza de tracción y en el eje de las abscisas se encuentran los valores del estrés de tensión y en el punto de unión de estas dos coordenadas es valor registrado en MPa, del momento en el que se registra el desprendimiento del bracket de la pieza dental. **(Figura 18)**

Se colocó rangos máximos de fuerza , en Megapascales(MPa) y rangos máximos de extensión en milímetros (mm). Y se reguló la velocidad de desplazamiento a 2mm/min para que se pueda registrar en la plataforma los valores y se registró y almacenó los datos individuales de cada pruebas. **(Anexo 6)**

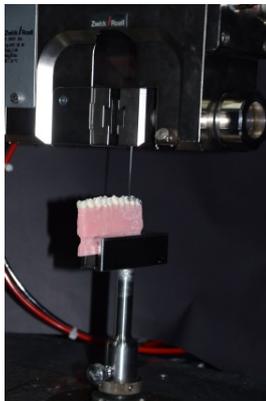


Figura 18A

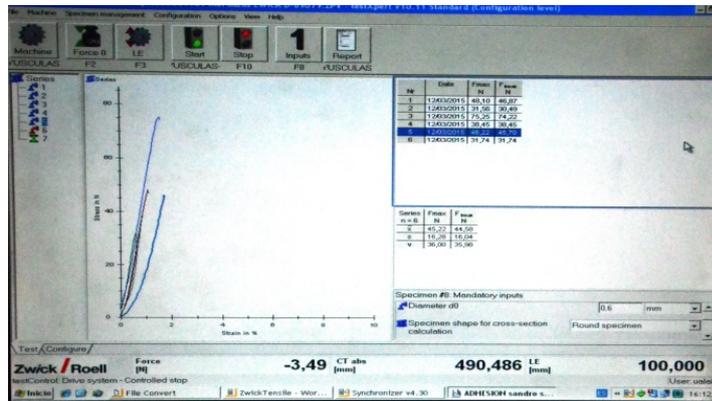


Figura 18B

Fuente: Fotografías tomadas por la investigadora  
Figura 18A. Prueba de tracción 18B. Datos de la plataforma

#### 4.2.7 ANÁLISIS Y EXRESION DE LOS RESULTADOS

Los resultados se ingresaron en el programa SPSS Statistical 11.5 (Mahwah,N.J) Package for the Social y se procesó.

Se realizó el test de **Kolmogorov Smirnov**, para evaluar la distribución normal de los datos de la resistencia a la fuerza de tracción.

Porterior a ello se realizó la prueba de **Kruskal-Wallis**, y se comprobó la diferencia significativa entre los grupos de estudio; debido a la distribución anormal del grupo 1(brackets nuevos) se realizó la prueba de **Mann-Whitney**, para determinar la significancia entre pares, pero fue necesario realizar la corrección de **Bonferroni**.

