



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**COMPARACIÓN DE LA FUERZA DE ADHESIÓN ENTRE BRACKETS  
METÁLICOS NUEVOS Y REACONDICIONADOS MEDIANTE EL  
MÉTODO DE ARENADO Y FLAMEADO: ESTUDIO IN VITRO EN  
DIENTES DE BOVINO**

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos  
establecidos para optar al título de Especialista en Ortodoncia

**Profesora Guía:**

Dra. Pamela Elizabeth Ruiz Reascos

**Autor:**

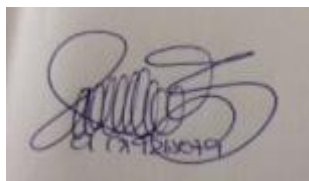
Gina Gabriela Matamoros Romero

**Año**

2021

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido el trabajo, COMPARACIÓN DE LA FUERZA DE ADHESIÓN ENTRE BRACKETS METÁLICOS NUEVOS Y REACONDICIONADOS MEDIANTE EL MÉTODO DE ARENADO Y FLAMEADO: ESTUDIO IN VITRO EN DIENTES DE BOVINO, a través de reuniones periódicas con la estudiante GINA GABRIELA MATAMOROS ROMERO, en el semestre 2020-00, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'P. Ruiz', with a date '17/12/2019' written below it.

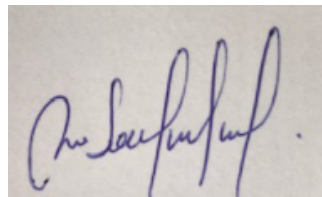
---

Pamela Elizabeth Ruiz

Reascos C.I.: 1719216079

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, COMPARACIÓN DE LA FUERZA DE ADHESIÓN ENTRE BRACKETS METÁLICOS NUEVOS Y REACONDICIONADOS MEDIANTE EL MÉTODO DE ARENADO Y FLAMEADO: ESTUDIO IN VITRO EN DIENTES DE BOVINO, a través de reuniones periódicas de la estudiante GINA GABRIELA MATAMOROS ROMERO, en el semestre 2020-00, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”



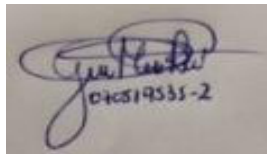
---

Dra. Sonia Maritza Muñoz Solano

C.I.: 1709234528

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos del autor vigentes”



---

Gina Gabriela Matamoros Romero  
C.I.: 0705195352

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi madre que es mi mayor fuente de motivación e inspiración.

A mis docentes a quienes impartieron conocimientos y encaminaron mi vida profesional.

Gracias de manera especial a mi Tutora de Tesis Dra. Pamela Ruíz por sus orientaciones en mi trabajo de titulación.

Un enorme agradecimiento a la prestigiosa Universidad de las Américas y finalmente a mis queridos compañeros.

## **DEDICATORIA**

A Dios por su gran amor y bondad. A mis padres, especialmente a mi madre por apoyarme siempre y por ser un ejemplo de mujer, la que me ha enseñado gran parte de la mujer que soy ahora, que me ha inculcado valores, principios, fortaleza entre otras cualidades.

A mi compañero de vida Damián, por haber estado conmigo en gran parte de mi formación con esta especialidad, por su gran paciencia y bondad hacia mí, a mi bebé Nicolás que es el mejor regalo de Dios.

## RESUMEN

Los múltiples errores de adhesión y el reposicionamiento de brackets se presentan con frecuencia durante el tratamiento de ortodoncia. Ante esta circunstancia el reacondicionamiento de los brackets es una buena alternativa, presentándosele al profesional la opción de unir el mismo bracket o uno nuevo. El presente estudio tuvo como objetivo principal investigar la fuerza de adhesión entre brackets metálicos nuevos y reacondicionados mediante el método de arenado y flameado: Estudio in vitro en 20 dientes de bovino fueron agrupados en grupo A, B, C. Los 20 brackets fueron adheridos con resina autopolimerizable Transbond XT, 3M UNITEK, para determinar la fuerza de adhesión inicial se utilizó la máquina de ensayos universales MTS T5002. En la que se obtuvo el siguiente resultado grupo A 18,77 MPa, grupo B 17,14 MPa, grupo C 5,95 MPa. Se realizaron dos pruebas Anova y T student. En la prueba T student entre las dos muestras de brackets nuevos y arenados se tiene una diferencia de 1,27 MPa la misma que no es significativa ( $p=0,515 >0,05$ ). Y entre las muestras de brackets arenados y flameados se tiene una diferencia de 13,19 MPa y esta si es significativa ( $p=0,00 < 0,05$ ). Como conclusión se recomienda la técnica de microarenado en la práctica clínica. No así la técnica de flameado debido a que mostro valores muy bajos y no es apta para ser usada en los tratamientos de ortodoncia.

Palabras clave: cizallamiento, adhesión, brackets reacondicionados

## **ABSTRACT**

Multiple bond failures and bracket repositioning occur with great frequency during orthodontic treatment. In this circumstance, the reconditioning of the brackets is a good alternative, presenting the professional with the option of adhering the same bracket or a new one. The main objective of the present study was to investigate the adhesion strength between new and reconditioned metal brackets by the flaming and blasting method: In vitro study in 20 bovine teeth, they were grouped into group A, B, C, The 20 brackets were adhered with Transbond XT self-curing resin, 3M UNITEK, the MTS T5002 universal testing machine was used to determine the initial bond strength. In which the following result was obtained, group A 18.77 MPa, group B 17,14 MPa, group C 5,95 MPa. Two Anova and T student tests were performed. In the student T test between the two samples of new and sandblasted brackets, there is a difference of 1.27 MPa, which is not significant ( $p = 0.515 > 0.05$ ). And between the samples of sandblasted and flamed brackets there is a difference of 13.19 MPa and this is significant ( $p = 0.00 < 0.05$ ). In conclusion, we could say that the micro-sandblasting technique is recommended in clinical practice. Not so the flaming technique because it showed very low values and is not suitable for use in orthodontic treatments.

Keywords: shear, adhesion, reconditioned brackets



# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1. Planteamiento del problema</b> .....	<b>2</b>
<b>1.2. Justificación</b> .....	<b>5</b>
<b>1.3. Objetivos</b> .....	<b>8</b>
1.3.1. Objetivo General.....	8
1.3.2. Objetivos Específicos .....	8
1.3.3. Hipótesis .....	9
<b>2. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>10</b>
<b>2.1. Esmalte Dental</b> .....	<b>10</b>
2.1.1. Características generales.....	10
2.1.2. Composición.....	10
2.1.3. Dientes de bovino.....	12
<b>2.2. Adhesión</b> .....	<b>13</b>
2.2.1. Tipos de Adhesión.....	14
2.2.2. Fenómenos físicos que intervienen en la adhesión .....	15
2.2.3. Tensión superficial y energía superficial .....	16
2.2.4. Humectancia.....	16
2.2.5. Capilaridad .....	17
2.2.6. Ángulo de contacto entre el adhesivo y el esmalte .....	18
<b>2.3. Adhesión a esmalte dental</b> .....	<b>18</b>
<b>2.4. Adhesión en ortodoncia</b> .....	<b>19</b>
<b>2.5. Técnicas de adhesión de brackets</b> .....	<b>19</b>
2.5.1. Técnica de adhesión directa.....	19
2.5.2. Técnica de adhesión indirecta.....	20
<b>2.6. Agentes cementantes en ortodoncia</b> .....	<b>21</b>
2.6.1. Ionómero de vidrio.....	21
2.6.2. Resina Compuestas .....	22
<b>2.7. El Bracket en Ortodoncia</b> .....	<b>24</b>
2.7.1. Clasificación .....	24
2.7.2. Metálicos .....	24
2.7.3. Brackets Cerámicos .....	25
2.7.4. Partes o características de un bracket .....	26
<b>2.8. Reacondicionamiento de brackets</b> .....	<b>27</b>
2.8.1. Microarenado.....	27
2.8.2. Técnica de Arenado: .....	30
2.8.3. Flameado.....	31
2.8.4. Fuerzas empleadas en tratamientos ortodónticos.....	32
2.8.5. Fuerza de tensión o tracción .....	32

2.8.6.	Fuerza de corte o cizallamiento.....	32
2.8.7.	Fuerza de torsión.....	32
<b>3.</b>	<b>DISEÑO METODOLÓGICO .....</b>	<b>35</b>
<b>3.1.</b>	<b>Tipo de investigación .....</b>	<b>35</b>
<b>3.2.</b>	<b>Muestra .....</b>	<b>35</b>
<b>3.3.</b>	<b>Criterios de inclusión y exclusión.....</b>	<b>35</b>
<b>3.4.</b>	<b>Identificación de las Variables.....</b>	<b>36</b>
3.4.1.	Variables dependientes .....	36
3.4.2.	Variables independientes: .....	36
<b>3.5.</b>	<b>Metodología .....</b>	<b>36</b>
3.5.1.	GRUPO A.....	37
3.5.2.	GRUPO B Y C .....	43
<b>3.6.</b>	<b>Recolección de datos:.....</b>	<b>47</b>
3.6.1.	Grupo A. Adhesión de brackets nuevos a 20 piezas dentales.....	47
3.6.2.	Grupo B. Adhesión de Brackets reacondicionados mediante el método de arenado.....	48
3.6.3.	.....	48
3.6.4.	Grupo C. Adhesión de Brackets reacondicionados mediante el método de flameado. ....	49
<b>4.</b>	<b>ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....</b>	<b>50</b>
<b>4.1.</b>	<b>Análisis .....</b>	<b>50</b>
4.1.1.	Promedio por grupos .....	55
4.1.2.	Comparación brackets nuevos, brackets arenados, brackets flameados. ....	56
4.1.3.	Prueba de Subconjuntos Homogéneos.....	57
4.1.4.	Comparación entre nuevos y arenados.....	58
4.1.5.	Comparación entre nuevos y flameados .....	59
<b>5.</b>	<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>61</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>65</b>
<b>6.1.</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>65</b>
<b>6.2.</b>	<b>Recomendaciones: .....</b>	<b>65</b>
	<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>67</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resistencia a la fuerza de cizallamiento grupo A.....	47
Tabla 2. Resistencia a la fuerza de cizallamiento grupo B.....	48
Tabla 3. Resistencia a la fuerza de cizallamiento grupo C .....	49
Tabla 4. Conversión a MPa de los valores obtenidos en el grupo A.....	51
Tabla 5. Conversión a Mpa de los valores obtenidos en el grupo B .....	52
Tabla 6. Conversión a MPa de los valores obtenidos en el grupo C.....	52
Tabla 7. Resultado de la media del grupo A o brackets nuevos .....	53
Tabla 8. Resultado de la media del grupo B o brackets arenados.....	54
Tabla 9. Resultado de la media del grupo C o brackets flameados.....	54
Tabla 10. Análisis Anova descriptivo.....	56
Tabla 11. Prueba de Subconjuntos Homogéneos.....	57
Tabla 12. Estadística de muestras emparejadas .....	58
Tabla 13. Estadística de muestras emparejadas .....	59

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Técnica de Adhesión directa. Tomado de Ravneet, K.....	20
Figura 2. Cubeta de transferencia. Tomado de Bozelli, J., 2013 .....	21
Figura 3. Bracket Metálico. Tomado de Sigüencia, V., s.a. ....	25
Figura 4. Fotografías de las bases de los brackets antes de su adhesión: Bracket nuevo: A, D, G, J a 10x, 50x, 100x y 500x respectivamente. Bracket arenado: B, E, H, K a 10x, 50x, 100x y 500x respectivamente. Bracket reciclado: C, F, I, L a 10x, 50x, 100x y 500x. Tomado de Sánchez, T., 2015... 30	
Figura 5. Pares de fuerzas que inducen tensiones compresivas, traccionales y tangenciales o de corte. Tomado de Macchi.....	33
Figura 6. Fuerza de corte o cizallamiento. Tomado de Janampa, N., 2017.....	33
Figura 7. Fuerza de cizallamiento. Tomado de Alvizo, J., 2014.....	34
Figura 8. Microarenador. Tomado de Ramírez, H., 2008.....	34
Figura 9. Troqueles individuales de dientes bovino .....	37
Figura 10. Limpieza de pieza dental con piedra pómez y copa de caucho.....	37
Figura 11. Lavado a Presión con Agua por 30 s .....	38
Figura 12. Secado de la Superficie Dental por 30 s.....	38
Figura 13. Acondicionamiento del esmalte. ....	39
Figura 14. Lavado de la pieza dental. ....	39
Figura 15. Secado de la pieza dental.....	40
Figura 16. Aplicación de adhesivo .....	41
Figura 17. Colocación de bracket en la corona del diente bovino.....	41
Figura 18. Retiro de superávit de resina con explorador .....	42
Figura 19. Polimerización de la Resina.....	42
Figura 20. Reacondicionamiento de bracket mediante la técnica de flameado	44
Figura 21. Reacondicionamiento de bracket mediante la técnica de arenado..	44
Figura 22. Máquina de ensayos universales MTS T5002 .....	45
Figura 23. Máquina de ensayos universales MTS T5002 .....	46
Figura 24. Indicador de fuerza .....	47

## 1. INTRODUCCIÓN

Hace tres décadas se conoce sobre el método de adherir el bracket al esmalte dental (Bishara, Manal, Oonsombat, Laffon, & Ailouni, 1993). Desde que Buonocore incluyó la técnica de grabado ácido en 1955, la adhesión empezó a ser aplicado en todas las áreas de odontología (Bounocore, 1955).

El problema general en las citas de ortodoncia es la falla de unión entre el bracket y el esmalte dental ocasionando disgustos en los pacientes, aumento en los costos y retrasos en los tratamientos. Son varios los factores que pueden ocasionar esta fractura entre el bracket y el diente como son: tipo de fabricación del bracket que puede ser metálica o cerámica, destreza del profesional, conducta del paciente, calidad del esmalte (Peñarrocha, Pobo, & Moscardó, 2005).

Luque, Pérez, Carhuamaca, & Coronado, 2008 manifestaron que "la adhesión en ortodoncia es conocida en un periodo de tiempo, ya que los aditamentos como brackets permanecen unidos a los dientes mientras dure el tratamiento ortodóntico". Garantizando que los brackets se sujeten adecuadamente, siendo su desprendimiento, un motivo de preocupación para el profesional.

Las grandes empresas que fabrican materiales de ortodoncia se encuentran modificando las particularidades de los brackets para aumentar la fuerza de unión de la interfase resina/bracket (Peñarrocha, Pobo, & Moscardó, 2005). Varias de estas correcciones son: mejorar la base de los brackets las que han mostrado mayor retención son las expuestas por Retief en 1973 que tienen una malla de acero inoxidable, hoyos en las láminas de acero que hacían de base para una mejor retención mecánica en dichos orificios. Otra de las opciones era realizar pretratamientos como tratamientos con láser, flameado, microabrasión y silanización (Scanavini, 2002).

Cuando se desprende uno o varios brackets por las causas antes mencionadas o porque quizá se colocó un bracket en una mal posición por que el severo apiñamiento no permitió colocarlo en sus sitio correcto, o en las fases de detallado y asentamiento que se requiere adherir el bracket en una nueva posición sea cual sea la razón el profesional en ortodoncia se encuentra en un dilema, en si colocar un bracket nuevo o colocar el mismo, pero acondicionado arenándolo o flameándolo, lo cual se debe realizar sin causar daños en su estructura o alterando su forma, color o la capacidad de adhesión del mismo (Garcidueñas, Comparación de dos técnicas de reacondicionamiento de brackets metálicos mediante el índice de resina modificada, 2008). Es por ello que el presente trabajo investigativo, plantea comparar el nivel de adhesión entre brackets nuevos y reacondicionados, a través de un estudio en dientes de bovino, en donde se aplica la técnica de arenado y flameado, para medir sus resultados.

### **1.1. Planteamiento del problema**

El fracaso de adherencia de los brackets en el esmalte dental puede deberse a un error o incuria del profesional al no seguir las indicaciones del fabricante, entre los errores más comunes tenemos: insuficiente limpieza de la superficie dental, un grabado ácido inadecuado, el no realizar el aislamiento de la superficie del diente de sangre y saliva, error en la colocación del agente adhesivo, y una mala implantación del bracket a la superficie del diente seguido de un inapropiado fotocurado. Si ocurre alguna negligencia de estos procedimientos antes mencionados se va a afectar la fuerza de unión (Halwai, Kamble, Hazarey, & Gautman, 2012).

Se usan algunos procedimientos para proporcionar el reacondicionamiento de manera eficaz después del desprendimiento del bracket. Estos incluyen microarenado y flameado que la principal ventaja de los mismos es que existe menor posibilidad de distorsión ya que un solo bracket puede reutilizarse hasta cinco veces en un mismo paciente.

En la siguiente investigación realizada se encontró que la fuerza de unión media de los brackets arenados fue de 6,90 Mpa, el resultado en los brackets de flameado fue de 3,39 Mpa. Resultados similares que se encontraron en la presente investigación (G., Shetty, & Husain, 2020).

Sonis anuncia que no existe disimilitud de relevancia en la resistencia de adhesión entre brackets nuevos y arenados. Resultado similar al estudio realizado en el presente estudio el mismo que es un estudio transversal, debido a que no se le dio seguimiento a futuro, y es también in Vitro por que se efectuó en piezas dentales de bovino no vitales específicamente en incisivos centrales (Sonis, 1996)

Un estudio análogo realizado por Sachdeva K et al nos da a conocer que la fuerza de unión clínicamente aceptable es de 6-8 MPa (Sachdeva, Singla, Mahajan, Jaj, & Saini, 2012).

Diferentes autores como (Peñarrocha, Pobo, & Moscardó, 2005), (MacColl, Titley, & Yamin, 1998) y (Williems, Carels, & Verbeke, 1997) han usado la microabrasión para cambiar la base del bracket y aumentar la adhesión de los mismos. El desenlace de los mencionados estudios es; discordantes debido a que las investigaciones han reportado que el microarenado no aumenta las fuerzas de adhesión. Por el contrario, autores como (Ortiz, Zapata, Velásquez, Delgado, & Sánchez, 2008), reportan la adhesión aumenta la adhesión después de la microabrasión.

Existen dos tipos de métodos para el reacondicionamiento de los brackets: el de tipo mediato que son empresas que se especializan en el reciclado de los mismos, que no son muy comunes en el entorno. Y también el de tipo inmediato que se lo realiza en el consultorio en donde se presenta el de tipo flameado, que es el método más usado para retirar la resina de la base del bracket, así también se encuentra la técnica de microarenado que es un buen método, pero muy poco difundido por los ortodoncistas (Luque, Pérez, Carhuamaca, & Coronado, 2008).

La descementación de los brackets es uno de los grandes problemas en la práctica de ortodoncia, dando como resultado el retraso en el tratamiento,

mayor tiempo en el sillón dental y muy probablemente molestia del paciente. Especialistas en ortodoncia siempre se encuentran buscando nuevas técnicas con las cuales se pueda lograr mejores productos, en relación con la adhesión de los brackets, para lo cual se requiere constantemente adhesivos de calidad (Komori & Ishikawa, 1996).

La fuerza adhesiva de los brackets es bastante buena pero a pesar de ello, es muy frecuente la pérdida o des cementación de estos aparatos y tener que reemplazar, por nuevos genera varias dificultades como: disgustos en los pacientes a nivel económico por el costo extra para reponer un bracket perdido por uno nuevo; o el costo adicional que debe asumir el especialista cuando de acuerdo a su necesidad requiere de reposicionar uno o varios brackets para mejorar la posición oclusal en la fase de detallado y asentamiento. Estas circunstancias generan que los profesionales en ortodoncia busquen formas de reutilizar brackets por ejemplo con la ayuda del arenado o flameado (Luque, Pérez, Carhuamaca, & Coronado, 2008)

En base a esta preocupación, se han empleado diversos métodos para reutilizar un bracket descimentado, como quemar su base, limpiar la base con una fresa e incluso químicos como el ácido sulfúrico, que van a influir en la conservación de los mismos. Desde los años 50, hasta la actualidad los investigadores se han esforzado por encontrar un método que impida el fácil despegamiento de los brackets, puesto que esto se convertiría en algo excepcional para la especialidad de ortodoncia, de modo que ayudaría al avance clínico del tratamiento de ortodoncia, al presupuesto del paciente, a mejorar el manejo de las técnicas del ortodoncista, etcétera (Barros, 2016) (Williems, Carels, & Verbeke, 1997) (Sfondrini, Sheka, Scribante, & Gandini, 2012).

El ortodoncista busca emplear materiales que posean buena adhesión de tal



manera que el paciente pueda sentirse seguro y cómodo al realizar sus movimientos masticatorios, lamentablemente, en la actualidad no se cuenta con un adhesivo con las propiedades químicas y físicas deseadas (Messersmith & Devine, 1997) (Fuentes, 2002). Aunque aún no se cuenta con el producto perfecto para lograr la adhesión adecuada entre el bracket y el área del esmalte, se busca por lo menos que esta unión sea lo suficientemente fuerte para tolerar las tensiones, cargas y fuerzas masticatorias (Sunna & Rock, 2008).

Diferentes autores como (Peñarrocha, Pobo, & Moscardó, 2005), (MacColl, Titley, & Yamin, 1998) y (Williems, Carels, & Verbeke, 1997) han usado la microabrasión para cambiar la base del bracket y aumentar la adhesión de los mismos. El desenlace de los mencionados estudios es; discordantes debido a que las investigaciones han reportado que el microarenado no aumenta las fuerzas de adhesión. Por el contrario, autores como (Ortiz, Zapata, Velásquez, Delgado, & Sánchez, 2008) reportan que aumenta la adhesión después de la microabrasión.

Existen dos tipos de métodos para el reacondicionamiento de los brackets: el de tipo mediano que son empresas que se especializan en el reciclado de los mismos, que no son muy comunes en el entorno. Y también el de tipo inmediato que se lo realiza en el consultorio en donde se presenta el de tipo flameado, que es el método más usado para retirar la resina de la base del bracket, así también se encuentra la técnica de microarenado que es un buen método, pero muy poco difundido por los ortodoncistas (Luque, Pérez, Carhuamaca, & Coronado, 2008).

Por lo tanto, es importante investigar cuál es la fuerza de adhesión de los brackets metálicos reacondicionados y compararlos con los brackets nuevos.

## **1.2. Justificación**

La reutilización de brackets en un paciente es una opción que la mayoría de ortodoncistas la realizan sobre todo cuando se necesita cambiar la posición

original del bracket para cambiar la posición de un diente, puesto que la utilización de nuevos brackets constituye un costo adicional para el paciente, y el profesional. (Luque, Pérez, Carhuamaca, & Coronado, 2008), exponen como “indeseable” el momento en que se desprende un bracket del esmalte dental ya que complica volver a pegarlo, tomando en cuenta que un tratamiento de ortodoncia debe poseer la menor cuantía de errores, asegurando una buena fuerza de adhesión entre el diente y el bracket.

Como es evidente, existen varios estudios con resultados concordantes y discrepantes además en la Universidad de las Américas del Ecuador no se ha realizado un estudio que analice la fuerza de adhesión entre brackets metálicos nuevos y reacondicionados, es importante desarrollar el presente trabajo a fin de obtener información sobre el tema expuesto.