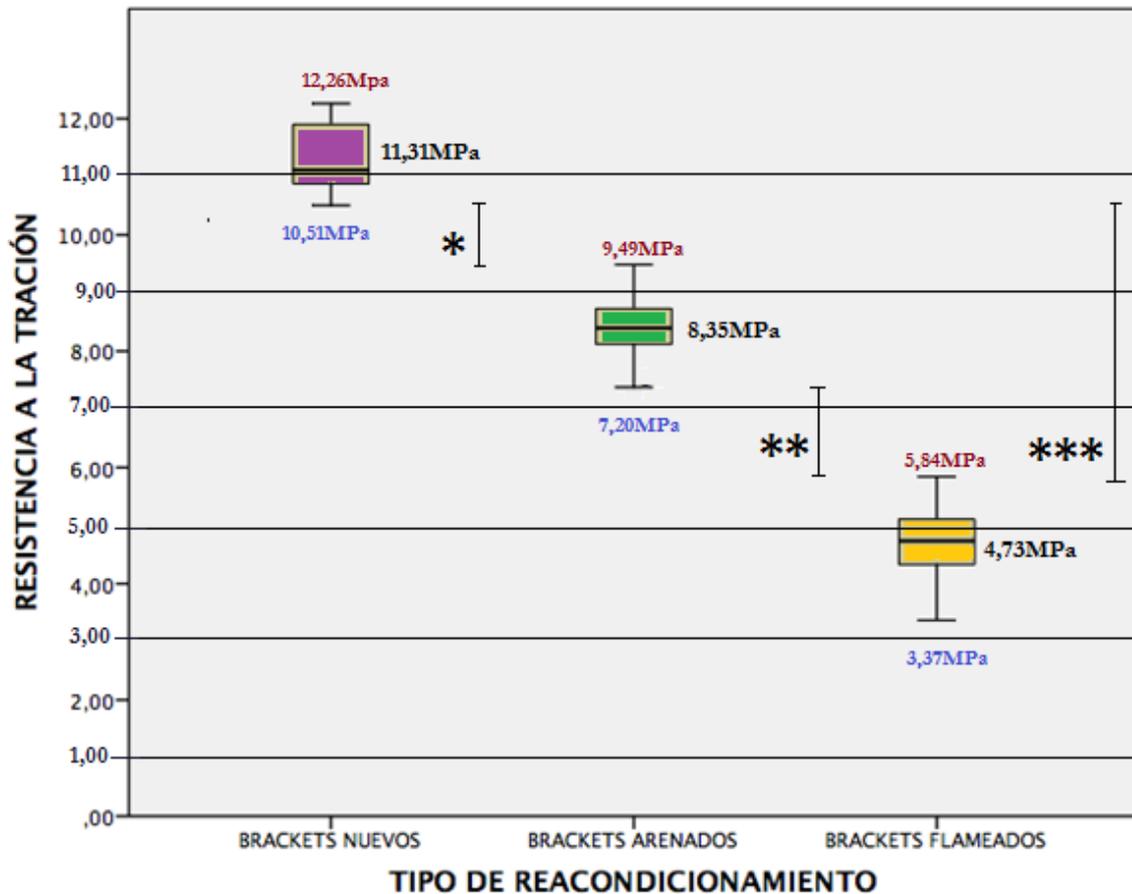
Ademas de ello, tambien se realizó comparación de los pares utilizando la prueba **T-student**.



## **5 Resultados**

## 5. RESULTADOS

**Grafica 1.** Comparación entre valores de la prueba de tracción.



En la gráfica se muestra una comparación entre los 3 grupos de estudio, en el cual se observa diferencias estadísticamente significativas, con un valor de  $p < 0,000$ ; en el cual el grupo 1 (brackets nuevos) presenta mayor resistencia a la fuerza de tracción con media de 11,31 MPa; seguido por el grupo 2 (brackets arenados) con una media de 8,35 MPa; y con menor resistencia el grupo 3 (brackets flameados) con una media de 4,73 MPa.

(\*\*) Entre los grupos de brackets reacondicionados se muestra que el valor más alto (5,84 MPa) del grupo 3 (brackets flameados), no se aproxima al valor más bajo (7,20 MPa) del grupo 2 (brackets arenados); demostrando una diferencia significativa de  $p < 0,05$  según los datos obtenidos, y determinando



que el reacondicionamiento por medio del flameado tiene una resistencia a la fuerza de tracción muy por debajo del reacondicionamiento por arenado, manifestando así que el método de reacondicionamiento con mejores resultados es el grupo 2 (brackets arenados).

(\*)Al mismo tiempo al comparar el valor mínimo (10,51MPa) del grupo 1 (brackets nuevos) con el grupo 2 (brackets arenados) y su valor máximo de (9,49MPa), queda por debajo del valor, mostrando la diferencia significativa de  $p < 0,000$  existente entre brackets nuevos y brackets arenados.

(\*\*\*) Y esta diferencia es mas notable; al comparar al del grupo 1 (brackets nuevos), con el valor mínimo (10,51MPa) el grupo 3 (brackets flameados) con su valor máximo (5,84MPa), teniendo un valor de  $p < 0,000$ ; determinado la diferencia significativa entre dos grupos comparados.

Permitiéndonos conocer que ninguno de los sistemas de reacondicionamiento utilizados en la investigación tienen valores semejantes a los obtenidos en los brackets nuevos, pero que el reacondicionamiento por medio del flameado posee diferencias aún mayores.



Universidad de Cuenca

## **6 Discusión**



## 6. DISCUSIÓN

En este estudio *“in vitro”* que se realizó para comprobar la resistencia a la fuerza de tracción en los brackets que han sido reacondicionados y a la vez compararlos con brackets nuevos; se pudo demostrar que existe diferencia significativa entre los tres grupos de estudio (brackets nuevos, arenados y flameados).