La reutilización de brackets en un paciente es una opción que la mayoría de ortodontistas la realizan sobre todo cuando se necesita cambiar la posición original del bracket para cambiar la posición de un diente, puesto que la utilización de nuevos brackets constituye un costo adicional para el paciente, y el profesional. (Luque, Pérez, Carhuamaca, & Coronado, 2008), exponen como “indeseable” el momento en que se desprende un bracket del esmalte dental ya que complica volver a pegarlo, tomando en cuenta que un tratamiento de ortodoncia debe poseer la menor cuantía de errores, asegurando una buena fuerza de adhesión entre el diente y el bracket.

Postlethwaite 1992 anuncio que hasta el 75% de los Ortodontistas estadounidenses reciclaban sus brackets en la década de 1990. La mayor virtud de reciclar los brackets es el ahorro económico que si le colocamos un porcentaje podría llegar hasta un 90% debido al hecho de que un solo bracket

puede ser reutilizado hasta 5 veces (Matasa, 1989).

Un estudio realizado in vivo con un seguimiento del mismo de 12 meses de Brackets reciclados industrialmente no encontró cambios en los Brackets en cuanto a su fuerza de unión (Wright & Powers, 1985). En el estudio realizado por Regan et al no encontraron diferencias significativas en la fuerza de unión de los brackets que se habían reciclado hasta 5 veces (Regan, Van Noort, & O Keeffe, 1990).

En otra investigación cuyo objetivo principal era determinar los cambios dimensionales en el ancho y profundidad de la ranura de los brackets reacondicionados y los efectos de la resistencia a la fricción estática con un alambre de acero inoxidable 0.019 x 0.025 pulgadas se obtuvo como resultado que no encontraron diferencias estadísticamente significativas en la resistencia a la fricción estática. Aunque el proceso de reacondicionamiento da como resultado cambios físicos en la estructura del bracket pero que no tienen efecto significativo en la resistencia a la fricción estática.

Como es evidente, existen varios estudios con resultados concordantes y discrepantes además en la Universidad de las Américas del Ecuador no se ha realizado un estudio que analice la fuerza de adhesión entre brackets metálicos nuevos y reacondicionados, es importante desarrollar el presente trabajo a fin de obtener información sobre el tema expuesto.

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo General**

Investigar la fuerza de adhesión entre brackets metálicos nuevos y reacondicionados mediante el método de arenado y flameado: Estudio in vitro en dientes de bovino.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Calcular la resistencia de unión que exponen los brackets metálicos nuevos.
- Investigar la fuerza de unión que entregan los brackets metálicos que se han tratado con el método de arenado.
- Evaluar la fuerza de adhesión que ofrecen los brackets metálicos que se han tratado con el método de flameado.
- Comparar los resultados de las fuerzas de adhesión entre los brackets metálicos nuevos y los reacondicionados mediante el método de flameado y arenado con óxido de aluminio.

### **1.3.3. Hipótesis**

#### **H1**

La fuerza adhesiva de los brackets metálicos reacondicionados mediante los métodos de microarenado y flameado, es menor a la fuerza adhesiva de los brackets metálicos nuevos.

#### **H0**

La fuerza adhesiva de los brackets metálicos reacondicionados mediante los métodos de microarenado y flameado es igual a la fuerza adhesiva de los brackets metálicos nuevos.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Esmalte Dental**

#### **2.1.1. Características generales**

A partir de la función normal del cuerpo el esmalte maduro reviste el área de las piezas dentales expuestas a el ambiente de la cavidad bucal (Minaña & Castillo, 2003). Constituye el elemento compacto y mineralizado del cuerpo humano; se caracteriza por ser acelular, frágil, translúcido, y su color está relacionado con la dentina subyacente (Garthner & Hiatt, 1977).

El esmalte se encuentra constituido estructuralmente por miles de prismas mineralizados repartidos en el total de su espesor que proceden a partir de la unión amelo-dentinaria hasta la parte exterior del mismo (Gómez & Campos, 2009)

La formación del esmalte, parte de un proceso denominado amelogénesis, que consiste en la elaboración de la matriz orgánica y posterior depósito de sales minerales (Osborn & Tencate, 2003). Por otra parte, autores como (Oguita, Iwai, & Higashi, 2003), mencionan que en este proceso intervienen ameloblastos y células del estrato intermedio que producen una matriz orgánica distinta a la de los demás tejidos calcificados del diente formada por una proteína fibrosa que es muy parecida en su parte estructural a la queratina. Todo este procedimiento se desarrolla en una zona avascular junto a vasos sanguíneos.

#### **2.1.2. Composición**

“El esmalte está compuesto por la matriz orgánica (1-2%), matriz inorgánica (95%) y agua (3-5%)” (Gómez & Campos, 2009). Específicamente, está

constituido por un 96% de fosfato cálcico cristalino o hidroxiapatita ( $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ ) y el 4% está compuesto de componentes orgánicos y agua (Jayasudha, Baswaraj, Navin, & Prasanna, 2014).

**Matriz Orgánica:** Formada por las siguientes proteínas:

**Amelogeninas:** Conformada con 180 aminoácidos, los cuales presentan la capacidad de auto ensamblarse estableciendo estructuras en forma de nanoesferas, las cuales proceden como conductoras de otros factores segregados por otras células. Lo que ayuda a la biomineralización del esmalte las amelogeninas son el mayor componente proteico del esmalte (Lang, 2005, págs. 27-35)

**Enamelinas:** Son el resultado de la degradación de las amelogeninas, ubicándose en el perímetro de los cristales modelando las proteínas de cubierta (Gómez & Campos, 2009).

**Ameloblastinas:** Localizadas en la capa más superficial del esmalte y en el contorno de los cristales del esmalte (Gómez & Campos, 2009)

**Tuftelina:** (Deutsch, y otros, 1998) y (Simmer & Fincham, 1995) mencionan que interviene en el desarrollo y mineralización del diente. La tuftelina presenta mayor expresión en el periodo pre-secretor, percibiéndose una reacción homogénea en el citoplasma de los ameloblastos especialmente en la región secretora de la célula (el proceso de Tomes) (Luo, y otros, 2004)

**Parvabúmina:** Se ubica en el extremo distal del proceso de Tomes del ameloblasto (Gasse & Yves, 2015, pág. 66). Cumpliendo con la función de trasladar calcio desde el medio intracelular al extracelular (Gómez & Campos, 2009).

**Matriz Inorgánica:** Formada por  $\text{CO}_3^{2-}$  y  $\text{PO}_4^{3-}$  las mismas que se depositan en la matriz del esmalte produciendo la cristalización, a través de cristales de hidroxiapatita (Teruel, Alcolea, Hernández, & Ortiz, 2015). Otras sales minerales son el K, Mg, Fe, F, Mn, Cu, aunque en cantidades más pequeñas (Gómez & Campos, 2009).

A pesar de que la hidroxiapatita es el componente que le brinda dureza al esmalte, tiene el defecto de que en el centro de sus cristales son propensos a la disolución en medios ácidos. Este defecto se lo conoce como línea oscura (Reyes-Gasga, 2001).

### **2.1.3. Dientes de bovino**

Descripción macroscópica:

Presentan corona, raíz y pulpa órganos que son más grandes que la de los humanos, y a su vez presentan esmalte, dentina y cemento (Posada, y otros, 2006).

En su estructura podemos distinguir las partes duras que corresponde a esmalte, marfil o dentina y cemento y en las estructuras blandas tenemos: el periostio, alveolo-dentario, encía y la pulpa dentaria ( Asociación de Criadores Holando Argentico, 1979)

El los dientes de bovino encontramos un poco de cemento sobre la corona a diferencia de los humanos que se encuentra por lo general por encima de las encías. (Dyce, Sack, & Wensing, 1999) y (Gazquez & Blanco, 2004).

Descripción Microscópica:

La dentina en los dientes de bovino al igual que la dentina en los dientes humanos se encuentra constituida especialmente por los túbulos dentinarios se pueden distinguir tres tipos de dentina que son: dentina primaria y junto a esta la predentina, dentina secundaria y terciaria pero no se encuentra dentina interglobular a diferencia de los humanos (Gazquez & Blanco, 2004) y (Puentes & Rincón, 2004).

Puentes & Rincón, 2004, desarrollaron un estudio en el que evaluaron el módulo elástico, composición química, y resistencia a la compresión de los incisivos de bovino recién extraídos. Encontrando que el esmalte es el más radio-opaco que el resto de los tejidos debido a su gran componente de material inorgánico



sucesivo por el hueso, dentina, cemento, pulpa y el espacio del ligamento periodontal con respecto a la descripción radiográfica. Conforme a las propiedades mecánicas hallaron diferencias entre la dentina de bovino y la dentina humana siendo así: la resistencia comprensiva promedio para la dentina de bovino es de 204,13 MPa a diferente a la dentina del humano que es de 297 MPa (Puentes & Rincón, 2004).

Teruel, Alcolea, Hernández, & Ortiz, 2015, estudiaron la composición química de los dientes humanos con otras especies de mamíferos, 400 dientes fueron triturados a partículas de menos de 100mm, 100 dientes por especie humana, bovina, porcina y ovina. Se usaron análisis termo gravimétricos acoplados a la espectrometría de masas (TG-MS) y la fluorescencia de rayos X; obteniendo como resultado lo siguiente: El esmalte humano fue el más mineralizado, en todas las especies; el esmalte presentó menos materia orgánica y carbono que la dentina. En este estudio también se mostró mayor similitud entre la dentina humana y bovina debido a que contenía cantidades mayores de Mg, Sr, y Zn que el esmalte.

Concluyendo en sus estudios que el esmalte y dentina entre dientes de humanos y bovinos presentan una gran similitud al compararla con las otras especies como porcina y ovina (Teruel, Alcolea, Hernández, & Ortiz, 2015).

## **2.2. Adhesión**

Etimológicamente proviene del latín –adhaerere- que hace referencia a la unión entre dos cosas. Desde un enfoque más técnico, se menciona que es el acto con que dos superficies se mantienen unidas por fuerzas físicas, o químicas debido al contacto por el cual las moléculas de un elemento se adhieren en el elemento de otro (Henostroza, 2003).

Se registra un verdadero inicio de la odontología adhesiva con el trabajo del Dr. Michael Buonocore en 1955, quien explica que la resina acrílica se puede unir al esmalte, si este se graba con ácido ortofosfórico al 85% por un período mínimo de 30 segundos. Es ahí cuando comienzan las investigaciones sobre

procesos de unión, utilización de ácidos y las alteraciones producidas por su aplicación en esmalte, así también como los procesos de profilaxis, etc. (Forgearini & Nocchi, 2008).

Gwinnett, 1988, manteniendo la idea de acondicionar el esmalte para lograr un mejor efecto del adhesivo, recomendó concentraciones del ácido en un 27%, pero este a su vez producía la formación de monohidrato de fosfato decálcico el cual era difícil retirarlo ocasionando dificultad en la adhesión. Así también, (Robertson, Heymann, & Swift, 2007), mencionan que las concentraciones de ácido entre 30%-40% dan como resultado una superficie de esmalte lo suficientemente buena que ayudaba a retener el adhesivo.

Por otro lado, Takao Fusayama complementa los estudios presentados por otras investigaciones y establece que el ácido fosfórico es imprescindible para la constitución de tags resinosos en los microporos del esmalte y en los túbulos dentinarios, así describe una adhesión química simultánea a toda la estructura dental, de tal manera que la compañía Kuraray desarrolla el primer material dental de sistema adhesivo que promovía la adhesión química y mecánica al esmalte y dentina, así se impulsaron mayores investigaciones y se desarrollaron nuevos materiales que mejoraron la adhesión, inclusive hacia los metales (Carrillo, 2006).