Para tener resultados reales se replicó el proceso que se lleva a cabo en los casos que se necesita realizar el rebracketeo en los tratamientos de ortodoncia, creando similares situaciones clínicas.

Las referencias con las que se comparan los resultados de la presente investigación se basan en estudios que han tenido como objetivo determinar cuál de los acondicionamientos de los brackets es más eficaz, y en estas investigaciones se realizaron técnicas similares a las que describimos en nuestro trabajo.

Estudios de Marshall R<sup>39</sup> reportan valores a la resistencia a la fuerza de tracción, de brackets nuevos  $16,8 \text{ MPa} \pm 6,3 \text{ MPa}$ , que son similares al compararlos con los valores que obtuvimos de los brackets nuevos de nuestra investigación  $11,31 \text{ MPa}$ . Así mismo los brackets arenados tienen una resistencia a la tracción de  $14,2 \text{ MPa} \pm 7,2 \text{ MPa}$  comparados con los de la investigación que tienen una resistencia de  $8,35 \text{ MPa}$ , refiriéndonos que el arenado por sí sólo no supera la resistencia de los brackets nuevos.

Sonis A.<sup>50</sup> en sus investigaciones realizadas menciona que hay una reducción del 40% de resistencia a la tracción en todos los métodos de reacondicionamiento, dependiendo de la técnica utilizada; lo que coincide con nuestra investigación que se muestra claramente la reducción de la fuerza de tracción en los dos métodos de reacondicionamiento; pero Sonis A<sup>50</sup>, en esta misma investigación concluye que el aire abrasivo contribuye a aumentar la profundidad de la malla mejorando la adhesión, a diferencia del acondicionamiento por medio de calentamiento; concordando con los



resultados de nuestra investigación que muestran que los brackets arenados tienen una mayor resistencia a la tracción de 8,35 MPa en comparación con los brackets flameados con 4,73MPa.

La flama directa elimina restos de resina en la base del bracket. Sin embargo, Sánchez T.<sup>56</sup> concluye en sus estudios que este procedimiento disminuye la fuerza de adhesión.

Así mismo la utilización de calor para eliminar resina de la base del bracket, y al esterilizar estos aditamentos se afecta su microestructura. Si el acero se calienta entre 400-900°C, se presenta un precipitado de carburo y cromo, provocando un debilitamiento de la estructura general del bracket y temperaturas superiores a 650 °C recalientan y ablandan el metal, afectando las propiedades de dureza y resistencia a la tracción.

La información que se obtuvo de este estudio coincide con los datos obtenidos en nuestra investigación mencionando que el grupo de brackets reacondicionados con menor fuerza a la tracción son los flameados que tuvieron valor de 4,73MPa, deduciendo que el proceso al que es sometimiento disminuye su resistencia a la fuerza de tracción.

De igual manera Wrinth WL y cols<sup>40</sup>, argumentan que todo tratamiento que se realice a un bracket para ser reutilizado disminuirá su resistencia inicial a la tracción entre el 20% al 56%, es así que en nuestra investigación los valores de los brackets reacondicionados son menores a los nuevos.

Regan D y cols<sup>41</sup> señala que no hay diferencias significativas entre los métodos de reacondicionamiento comparados con los brackets nuevos, pero que si hay una mejora en la resistencia a la tracción si al procedimiento se le aumenta Sílice esto aumentaría en 21% su resistencia.

En la investigación realizada por Nergiz I y cols,<sup>42</sup> indica que el arenado se realizó con partículas de Oxido de aluminio de 110µm, lo que deformó las malla de los brackets, esto difiere de nuestra investigación ya que se utilizó partículas de óxido de aluminio de 50µm.

Garcidueñas<sup>51</sup> concluye que entre los dos métodos de reacondicionamientos el arenado, presenta mejores características frente a la



corrosión, debido que ésta técnica logra obtener una homogeneidad, estabilidad y compactibilidad de la película de óxido, frente a la técnica de flameado que es más susceptible a la corrosión localizada, mayor tendencia a

la emisión de iones del metal que pueden manchar los dientes, o sensibilizar los pacientes al níquel, disminución de la fuerza de adhesión y la capacidad de reciclarse una vez más, esto debido a los sitios activos que se presentan después del calentamiento y además de lograr un cambio en la apariencia del mismo.