### **2.2.1. Tipos de Adhesión**

Existen varios mecanismos que permiten la adhesión:

#### **2.2.1.1. Adhesión física:**

Se obtiene a partir de un obstáculo mecánico en medio de las partes que se busca fusionar y puede clasificarse de la siguiente forma:

### **2.2.1.2. Macromecánica:**

Este tipo de retención lo podemos obtener por medio de diseños cavitarios que deben alcanzar la mayor retención de los materiales que van a ser utilizados para el relleno. La configuración de la cavidad depende si la restauración es directa (plástica) o indirecta (rígida) (Henostroza, 2003).

### **2.2.1.3. Micromecánica. - Se produce por dos efectos:**

- **Efecto geométrico.** - Son aquellas irregularidades superficiales que presentan las superficies, que se obtienen por uso de fresas o por acondicionamiento ácido (Henostroza, 2003).
- **Efecto reológico.** - Son los cambios dimensionales que puedan tener los biomateriales restauradores al endurecerse (Henostroza, 2003).

### **2.2.1.4. Adhesión química o específica:**

Es el intercambio de electrones por las fuerzas de Van der Waals resultado de la reacción química que se da entre dos superficies de contacto (Henostroza, 2003).

Igualmente puede sellar túbulos dentinarios y evitar la microfiltración alcanzando así los objetivos buscados; ausencia de desprendimiento, sellado marginal y comportamiento mecánico integrado, todo esto a través de uniones logradas en función interatómicas o intermoleculares, las cuales producen fuerzas que impiden la desunión de las dos partes (Henostroza, 2003) (Barrancos & Barrancos, 2006)

## **2.2.2. Fenómenos físicos que intervienen en la adhesión**

Los sustratos presentan algunas características que van a influir en la adhesión por lo cual es de relevancia considerarlos en este estudio.

### **2.2.3. Tensión superficial y energía superficial**

En este fenómeno la superficie del líquido se porta como una fina capa elástica, esto sucede por las fuerzas cohesivas de las moléculas de los líquidos, las cuales se acercan entre sí y forman una película de superficie (Vinagre & Ramos, 2016).

La tensión superficial es valiosa para el adhesivo debido a que, si esta es menor, la posibilidad de humectación del tejido dentario es mayor, por lo que favorece el contacto a través de las uniones químicas y físicas (Henostroza, 2003).

La energía superficial es aquella que se requiere para quebrar las fuerzas de enlaces intermoleculares (Vinagre & Ramos, 2016). La energía superficial debe ser mayor que la tensión superficial para poder atraer a la superficie las moléculas de los biomateriales presentando menor probabilidad de que el material se fracture. Es por ello, que se realiza una gran vehemencia en la limpieza y desinfección del diente antes de la restauración con la finalidad de evitar el deterioro de la fuerza adhesiva química y física (Henostroza, 2003).

### **2.2.4. Humectancia**

Hace referencia a la capacidad de un líquido para humedecer un sólido. (Robertson, Heymann, & Swift, 2007), exponen que para obtener una adhesión ideal es necesario formar una interfase íntima microscópicamente. A esta interfase se la conoce como efecto de humectación, la cual depende de la tensión superficial del líquido, indican que mientras más baja sea, mejor lo humectará, caso contrario, solo se formarán gotas en la superficie del sólido.

Es de gran valor conocer que la humectancia es importante para el adhesivo, mientras mayor esta sea, superior será su contacto con el sustrato. Ayudando a la adhesión física y química. La unidad de la humectancia es el ángulo de contacto y este debe presentarse pequeño para un mejor humedecimiento (Henostroza, 2003).

### **2.2.5. Capilaridad**

Es una manifestación por medio del cual si un líquido contactara con un tubo capilar de un calibre pequeño se introducirá inmediatamente por aquel tubo. Entretanto mientras menor sea la tensión superficial del líquido mayor será la tendencia a introducirse a través de ese capilar. El esmalte dental al presentar poco contenido de agua muestra tensión superficial alta, por lo que es de vital importancia el grabado ácido de la superficie con la finalidad de generar microporosidades para que el adhesivo pueda fluir a través de ellos (Henostroza, 2003)

### **2.2.6. Ángulo de contacto entre el adhesivo y el esmalte**

Este ángulo de contacto debe ser bajo o menor entre el sustrato y el adhesivo porque solo así tendrá mejores posibilidades de humectancia y de contacto físico y químico (Henostroza, 2003).

## **2.3. Adhesión a esmalte dental**

Diversos factores pueden hacer que el esmalte sea más propenso a fracturas (micro o macro) como: disminución de tejido dentinario, esclerosis, factores mecánicos, factores térmicos extremos, y para funciones (estrés oclusal) (Gómez & Campos, 2009).

El esmalte debe presentar diferentes características: ser biseladas manteniendo la dirección de las varillas del esmalte, contar con una alta energía superficial, humectada y con un adhesivo biocompatible. Cuando se realiza una preparación, se debe mantener la dirección de la misma según la dirección de las varillas componentes del esmalte (Gómez & Campos, 2009).

Silverstone, estableció que la concentración del ácido fosfórico es entre el 30% al 40% y el tiempo ideal debía ser de 15 segundos para no maltratar la superficie dental y proporcionar una superficie más retentiva, de esa manera se obtiene una apropiada unión de la resina en el sustrato dental (Robertson, Heymann, & Swift, 2007). En el momento que se realiza el grabado ácido se forma una capa porosa de unos 5 a 50  $\mu\text{m}$  de profundidad. Obteniendo como resultado esta capa porosa la disolución de los cristales de hidroxiapatita (Cachuté & Fava, 2007).

El adhesivo al ofrecer baja viscosidad y baja tensión superficial fluye por estas microporosidades y las rellena, y en unión con la polimerización se establece una unión micromecánica (Forgearini & Nocchi, 2008).

Existen dos tipos de prolongaciones resinosas que se producen gracias al grabado ácido y por la colocación del adhesivo en la superficie dental: las macro prolongaciones resinosas las cuales rellenan el espacio que rodea los prismas del esmalte y las micro prolongaciones de resina resultan de la infiltración de la resina en las microporosidades de los prismas del esmalte, siendo los de mayor importancia para la retención de la resina en el esmalte (Meerbeek, y otros, 2003).

#### **2.4. Adhesión en ortodoncia**

Meerbeek, y otros, 2003, confirmaron que la adhesión se da por un tratamiento de la eliminación de minerales como son el CA y el fosfato y impregnación de monómeros resinosos *in situ*. Para generar un escollo mecánico entre el adhesivo y la superficie adamantina. Pero para (Pramod, Sinha, & Nanda, 2003). La adherencia se basa en la unión del bracket a resinas adhesivas a el área del esmalte.

#### **2.5. Técnicas de adhesión de brackets**

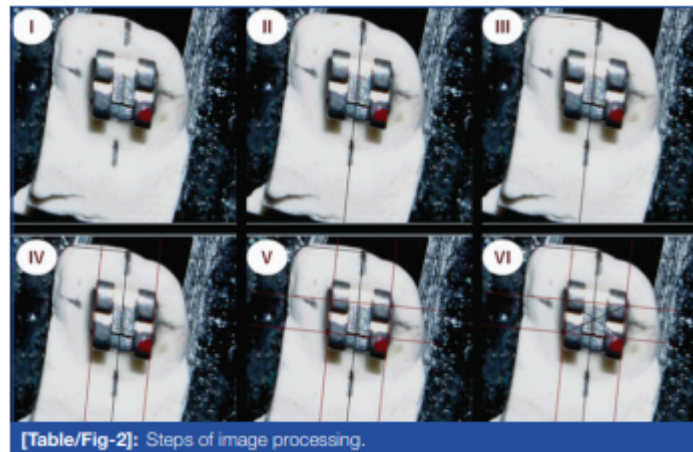
Se conocen dos tipos de adhesión en ortodoncia la directa y la indirecta. Esta se presenta como un impedimento mecánico entre el bracket y la superficie del diente (Mojica, Ortega, Ramírez, & Vargas, 2007).

##### **2.5.1. Técnica de adhesión directa**

Este radica en grabar el esmalte y adherir el bracket al diente por medio de adhesivos curados químicamente y con luz (Abate, Bertacchini, Polack, & Macchi, 1997).

Uribe, nos indica que adherir los brackets directamente en los dientes en la boca carece de precisión, porque requiere de una alta destreza del profesional para

colocar en posición mesiodistal, altura y angulación, no obstante es la que más se usa por los ortodoncistas en el mundo por su gran facilidad y rapidez. Menciona también, que es menos costosa al compararla con la técnica indirecta. (Viñachi, 2015).



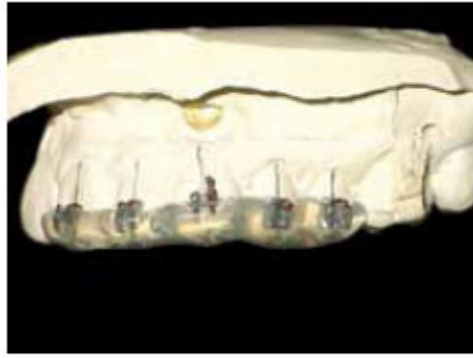
*Figura 1.* Técnica de Adhesión directa. Tomado de Ravneet, K.

### 2.5.2. Técnica de adhesión indirecta

Creada por Silver en 1972, sirve para mejorar la exactitud del posicionamiento del bracket, esta se basa en posicionar primero los brackets en modelos de estudio con un adhesivo hidrosoluble y luego se traspa a la boca con una cubeta (Bishara, Ortodoncia, 2003).

Uribe citado en Viñachi (2015) indica las siguientes ventajas: menor duración del paciente en el sillón, la colocación fácil de los brackets, se realiza el vaciado de los modelos en el laboratorio. También mencionó desventajas como que esta técnica es más costosa y requiere mayor tiempo al momento de realizarla.





*Figura 2. Cubeta de transferencia. Tomado de Bozelli, J., 2013*

## **2.6. Agentes cementantes en ortodoncia**

### **2.6.1. Ionómero de vidrio**

#### **2.6.1.1. Autocurado**

Este tipo de ionómero de vidrio está compuesto de cristales de sílice y alúmina y fluoruros creando un compuesto llamado fluoraluminosilicato. El líquido se compone de agua y soluciones de ácidos polialquenoicos y ácido tartárico para perseverar el tiempo de trabajo. Un atributo del ionómero de vidrio es que, al liberar fluoruros, existe una inhibición de caries, en contraste con los cementos de policarboxilato, los ionómeros de vidrio manifiestan una mayor dureza de adhesión al esmalte, la dentina y los metales (Henostroza, 2003). No obstante, este ionómero de vidrio presenta inconvenientes como una baja resistencia a la fractura. La ortodoncia utiliza este material principalmente en la cementación de bandas gracias a la inhibición de la desmineralización del esmalte adyacente y su mejor retención de la banda en los dientes con tendencia a la caries (Santin, y otros, 2018).

#### **2.6.1.2. Fotocurado**

El uso del ionómero de vidrio aumentó gracias al desarrollo de ionómeros de vidrio modificados con resina (RMGIC).

Estos son cementos adhesivos con propiedades físicas mejoradas e hidrogeles

más estables que otros tipos de ionómeros. La adición de 10% a 20% de monómeros de resina a los ionómeros dio como resultado un cemento que inicialmente se endurece mediante la polimerización (Ewoldsen & Demke, 2001).

Aunque se puede agregar una cantidad limitada de monómero de resina a la solución de ácido polialquenoico, la polimerización de los monómeros de resina acelera el endurecimiento inicial de los RMGIC sin interferir significativamente con la reacción de fraguado ácido-base, la liberación de fluoruro o la quelación de los grupos carboxilo a las superficies metálicas y dentales (Ewoldsen & Demke, 2001).