Al obtener toda esta información sobre brackets arenados y brackets flameados, la literatura hace una diferencia significativa no solo en cuanto a la mejora en la resistencia a la tracción sino también que el arenado mantiene las propiedades físicas y estéticas de los brackets.



Universidad de Cuenca

## **7 Conclusiones y** **Recomendaciones**



## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Existe diferencias significativas con un valor de  $p < 0,000$ ; en cuanto a la resistencia la fuerza de tracción en los tres grupos de estudio.
- Se demostró que el grupo 1 (brackets nuevos) tienen la mayor resistencia a la fuerza de tracción con un valor de 11,31MPa, con un valor mínimo de 10,51MPa y máximo de 12,26MPa; dándonos a conocer que en la investigación realizada ninguno de los métodos de reacondicionamiento tuvieron valores similares.
- Al comparar los métodos de reacondicionamiento investigados, la diferencia fue significativa con un valor de  $p < 0,05$ ; los valores con mayor resistencia a la fuerza de tracción fue el grupo 2(brackets arenados) con un valor de 8,53MPa, con un rango mínimo de 7,20MPa y máximo de 9,49MPa; lo que nos permite recomendar este tipo de reacondicionamiento, en la práctica clínica; debido a que sus valores son superiores al otro método en estudio que fue el grupo 3(brackets flameados) que tuvieron un valor de 4,73MPa con un rango mínimo de 3,37MPa y máximo de 5,84MPa.
- Es muy importante que se pueda seguir investigando nuevas alternativas de reacondicionamiento que aumenten la resistencia a la fuerza de tracción, para poder tener mejores resultados.



Universidad de Cuenca

# **8 REFERENCIAS**

# **BIBLIOGRAFICAS**



## REFERENCIAS

1. Oh, KT, Choo, SU, Kim, KM, y Kim, KN “**Un soporte de acero inoxidable para aplicaciones de ortodoncia**. Eur J Orthod. 2005; 27: 237 a 244.
2. Huang, T.; Yen, C. “**Comparison of ion release from new and recycled orthodontics brackets**”, American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, Vol.120, 2000, pgs. 68-75.
3. Ali O, Makou M, Papadopoulos T, Eliades G. “**Laboratory evaluation of modern plastic brackets.**” The European Journal of Orthodontics. 2012 2012-10-01 00:00:00;34(5):595-602.
4. Papageorgiou SN, Konstantinidis I, Papadopoulou K, Jäger A, Bourauel C. “**Clinical effects of pre-adjusted edgewise orthodontic brackets: a systematic review and meta-analysis**”. The European Journal of Orthodontics. 2014 2014-06-01 00:00:00;36(3):350-63.
5. Kusy R.P, Whitley JQ 2005. “**Degradation of polyoxymethylene plastic supports and the subsequent release of toxic formaldehyde**”. Am J Orthod. 127: 420 – 427
6. Newman, GV.”**Adhesivo y accesorios de plástico de ortodoncia**”. Am J Orthod. 1969; 56: 573-588
7. Feldner J C, Sarkar N K, Sheridan J J, Lancaster D M. 1994. “**In vitro par-deformation characteristics of orthodontic brackets of polycarbonate**” Am J Orthod 106: 265 - 272 .
8. Feldner, JC, Sarkar, NK, Sheridan, JJ, and Lancaster, DM .“**In vitro two-strain characteristics of orthodontic brackets of polycarbonate**”. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1,994; 106: 265-272
9. Pulido, LG y Powers, JM. “**The bonding strength of the plastic support systems cement direct binding in vitro orthodontics**”. Am J Orthod. 1983; 83: 124-130
10. Eliades, T, Viazis, AD, y Lekka, M. “**Failure mode analysis of ceramic brackets bonded to enamel**”. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1993; 104: 21-26
11. Eliades, T, Lekka, H, Eliades, G y Brantley, WA. “**Surface characterization of ceramic brackets: a multi-technique approach**”. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1994; 105: 10-18