Además de la unión química de los RMGIC, los monómeros de resina penetran en las irregularidades de la superficie para producir un enlace micromecánico después de la polimerización, esto hace que mejoren las propiedades físicas tempranas, especialmente la resistencia a la fractura (Santin, y otros, 2018).

El endurecimiento sostenido que presenta post polimerización, la liberación y recarga sostenida de fluoruro, y la inhibición de caries son similares en comparación con los ionómeros de vidrio convencionales. También son similares las capacidades de ambos GIC y RMGIC para unirse químicamente en presencia de humedad (Santin, y otros, 2018).

### **2.6.2. Resina Compuestas**

David L. Mitchell en la década de los 60 empleó de forma exitosa la utilización de aparatos metálicos para el tratamiento de ortodoncia (Mitchell, 1992).

Las primeras resinas que se usaron como medio de unión del bracket al diente fueron las que se presentaban como dos pastas que necesitaban mezclarse y al realizar esto formaban burbujas de aire disminuyendo sus propiedades e impidiendo su polimerización. Por este motivo, los materiales en Ortodoncia activados con luz se usan cada vez más para la unión de brackets (Silva, y otros, 2013).

Por otra parte, (Baratieri, 2011), mencionó que las resinas compuestas están conformadas por 4 elementos que son:

- **Matriz Resinosa:** Se encuentra compuesta por monómeros, entre los que se utiliza bisfenil glicidil metacrilato y uretano dimetil metacrilato, también posee monómeros diluyentes los cuales son necesarios para la pegajosidad de los monómeros.
- **Agentes Iniciadores:** Son químicos que una vez que se los activa inician la polimerización. Las resinas autopolimerizables que tienen el monómero Bis-GMA tiene como agente iniciador el peróxido de benzoilo. Caso contrario las fotopolimerizables se usa la luz con una longitud de onda 420-450 actúa sobre el agente iniciador.
- **Partículas de Carga:** Estas proporcionan consistencia dimensional a la inestable matriz resinosa, contribuyendo al mejoramiento de sus propiedades y reduciendo la contracción de polimerización.
- **Agente de cobertura:** Este va a unir a los átomos de carga a la matriz resinosa y se los denomina silanos.

Debido a que la ortodoncia produce desmineralización del esmalte en la actualidad existen resinas que liberan iones de fluoruro y son conocidas como poliácidas teniendo menos probabilidad de formar caries (Ruiz, y otros, 2003). La adhesión ideal con resinas requiere de grabado ácido y un campo seco, su polimerización ocurre mediante la activación de la resina con luz obteniendo sus propiedades físicas y óptimas rápidamente. En general, las resinas son menos quebradizas y más resistentes a las fracturas que los cementos (Inoue, Yoshikawa, Yamamoto, & Matsumoto, 2015).

## **2.7. El Bracket en Ortodoncia**

Son aditamentos que van temporalmente adheridos sobre la superficie dental, y pueden ser metálicos, cerámicos, plásticos. Dispositivos que sirven para guiar el movimiento del diente y soportar los elementos activos de la aparatología ortodóntica que son los arcos (Rodríguez, 2008).

### **2.7.1. Clasificación**

Melsen, 2013, indica que los brackets se pueden clasificar de acuerdo a varios criterios:

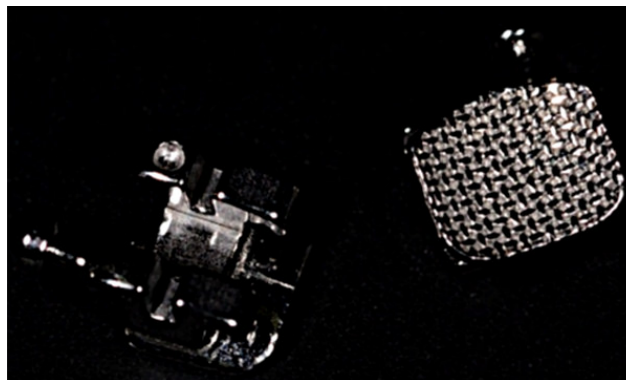
- Según su forma de adhesión: soldables o adheribles
- Según su tamaño pueden presentarse según la casa que los comercializa en Max, Estándar, Mini.
- Según su estructura se presentan en metálicos o estéticos, los estéticos se clasifican en: cerámicos, plásticos o híbridos (cuando integran en su composición 2 o más materiales)
- Según su diseño se presentan en estándar o pre ajustados (cuando tienen una programación para controlar el movimiento del diente)
- Según su manufactura: cortados, fundidos o híbridos
- Según su forma de ligado en: ligado convencional o autoligado
- Según su lugar de colocación: vestibulares o linguales.

### **2.7.2. Metálicos**

Estos brackets son los que con mayor frecuencia se usan en la terapia de ortodoncia, y se fabrican mediante tres métodos principales: fundición, moldeo por inyección y fresado, que pueden usarse en combinación. Los materiales utilizados en la fabricación de componentes de base y aletas de los brackets metálicos son principalmente aleaciones de acero inoxidable de tipo austero (303L, 304L, 316L, PH) (Zinelis, Annousaki, Eliades, & Makou, 2004).

Miura, 1971, menciona que se puede encontrar algunos tipos de brackets metálicos basándose en su base, y se clasifican en 2 grupos principales: brackets con base soldada y brackets con base integral. En el grupo con bases metálicas están se encuentran soldadas al cuerpo del bracket. Las bases usadas en esta clase son bases perforadas, mallas y bases fotograbadas. En el segundo grupo, la base y el resto del bracket son una pieza integral. Cuatro tipos de bases pertenecen a este grupo: base de surcos retentivos, base de malla, base de waffle y bases estructuradas por láser.

La adhesión principal en estos brackets se basa en la microretención generada por su base de malla, esta es contorneada y no debe presentarse más pequeña que las aletas debido a que atenúa la potencia de adherencia y crece el peligro de desmineralización alrededor de la base del bracket (Nissaf, 2015).



*Figura 3. Bracket Metálico. Tomado de Siguenca, V., s.a.*

### **2.7.3. Brackets Cerámicos**

Este tipo de brackets posee cierta superioridad en cuanto a los brackets plásticos, pues tienen destacadas propiedades mecánicas. Aunque también incluyen ciertas desventajas como daño en el esmalte cuando se descementan, presentan mayor fricción, se fracturan con mayor facilidad (Ghafari, 1992). Están compuestos principalmente por óxido de aluminio,

acorde a su proceso de fabricación se pueden obtener dos tipos: alúmina policristalina y alúmina de cristal único (Barros, 2016).

Su fabricación incide en la utilidad clínica debido a la presencia de poros o injerencias de mecanizado lo cual compromete la adhesión del bracket durante su uso (MacColl, Titley, & Yamin, 1998).

Con respecto a la resistencia, los brackets cerámicos son más resistentes, lo cual contribuye a evitar procesos de deformación, sin embargo, pueden ocasionar desgaste en las piezas dentales. Por otra parte, se tienen los brackets metálicos que tampoco se deforman y poseen resistencia, y finalmente brackets plásticos que se deforman o rompen con facilidad (Karamou, Athanasiou, & Papadopoulus, 1983)

#### **2.7.4. Partes o características de un bracket**

- **Hook:** se colocan cadenas elásticas, elásticos entre los dos maxilares, resortes.
- **Punto de identificación:** ayuda a ubicar el bracket en la posición correcta en cuanto a mesial o distal se refiere.
- **Slot:** en el sitio donde va colocado el alambre.
- **Eje longitudinal:** ayuda a ubicar al bracket en posición correcta en relación al eje longitudinal del diente y así pueda transferir una buena información en relación a la inclinación del diente.
- **Alas:** en estas colocamos ligaduras elásticas o metálicas, cadenas etc.
- **Base:** existen varios tipos de mallas y es la parte de mayor importancia para la adhesión del bracket al esmalte dental. (Graber, 2013).

## **2.8. Reacondicionamiento de brackets**

Es un hecho que los brackets se desprenden con frecuencia y puede deberse a diferentes causas como fuerzas biomecánicas, mala retención o negligencia del paciente en su cuidado, por lo que el profesional tiene la opción de reutilizarlos como alternativa más económica (Luque, Pérez, Carhuamaca, & Coronado, 2008).

Los procedimientos que se usan con mayor frecuencia para reacondicionar un bracket desprendido son los comúnmente realizados en un consultorio en donde destacan los realizados por empresas dedicadas a procesos de reciclado, lo cual no es muy común en nuestro medio. Como técnicas comunes para reacondicionarlos es el flameado que elimina la resina impregnada en la base del bracket, o arenado (Luque, Pérez, Carhuamaca, & Coronado, 2008).

### **2.8.1. Microarenado**

Los dentistas por años han estado perforando cavidades con fresas de diamante, carburo etc. Pero estas a su vez destruyen estructura dental más de lo necesario. Para evitar esa destrucción de tejido dentario sano se utiliza el llamado aire abrasivo, que usa micropartículas de  $AL_2O_3$  combinado con aire para eliminar áreas infectadas (Treviño, 2000).

El Dr. Robert Black fue el que desarrolló el primer sistema de aire abrasivo; en el año de 1943. Este sistema se forma de aire comprimido seco libre de humedad y polvo de  $AL_2O_3$  de diferentes tamaños de partículas mientras más pequeño sea la partícula menor será la presión de aire para generar el corte. Los tamaños de la partícula pueden variar de entre 25, 27, 27,5 y 50 micrones. El nombre más usado hasta la actualizada es la microabrasión nombre que dado por Tim Rainey, el Dr. Kim Kutsch, el Dr. Stewart Rosemberg nombrado así porque las preparaciones cavitarias son muy conservadoras (Black, 1950, págs. 701-709). Es un método que emplea aire abrasivo sobre una superficie, con la finalidad de conseguir una superficie limpia, además de generar micro irregularidades que faciliten el proceso de adhesión, por otra parte, disminuye

el ángulo de contacto y favorece la microretención (Mooney, 1999).

En el área odontológica, se emplea para la retención de coronas, para modificar la base de brackets, cambiando la superficie de amalgama para aumentar la adhesión de aditamentos ortodónticos y a su vez uniendo brackets a restauraciones metálicas, cerámicas y resinosas (Kumbuloglu & Lassila, 2006) y (Atsu, Catalbas, & Gelgor, 2011).

No obstante, el uso de aire abrasivo es anterior al grabado ácido, y fue muy popular durante los años 50 por la comodidad que ofrecía al paciente, Sin embargo, el apareamiento de la turbina reemplazó a este método pues permitía obtener cavidades mejor definidas que las obtenidas por microarenado (Harris, Joseph, & Rossow, 1992) y (Cua, Marshall, Kudlick, & Eichmiller, 1995).

En cuanto a las características de los equipos de microabrasión, están compuestos principalmente por una cámara al vacío, gracias al cual se succiona material en un tiempo aproximado de 15 o 30 segundos, lo cual convierte a este método en uno de los que menos daño ocasionan a la base del bracket (Huang, Yen, & Kao, 2000).

La sustancia más utilizada para el microarenado es el  $AL_2O_3$ , es un abrasivo sintético que se deriva de la alúmina, se presenta en forma de polvo blanco y es incluso más fuerte que la alúmina natural porque es más puro. Este polvo puede tener varios tamaños de grano y ha sustituido a la piedra de esmeril en el laboratorio para ser usado como abrasivo. Se utiliza en la fabricación de piedras blancas (piedra de Arkansas) las que sirven para pulir el esmalte, en el culminado de aleaciones metálicas, resinas compuestas y cerámicas, y además como abrasivo aglutinado y abrasivo en polvo propulsado por aire (Edel, 2011). Existen variaciones del óxido de aluminio pudiendo ser de color rojo o color rubí si se agregan compuesto de cromo a la fórmula original. Este tipo de polvos se comercializan como aglutinante vítreo para piedras montadas que sirven para preparar aleaciones metalocerámicas. Las partículas que quedan de estos



abrasivos luego del microarenado deberán ser eliminadas de la superficie de las bases de los brackets mediante aire a presión (Anusavice, 1998).

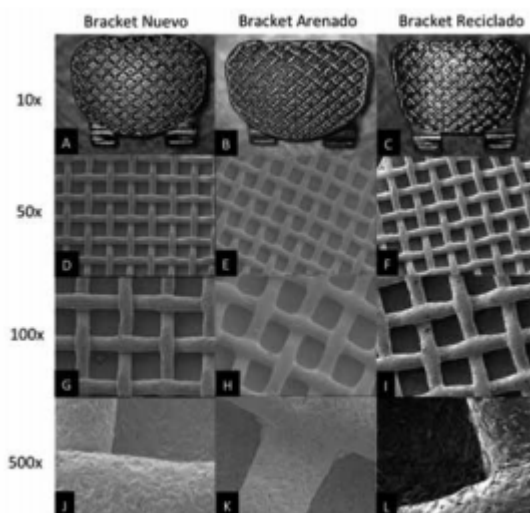
En un estudio realizado por Vera (2017) en la Universidad de Andina de Cuzco se trató sobre la resistencia in vitro al desalojo de brackets metálicos tratados con aire abrasivo con diferente tamaño de partícula previo al cementado en dientes bovinos en el año 2015. Los resultados obtenidos fueron al tratar el bracket por 20 sg con aire abrasivo con una distancia de 15 mm con AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub> de 60 micras fue de  $7,962 \pm 2,027$  MPa, mientras que con 120 micras fue de  $4,678 \pm 0,905$  MPa, y cuando se lo hizo con 200 micras dio como resultado  $7,678 \pm 0,644$  MPa (Vera, 2017).

En otro estudio sobre el efecto del arenado en la base del bracket y su resistencia al desalojo en el esmalte dental; se realizó el estudio en 180 dientes premolares maxilares humanos en los que se los dividió en un grupo control (n=90) grupo experimental (n=90). Cada grupo se subdividió en tres grupos iguales (n=30). El grupo de control brackets no arenados de las marcas Dentarum, 3M unitek y American Orthodontics y el grupo de brackets arenados de las mismas marcas. Su resistencia al cizallamiento de los brackets no arenados fue de 15.51, 16.60 y 18.58 MPa para los brackets Dentarum y 3M respectivamente, y brackets American Orthodontics. Los resultados en brackets arenados fue de la siguiente manera: 15,8, 19,36 y 18,66 para los brackets American Orthodontics, Dentarum y 3M Unitek, en esta investigación la diferencia significativa se encontró en los brackets Dentarum (Farahani, Kabiri, Motamedian, & Hajjighadimi, 2016).

En otra investigación en la que estudiaron el efecto del arenado y la resistencia de la malla en los brackets. Los brackets fueron unidos en 60 pacientes utilizando un sistema de asignación cruzada, los cuadrantes en los maxilares se unió usando brackets arenados y no arenados y fue monitoreado en un año. El resultado obtenido fue que el arenado no mejoró significativamente la retención de los brackets basados en la malla en este estudio (Sunna & Rock, 2008).

En un estudio donde se buscó comparar la resistencia al cizallamiento de brackets reciclados utilizando microarenado y métodos industriales. En la

presente investigación se usaron 80 dientes de incisivos centrales superiores en los que se adhirieron sus respectivos brackets y se desprendieron tres veces. Luego de la primera prueba de cizallamiento; los brackets se dividieron en cuatro grupos: (grupo 1) arenado con partículas de AL2O3 de 25 micras, (grupo 2) 50 micras y (grupo 3) 110 micras y (grupo 4) reciclaje industrial. El resultado fue el siguiente el reciclaje industrial generó mejores resultados que el arenado después de tres pruebas de cizallamiento sucesivas y también la potencia al desprendimiento de los brackets arenados disminuyó a medida que se aumentó el tamaño de la partícula de AL2O3 (Haro, Ascensión, Alfonso, Jiménez, & Bravo, 2015).



*Figura 4.* Fotografías de las bases de los brackets antes de su adhesión: Bracket nuevo: A, D, G, J a 10x, 50x, 100x y 500x respectivamente. Bracket arenado: B, E, H, K a 10x, 50x, 100x y 500x respectivamente. Bracket reciclado: C, F, I, L a 10x, 50x, 100x y 500x. Tomado de Sánchez, T., 2015.

### 2.8.2. Técnica de Arenado:

Se proyecta horizontalmente en la base del bracket a una distancia de 10 mm con (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). La dimensión de la partícula puede variar entre cincuenta  $\mu$ m a cien  $\mu$ m con una presión de 250 Kpa durante 30 s, los residuos que quedan pueden ser limpiados con aire seco por 10 s (Ochoa, 2016).

La punta activa del microarenador debe colocarse a 1 o 1,5 mm de distancia de la pieza dental a tratar y dejarla invariable hasta lograr la limpieza de el diente con movimientos de vaivén (Treviño, 2000).

### **2.8.3. Flameado**

Se busca retirar el agente adhesivo de los brackets mediante el uso de un soplete de oxígeno-acetileno, en el cual al llegar a una temperatura de 950°C a 1200°C es incinerado. Posteriormente, se retiran los restos de material y se enjuagan los brackets con agua destilada (Ochoa, 2016).

Un estudio comparativo sobre el efecto de los diferentes métodos de reciclaje de brackets de ortodoncia en la resistencia al desalojo este estudio se realizó en 120 premolares los cuales se dividieron aleatoriamente en 4 grupos; brackets nuevos, los reciclados mediante el flameado con arenado, flameado con limpieza ultrasónica, flameado. En el que se obtuvo los siguientes resultados: Los brackets nuevos presentaron la mayor resistencia al cizallamiento seguido de los reciclados mediante el método de flameado con chorro de arena, el flameado con limpieza ultrasónica proporcionó un valor límite para su uso clínico y el que presento el valor más bajo fue el que solo fue flameado (Purna, Basanta, ajiv, & Sanjay, 2010).

En el siguiente estudio en el que se compara la resistencia a la adherencia en la superficie del esmalte tratado y no tratados y brackets tratados y no tratados. En la investigación se usaron 50 premolares fueron unidos brackets usando el método de unión convencional y se registró el SBS de cada diente. Los dientes y brackets desprendidos se dividieron en dos grupos; en el primer grupo los brackets fueron limpiados mediante arenado y flameado y la superficie de los dientes fue tratada con una fresa de carburo de tungsteno con pieza de mano de baja velocidad. Y en el segundo grupo ni la base de brackets ni la superficie del esmalte fueron tratadas. Los resultados obtenidos fue que los brackets y superficie de esmalte no

tratados mostró valores más bajos de SBS que los brackets y superficie de esmalte tratados (Kluwer, 2018)

#### **2.8.4. Fuerzas empleadas en tratamientos ortodónticos**

En ortodoncia, en cada uno de los tratamientos se realizan movimientos que son resultantes de la aplicación de vectores de fuerza que tienen un sentido, magnitud y dirección las fuerzas más comunes aplicadas en ortodoncia son: tensión, compresión y de cizallamiento (Fuentes, 2002).

#### **2.8.5. Fuerza de tensión o tracción**

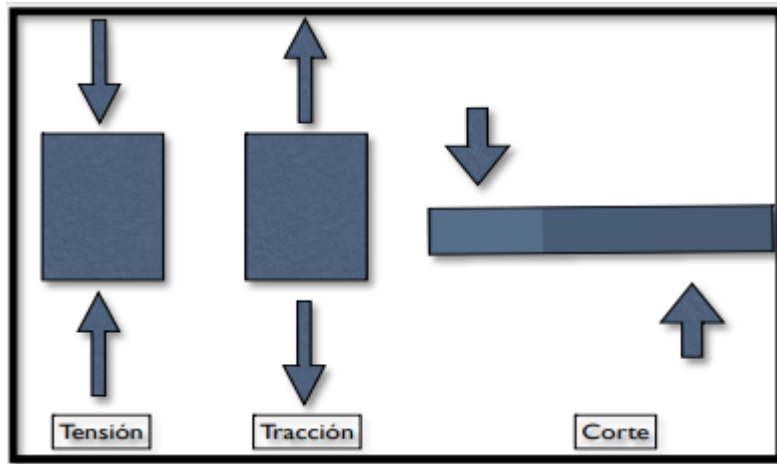
Hace referencia a aquella fuerza que se produce en sentido contrario a un cuerpo, lo cual genera un proceso de estiramiento, en el área de ortodoncia esta se presenta en el movimiento de los dientes. Por lo que a nivel de fibras periodontales se presenta una tracción que puede remodelar el hueso alveolar (Björn, 2013)

#### **2.8.6. Fuerza de corte o cizallamiento**

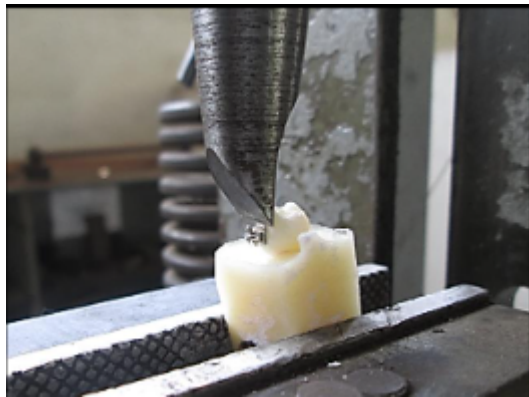
Se manifiesta en la fuerza ejercida en sentido vertical de un sector de un cuerpo sobre otra; que actúan en direcciones paralelas, no en la misma dirección (Björn, 2013). En la biomecánica ortodóntica, se aplica a los dientes para producir desplazamiento en sentido de su eje axial. Consecuentemente, produce una remodelación en la estructura alveolar y periodontal. Sin embargo, esta se manifiesta en un grado mayor en el proceso de masticación, lo cual a menudo ocasiona descementación (Fuentes, 2002).

#### **2.8.7. Fuerza de torsión**

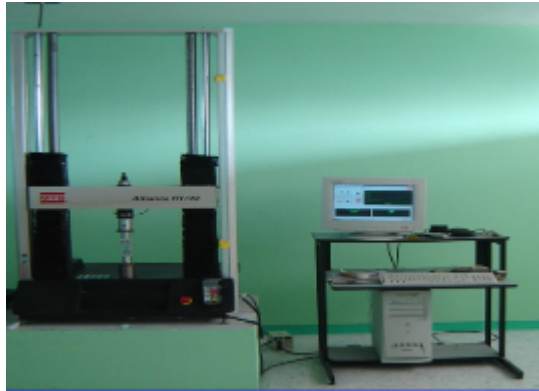
Esta fuerza gira a un cuerpo sobre un punto fijo. En ortodoncia, esta fuerza se da por movimientos de rotación produciendo así el cambio de posición de los dientes al girar sobre su propio eje, cambiando la forma en que se disponen las fibras periodontales y hueso alveolar (Fuentes, 2002).



*Figura 5.* Pares de fuerzas que inducen tensiones compresivas, traccionales y tangenciales o de corte. Tomado de Macchi.



*Figura 6.* Fuerza de corte o cizallamiento. Tomado de Janampa, N., 2017



*Figura 7.* Fuerza de cizallamiento. Tomado de Alvizo, J., 2014.