12. Ghafari J 1992 . **“Problems associated with ceramic brackets suggest limiting use to selected teeth”**. *The Angle Orthodontist* **62**: 145–152.
13. Gwinnett, AJ. **“A comparison of shear bond strength of metallic and ceramic brackets”** . *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1.988; 93: 346 hasta 348
14. Viazis, AD, DeLong, R, Bevis, RR, Douglas, WH y Speidel, TM. **“Enamel abrasion of the surface of ceramic orthodontic brackets: a special case report”**. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1989; 96: 514-518
15. Viazis, AD, Chabot, KA y Kucheria, CS. **“Scanning electron microscope (SEM) evaluation of clinical failures ceramic brackets single crystal”**. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1993; 103:537 hasta 544
16. Karamouzos, Andreas et al. **“Clinical characteristics and properties of ceramic brackets: A comprehensive review.”** . Andreas et al. *Am J Orthod Dentofac Orthop , Volume 112 , Issue 1 , 34 – 40*
17. MacColl, GA, Rossouw, PE, Titley, KC, y Yamin, CY **“The relationship between bond strength and the base area based orthodontic conventional mesh sheet and microetched”**. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998; 113: 276 hasta 281
18. Algera TJ, Kleverlaan CJ, Pahl-Andersen B, Feilzer AJ. The influence of different bracket base surfaces on tensile and shear bond strength. *The European Journal of Orthodontics.* 2008 2008-10-01 00:00:00;30(5):490-4.
19. Maijer, R y Smith. **“The variables that influence the bond strength of the base metal orthodontic brackets”**. *Am J Orthod.* 1.981; 79: 20-34.
20. Gómez de Ferraris ME, Campos Muñoz A. **“Histología y embriología bucodental”**. 2a Edición. Madrid: Médica Panamericana, 2002.
21. Msc. Lizette Albertí Vázquez; Dra. Maheli Más Sarabia; Dra. Silvia Martínez Padilla; Dra. María Josefina Méndez Martínez. **“Histogénesis del esmalte dentario. Consideraciones generales”** *Archivo Médico de Camagüey* 2007; 11 (3) ISSN 1025-0255 Instituto Superior de Ciencias Médicas “Carlos J. Finlay”. Camagüey
22. Michael R, Wojciech. **“Histología Texto y Atlas color con Biología Celular y molecular”**. 5ta Edición. Madrid: Médica Panamericana, 2007



23. Proffit WR. **“Ortodoncia Contemporánea. Cuarta edición. Editorial Elsevier Mosby”**. 2008;414-417
24. Uribe GA. **“Ortodoncia. Teoría y clínica. Editorial corporación para investigaciones biológicas”**. Primera edición. 2004;199-207.
25. Bounocore, HG. **“A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surface”**. J Dent Res. 1955; 34: 849-53
26. Newman, GV. **“Epoxy adhesive for orthodontic attachments: Progress report”**. Am J Orthodontics. 1965; 51: 901-6
27. Mizrahi E, Smith DC. **“Direct Cementation of Orthodontics brackets to dental enamel”**, Br Dent J. 1969; 21; 127:371-5
28. Miura F, Nakagawa K, Masuhara E. **“New direct bonding system for plastic brackets Am J Orthodontics”**. 1971; 59: 350-6
29. Zachrisson BU. **“Clinical experience with direct-bonded orthodontic retainers”** Am. J. Orthodontics 1977; 71:440-8
30. Millett D, McCabe JF, Gordon PH. **“The role of sandblasting on the retention of metallic brackets applied with glass ionomer cement.”** Br J Orthod 1993; 20:117-22"
31. Grandhi, RK, Combe, CE, y Speidel, TM. **“Shear strength of stainless steel brackets with a primer insensitive to moisture”**. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001; 119:252 hasta 255
32. Black RB. **“Application and reevaluation of air abrasive technic”**. J Am Dent Assoc. 1995;50:408-14
33. Goldstein RE, Parkins FM. Air-Abrasive technology. **“Its new Role in restorative dentistry”**. J. Am Dent Assoc. 1994; 125:551-7
34. Jassen HA, Retief DH, Jamison HC. **“Tensile and shear strengths of bonded and rebonded orthodontics attachment”**. Am. J orthodontics. 1981; 79: 661-8
35. Harris AM, Joseph VP, Rossouw PE. **“Shear peel bond strengths of esthetic orthodontic brackets.”** Am. J. Orthodontics Dentofacial. Orthp. 1992; 102:215-9
36. Cua G, Marshall R, Kudlick E, Eichmiller F **“A comparison of bond strength of a new and uses brackets.”** J Dent Res. 1995; 74: 141-5