*Figura 8.* Microarenador. Tomado de Ramírez, H., 2008

### **3. DISEÑO METODOLÓGICO**

#### **3.1. Tipo de investigación**

En este estudio se usó la máquina de ensayos universal MTS T 5002 para poder desprender los brackets y poder determinar la fuerza de adhesión, debido a esto, el presente trabajo investigativo se describe como experimental. Es comparativo, pues se compara la fuerza de adhesión entre brackets nuevos y reacondicionados mediante el método de arenado y flameado. Por otra parte, es transversal, debido a que una vez finalizado el estudio no se dio seguimiento a futuro, y es también in Vitro debido a que se efectuó en piezas dentales no vitales.

#### **3.2. Muestra**

El tamaño de la muestra será en 20 dientes bovinos, a los que se les adhiere 20 brackets nuevos Grupo A una vez desprendidos los mismos se adhieren los brackets desprendidos y se les divide en grupo B (brackets arenados) y C (Bracket Flameados).

#### **3.3. Criterios de inclusión y exclusión**

Criterios de inclusión:

- Edad del animal menores a tres años de edad
- Brackets Nuevos (American Orthodontics)
- Resina ( transbond XT, 3M UNITEK)
- Adhesivo(transbond XT, 3M UNITEK)
- Ácido (3M Scotchbond al 37%)
- Base del brackets (MD = 4.21 mm<sup>2</sup>; CO= 2.65 mm<sup>2</sup>)

Criterios de exclusión:

- Con anomalías de forma
- Con alteraciones en la estructura del esmalte
- Con fracturas

### **3.4. Identificación de las Variables**

#### **3.4.1. Variables dependientes**

- Resistencia a la adhesión
- Carga máxima soportada.

#### **3.4.2. Variables independientes:**

- Brackets nuevos.
- Brackets reacondicionados.

### **3.5. Metodología**

Se recolectaron 20 dientes de bovino los cuales se obtuvieron en el Camal Municipal del Cantón Piñas el Oro, estos fueron mantenidos bajo refrigeración durante 4 días y en solución salina para evitar la deshidratación y se les cambio el agua todos los días para evitar proliferación bacteriana , luego se procedió a preparar troqueles, para este fin y se aislaron colocando vaselina en su interior, aparte en un vaso dopen se preparó acrílico transparente rápido de acuerdo a las proporciones estándar.

Una vez que el acrílico se encontró en etapa plástica se procedió a colocarlo en el molde para este fin y se colocó una pieza dental bovina en cada orificio del molde, denominándose a estos cuerpos o troqueles individuales. Y se los dividió en grupo de control brackets nuevos grupo A, grupo B arenados y grupo C flameados.

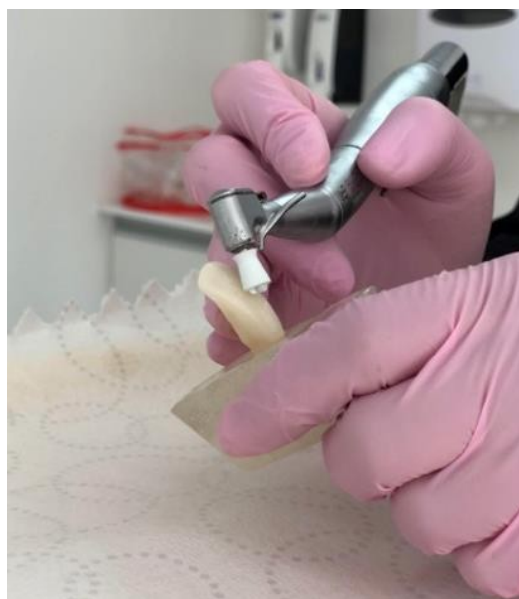




*Figura 9.* Troqueles individuales de dientes bovino

### **3.5.1. GRUPO A**

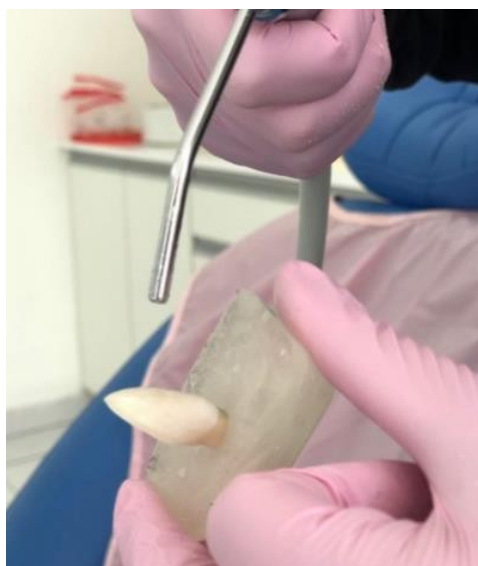
Se procedió, a realizar la limpieza del esmalte de los especímenes con piedra pómez y copa de caucho en la cara vestibular durante 1 minuto con micromotor de la marca NSK.



*Figura 10.* Limpieza de pieza dental con piedra pómez y copa de caucho



*Figura 11. Lavado a Presión con Agua por 30 s*



*Figura 12. Secado de la Superficie Dental por 30 s*

Se procedió a realizar el acondicionamiento del esmalte en la cara vestibular

con el ácido fosfórico 3M Scotchbond al 37% durante 15 segundos como indica la casa fabricante.



*Figura 13. Acondicionamiento del esmalte.*

Lavado de la superficie del esmalte por treinta segundos, el doble de tiempo que se colocó el ácido y luego se secó con la jeringa triple por 30 s.



*Figura 14. Lavado de la pieza dental.*

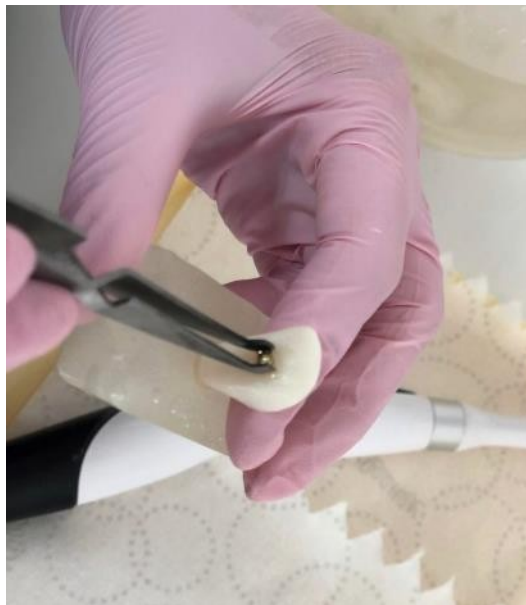


*Figura 15. Secado de la pieza dental*

Luego de que la superficie está completamente seca, se aplicó con un pincel una capa de adhesivo (Transbond XT, 3M UNITEK).



*Figura 16.* Aplicación de adhesivo



*Figura 17.* Colocación de bracket en la corona del diente bovino



*Figura 18.* Retiro de superávit de resina con explorador

Luego fotopolimerizo con la lámpara de luz Led Woodpecker durante 20 s y a mantener a las piezas en recipientes con agua destilada.



*Figura 19.* Polimerización de la Resina

### 3.5.2. GRUPO B Y C

Cada uno de los grupos se conformó por 10 especímenes y 10 brackets reacondicionados de la marca American Orthodontics; a los dos grupos se les realizó el mismo procedimiento que anteriormente se explicó en el grupo A en su cara vestibular. Se comenzó haciendo la limpieza de la cara vestibular, con piedra pómez y copa de caucho y micromotor marca NSK durante un minuto, se lavó con agua de la jeringa triple durante treinta segundos, se secó por 30 s la superficie y se procedió a reacondicionar el esmalte con ácido fosfórico 3M Scotchbond al 37% durante quince segundos, a continuación se lavó por treinta segundos, se secó por otros 30 s, y luego se colocó una capa de adhesivo transbond XT, 3M UNITEK, se fotopolimerizó con la lámpara de luz Led Woodpecker.

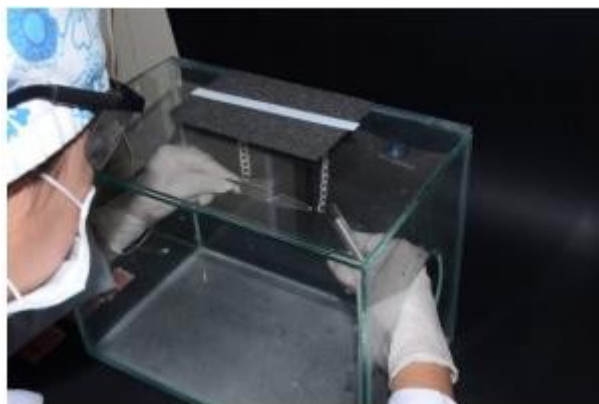
Luego se puso una capa de resina Transbond XT, 3M UNITEK en la base del bracket, con la ayuda de una pinza porta brackets se trasladó al bracket en dirección al tercio medio de la cara vestibular del espécimen, se retiró los excesos con un explorador y para finalizar se fotopolimerizó con una lámpara de luz Led Woodpecker 20 sg por incisal y 20 sg por gingival.

Al finalizar a los especímenes se les almacenó en fundas ziploc con solución salina. Una vez que se cementó los 20 brackets, 10 del grupo B, 10 del grupo C se procedió a reacondicionarlos mediante la técnica de microarenado con óxido de aluminio de 50 micrones, bajo el siguiente procedimiento: se aplicó el óxido de aluminio con una presión constante directamente a la base del bracket, a una distancia de 10 cm durante 20s necesario hasta que no se pudo apreciar restos de resina a simple vista, se repitió el mismo proceso con todos los brackets del grupo B. Todo este método se lo realizó en una caja de cristal para evitar que el óxido se disperse y se usó protección para el operador como gafas, gorro y mascarilla y guantes.

Los brackets del grupo C se reacondicionaron por medio de la técnica de flameado directo, con un soplete de marca Microtorch en la que se tomó el bracket con una pinza porta brackets de las aletas y se colocó junto a un soplete de gas que posee una temperatura aproximada de 1500 °C, dejándolo por un tiempo de 10 segundos, para estandarizar la distancia, se colocó una cadena con la medida de 10 mm para mantener una constante, y procediendo a culminar de quitar el remanente de resina con el aire a presión de jeringa triple durante 2 segundos.



*Figura 20.* Reacondicionamiento de bracket mediante la técnica de flameado



*Figura 21.* Reacondicionamiento de bracket mediante la técnica de arenado



Para la prueba de cizallamiento se sometió a cada espécimen a la máquina de ensayos universales MTS T5002.



*Figura 22.* Máquina de ensayos universales MTS T5002

A cada espécimen se le colocó en el aditamento de la máquina para ser expuestos a la fuerza de cizallamiento a una velocidad de 0,5 mm /min cuando se despegue el bracket la máquina se detendrá y se obtendrá la fuerza con la que se desprendió mediante un indicador de fuerza.



*Figura 23.* Máquina de ensayos universales MTS T5002

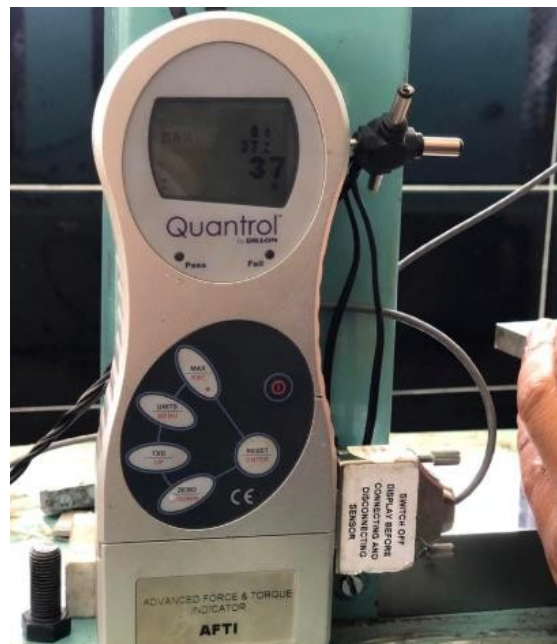


Figura 24. Indicador de fuerza

### 3.6. Recolección de datos:

Los datos se obtuvieron en (N) a través del indicador de fuerza, se presentan a continuación en tablas diferentes para cada grupo.