37. Wrigth WL, Powes JM. **"In vitro tensile bond strength of reconditioned brackets."** Am. J. Orthod. 1985; 87:247-52
38. Regan D, LeMasney B, van Noort R. **"The tensile bond strength of new and rebonded stainless orthodontic brackets"**. Eur J Ortho. 1993; 15:125-35
39. Nergiz, I.; Schmage, P.; Herrmann, W. Y Özcan, M. **"Effect of alloy type and surface conditioning on roughness and bond strength of metal brackets"**. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. Vol. 125, 2003, pgs. 42-48.
40. Klaasen CD; Casarett, Doull's Toxicology. **"The basic Science of Poison"**. 1996; 5ta edicion. Vol 24; 737-771
41. Buchman DjL 1980. **"Effect of recycling on metallic direct bond orthodontic brackets"**. American Journal of Orthodontics 77, 654-668
42. Sharma-Sayal SK, Rossouw PE, Kulkarni GV, Titley KC. **"The influence of orthodontic bracket base design on shear bond strength"**. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.124(1):74-82.
43. Castellanos,I; Peña.D; Estupiñan,H. **"Comparación de las técnicas de reciclado de brackets metálicos por medio de mediciones electroquímicas"**. Revista ION, Vol. 23, Num.1, junio-, 2010,pp.21-27.Bucaramanga, Colombia
44. Cacciafesta, Vittorio; Sfordrini, Maria; Melsen, Birte y Scribante, Andrea. **"A 12 month clinical study og bond failures of recycled versus new stainless steel orthodontic brackets"**. European Journal Of Orthodontics, VUMEN 26, No. 24, 2004,p. 449-454
45. Huang, Tsui-Hsien; Yen, Chen-Chien y Kao, Chia-Tze. **"Comparison of ion release from new and recycled orthodontics backets"**. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedic, Vol.120, Number 1, American Association of Orthodontists, USA, Julio 2000, p.68-75
46. Matasa, Claude. **"Effect of electro-polishing on direct bonding orthodontic brackets"**. University of Medicine and Pharmacy, Bucarest, Romania. Poster 1
47. Sonis A. **"Air abrasion of failed bonded metal brackets: A study of shear bond strength and surface characteristics as determined by scanning electron microscopy."** American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 1996 Jul: 96-98"



48. Garcidueñas, S. y Vargas, M. **“Comparación de dos técnicas de reacondicionado de brackets metálicos mediante el índice de resina modificado”**. Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría, 2008, pgs.1-9.
49. Oh, KT, Choo, SU, Kim, KM, y Kim, KN. **“Un bracket de acero inoxidable para aplicaciones de ortodoncia”**. Eur J Orthod. 2005; 27: 237 a 244
50. MACCHI, Ricardo. **“Materiales dentales”**. 3a edición, 2007, editorial Medica panamericana, Buenos Aires sección I Pags 38 – 42.
51. Caballero AM, Bincos CA, Fernández JA, Rivera JR, Tanaka EM **“Comparación de la fuerza de adhesión y el tipo de falla entre dos cementos de resina para ortodoncia”**. Univ Odontol. 2011 Jul-Dic; 30(65): 31-39. ISSN 0120-431.
52. Manual de Tensómetro Universal de Fuerzas **Zwick Roell Z005**, procedencia alemana, ensamblado en México.
53. Sánchez, T., 2015: **Estudio Comparativo de la Resistencia al Desalajo en Brackets Nuevos, Arenados y Reciclados: Un Estudio In Vitro**.-ODOVTOS Int. J. Dental Sc., 17-1:



Universidad de Cuenca

## **Anexos**



Universidad de Cuenca

## ANEXO 1 CONSENTIMIENTO INFORMADO

**UNIVERSIDAD DE CUENCA.  
FACULTAD DE ODONTOLÒGIA.  
POSTGRADO ORTODONCIA.**



### CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo..... de **C.I** ....., de ..... años de edad, paciente del Postgrado de la Universidad de Cuenca, doy consentimiento de que se realice las extracciones de las piezas dentales ..... requeridas en el plan de tratamiento de ortodoncia, para corrección de ....., y no deseo consérvalos razón por la cual los dono a la Universidad Estatal de Cuenca para fines investigativos.

Atentamente,

-----  
.....  
**C.I.**.....



**ANEXO 2** Modelo de consentimiento para representantes de los pacientes.

**UNIVERSIDAD DE CUENCA.  
FACULTAD DE ODONTOLÒGIA.  
POSTGRADO ORTODONCIA.**



**CONSENTIMIENTO INFORMADO**

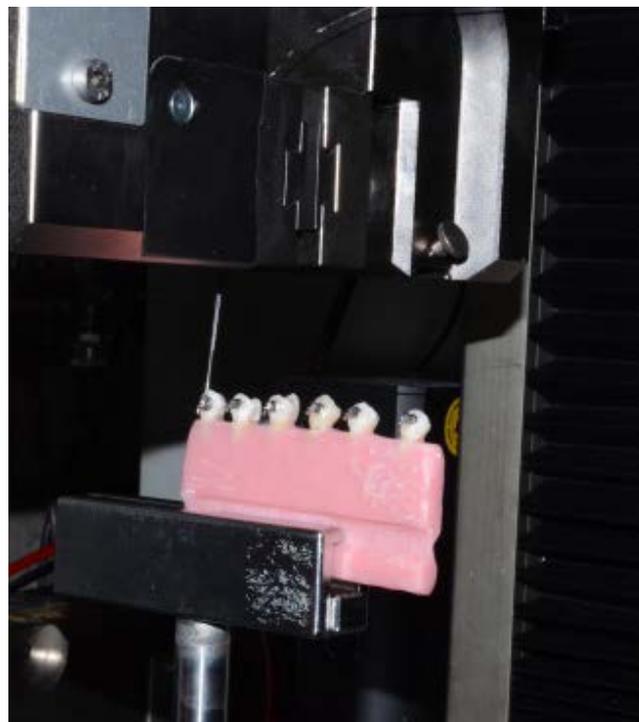
Yo....., representante de..... de **C.I** ....., de ..... años de edad, paciente del Postgrado de la Universidad de Cuenca, doy consentimiento de que se realice las extracciones de las piezas dentales ..... requeridas en el plan de tratamiento de ortodoncia, para corrección de ....., y no deseo consérvalos razón por la cual los dono a la Universidad Estatal de Cuenca para fines investigativos.

Atentamente,

-----  
-----  
**C.I.**.....



**ANEXO 3** Pruebas piloto que se realizó, previamente a las pruebas de fuerza de tracción, y se registró desprendimiento de las piezas dentales del modelo de acrílico.





**ANEXO 4** Confección de los modelos de acrílico reforzados, para evitar el desprendimiento de los dientes de los bloques de acrílico.





**ANEXO 5** Trabajo de campo y realización de las pruebas de tracción en la “Compañía Ecuatoriana de Caucho, Continental S.A.” Con la ayuda del Ing. Sandro Lalangui, Jefe del departamento de Laboratorios de dicha compañía.



**ANEXO 6** Tabla de valores registrados en la prueba de tracción, en cada grupo de estudio.



**GRUPO 1**

**GRUPO 2**

**GRUPO 3**

**Brackets nuevos  
brackets flameados**

**brackets arenados**

Número	Fuerza de Tracción
1	10,51
2	11,82
3	10,95
4	11,99
5	10,93
6	11,99
7	10,74
8	11,17
9	12,07
10	10,96
11	10,81
12	10,83
13	10,97
14	11,8
15	11,12
16	11,26
17	11
18	11,9
19	12,01
20	10,88
21	10,85
22	11,25
23	11,74
24	11,02
25	10,74
26	11,95
27	12,04
28	10,85
29	11,11
30	12,26

Numero	Fuerza de tracción
1	8,12
2	7,97
3	7,54
4	8,55
5	9,09
6	8,36
7	8,49
8	7,2
9	8,65
10	8,19
11	8,12
12	8,97
13	7,54
14	8,55
15	8,29
16	8,36
17	9,49
18	8,2
19	8,65
20	9,19
21	8,3
22	8,73
23	8,95
24	7,38
25	8,8
26	7,7
27	8,56
28	9,01
29	8,44
30	7,39

Número	Fuerza de tracción
1	3,9
2	5,39
3	5,15
4	4,11
5	4,48
6	4,45
7	4,69
8	4,78
9	5,11
10	4,19
11	4,23
12	4,94
13	4,58
14	4,62
15	3,37
16	4,37
17	4,81
18	5,33
19	5,84
20	4,91
21	4,97
22	5,02
23	4,91
24	5,84
25	4,65
26	5,39
27	5,13
28	4,24
29	4,21
30	4,33