#### 3.6.1. Grupo A. Adhesión de brackets nuevos a 20 piezas dentales.

Tabla 1. Resistencia a la fuerza de cizallamiento grupo A

<b>Brackets Nuevos</b>	
<b>Newtons</b>	
1.-	275
2.-	152
3.-	278
4.-	180
5.-	134

6.-	149
7.-	185
8.-	249
9.-	116
10.-	271
<u>11.-</u>	<u>222</u>

<u>12.-</u>	<u>229</u>
13.-	249
14.-	240
15.-	249
16.-	221
17.-	237
18.-	209
19.-	180
<u>20.-</u>	<u>165</u>

**3.6.2. Grupo B. Adhesión de Brackets reacondicionados mediante el método de arenado.**

**3.6.3.**

Tabla 2. Resistencia a la fuerza de cizallamiento grupo B

<u>Brackets Arenados</u>	
15.-	247
16.-	217
8.-	201
18.-	135
5.-	169
6.-	201

11.-	124
12.-	127
14.-	244
<u>2.-</u>	<u>248</u>

**3.6.4. Grupo C. Adhesión de Brackets reacondicionados mediante el método de flameado.**

Tabla 3. *Resistencia a la fuerza de cizallamiento grupo C*

<b><u>Brackets Flameados</u></b>	
10.-	44
20.-	140
9.-	65
13.-	86
1.-	40
19.-	32
3.-	71
7.-	72
<u>4.-</u>	<u>47</u>
<u>17.-</u>	<u>67</u>

## 4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

### 4.1. Análisis

La fuerza de cizallamiento o esfuerzo cortante actúa paralelo o tangencial a la superficie del material. Para obtener la fuerza de cizallamiento se procedió a transformar N en MPa con la siguiente fórmula:

T: tensión cortante

V: representa la fuerza cortante o de cizallamiento  
A: área de la sección

$$T = V/A$$

$$T = N/mm^2 = MPa$$

Para poder obtener la fuerza de adhesión en MPa y utilizar la fórmula se midió la base del bracket con un calibrador digital y se empleó la siguiente fórmula:

$$A = b * a$$

Para poder obtener la fuerza de adhesión en MPa y utilizar la fórmula se midió la base del bracket con un calibrador de metal y se empleó la siguiente fórmula: La medida mesio-distal fue de 4.21 mm<sup>2</sup> la medida cérvico-oclusal fue de 2.65 mm<sup>2</sup> se multiplicó la medida mesio-distal por la cérvico-oclusal nos dio el resultado de 11,16 mm<sup>2</sup>. A continuación, se muestran en cuadros la transformación de N a MPa de cada grupo.

## GRUPO A. MPa de los valores obtenidos en el grupo A

Tabla 4. Conversión a MPa de los valores obtenidos en el grupo A

<b>Brackets Nuevos</b>			
	<b>Newtons</b>	<b>Area del Bracket</b>	<b>Megapascales</b>
1.-	275	11,16mm <sup>2</sup>	24,64
2.-	152	11,16mm <sup>2</sup>	13,62
3.-	278	11,16mm <sup>2</sup>	24,91
4.-	180	11,16mm <sup>2</sup>	16,12
5.-	134	11,16mm <sup>2</sup>	12,00
6.-	149	11,16mm <sup>2</sup>	13,35
7.-	185	11,16mm <sup>2</sup>	16,57
8.-	249	11,16mm <sup>2</sup>	22,31
9.-	116	11,16mm <sup>2</sup>	10,39
10.-	271	11,16mm <sup>2</sup>	24,28
11.-	222	11,16mm <sup>2</sup>	19,89
12.-	229	11,16mm <sup>2</sup>	20,51
13.-	249	11,16mm <sup>2</sup>	22,31
14.-	240	11,16mm <sup>2</sup>	21,50
15.-	249	11,16mm <sup>2</sup>	22,31
16.-	221	11,16mm <sup>2</sup>	19,80
17.-	237	11,16mm <sup>2</sup>	21,23
18.-	209	11,16mm <sup>2</sup>	18,72
19.-	180	11,16mm <sup>2</sup>	16,12
20.-	165	11,16mm <sup>2</sup>	14,78

Tabla 5. *Conversión a Mpa de los valores obtenidos en el grupo B*

<b>Brackets Arenados</b>			
	<b>Newtons</b>	<b>Área del Bracket</b>	<b>Megapascales</b>
15.-	247	11,16mm <sup>2</sup>	22,13
16.-	217	11,16mm <sup>2</sup>	19,44
8.-	201	11,16mm <sup>2</sup>	18,01
18.-	135	11,16mm <sup>2</sup>	12,10
5.-	169	11,16mm <sup>2</sup>	15,14
6.-	201	11,16mm <sup>2</sup>	18,01
11.-	124	11,16mm <sup>2</sup>	11,11
12.-	127	11,16mm <sup>2</sup>	11,38
14.-	244	11,16mm <sup>2</sup>	21,86
2.-	248	11,16mm <sup>2</sup>	22,22

Tabla 6. *Conversión a MPa de los valores obtenidos en el grupo C*

<b>Brackets Flameados</b>			
	<b>Newtons</b>	<b>Área del Bracket</b>	<b>Megapascales</b>
10.-	44	11,16mm <sup>2</sup>	3,94
20.-	140	11,16mm <sup>2</sup>	12,54
9.-	65	11,16mm <sup>2</sup>	5,82
13.-	86	11,16mm <sup>2</sup>	7,70
1.-	40	11,16mm <sup>2</sup>	3,58
19.-	32	11,16mm <sup>2</sup>	2,86
3.-	71	11,16mm <sup>2</sup>	6,36
7.-	72	11,16mm <sup>2</sup>	6,45
4.-	47	11,16mm <sup>2</sup>	4,21
17.-	67	11,16mm <sup>2</sup>	6,00



Las cuatro muestras presentadas se asemejan a una curva normal, luego se procede a realizar el análisis Anova o T student.

Tabla 7. *Resultado de la media del grupo A o brackets nuevos*

<u>Número</u>	<u>GRUPO A</u>
1	24,64
2	13,62
3	24,91
4	16,12
5	12,00
6	13,35
7	16,57
8	22,31
9	10,39
10	24,28
11	19,89
12	20,51
13	22,31
14	21,50
15	22,31
16	19,80
17	21,23
18	18,72
19	16,12
20	14,78
<u>TOTAL</u>	<u>18,77</u>

Tabla 8. Resultado de la media del grupo B o brackets arenados

<u>NÚMERO</u>	<u>GRUPO B</u>
15	22,13
16	19,44
8	18,01
<u>18</u>	<u>12,10</u>
<hr/>	
5	15,14
6	18,01
11	11,11
12	11,37
14	21,86
2	22,22
<b><u>TOTAL</u></b>	<b><u>17,14</u></b>

Tabla 9. Resultado de la media del grupo C o brackets flameados

<u>NÚMERO</u>	<u>GRUPO C</u>
10	3,94
20	12,54
9	5,82
13	7,70
1	3,58

19	2,86
3	6,36
7	6,45
4	4,21
17	6,00
<b>TOTAL</b>	<b>5,95</b>

Según los resultados obtenidos se muestra que mayor fuerza de adhesión tuvo el grupo A al que se adhirieron brackets nuevos con un valor de 18,77 MPa y que los grupos B, C disminuyeron su fuerza de adhesión al ser reciclados mediante el método de arenado y flameado obteniéndose los siguientes valores B= 17,14 MPa, C= 5,95 MPa.

#### 4.1.1. Promedio por grupos

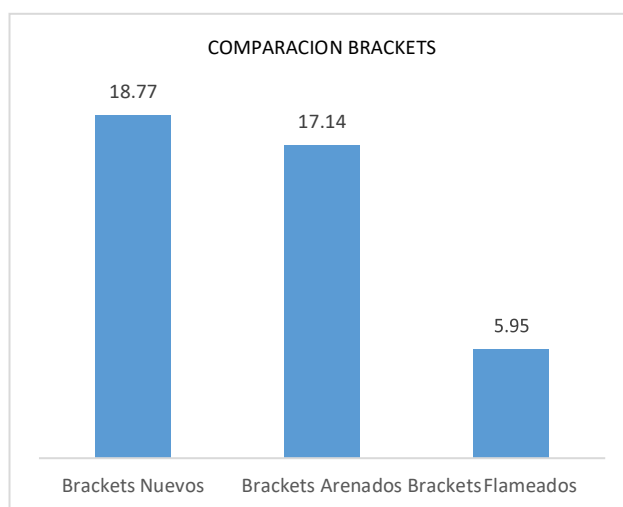


Figura 17. Promedios por grupos.

#### 4.1.2. Comparación brackets nuevos, brackets arenados, brackets flameados.

##### ANÁLISIS DE VARIANZA ANOVA

Tabla 10. Análisis Anova descriptivo

	N	Media	DE	Medidas MPA		Mínimo	Máximo	ANOVA (p=)
				95% del intervalo de confianza para la media				
				Límite inferior	Límite superior			
Brackets Nuevos	20	18,77	4,39	16,72	20,82	10,39	24,91	
Brackets Arenados	10	17,14	4,46	13,95	20,33	11,11	22,22	0,00
Brackets Flameados	10	5,95	2,77	3,97	7,93	2,87	12,54	
Total	40	15,16	6,72	13,01	17,31	2,87	24,91	

**Brackets Nuevos:** tiene una media de 18,77 MPa con una desviación estándar de 4,39, un intervalo de confianza de la media entre 16,72 - 20,82, el valor mínimo de la muestra es de 10,39 MPa y el valor máximo es de 24,91 MPa.

**Brackets Arenados:** tiene una media de 17,14 MPa con una desviación estándar de 4,46, un intervalo de confianza de la media entre 13,95 - 20,33, el valor mínimo de la muestra es de 11,11 MPa y el valor máximo es de 22,22

MPa.

**Brackets Flameados:** tiene una media de 5,95 MPa con una desviación estándar de 2,77, un intervalo de confianza de la media entre 3,97 - 7,93, el valor mínimo de la muestra es de 2,87 MPa y el valor máximo es de 12,54 MPa.

#### 4.1.3. Prueba de Subconjuntos Homogéneos

Los resultados de la prueba ANOVA, se obtuvo un nivel de significación igual a 0,000, que es inferior a 0,05 (95% de confiabilidad). Se observa también, que alguna o varias de las medias de las muestras no son similares a las otras. Por lo que se estima realizar la prueba de Tukey (dos a dos) con el fin de identificar cuáles no son similares, dando los siguientes resultados:

*Tabla 11.* Prueba de Subconjuntos Homogéneos

<b>MEDIDAS (MPa)</b>		
HSD Tukey		
MUESTRAS	N	Subconjunto
		para alfa = 0.05
		1      2

Brackets Flameados	10	5,95	
Brackets Arenados	10		17,14
Brackets Nuevos	20		18,77
Sig.		1,000	0,593

De la prueba dos a dos se tienen dos subconjuntos diferentes, con los valores más bajos se tiene los brackets flameados con una media de 5,95 MPa, luego con mayores valores y similares están los brackets arenados con una media de 17,14 MPa y los brackets nuevos con una media de 18,77.

De esto los que tienen cambios son los brackets flameados, disminuyen de valor notablemente.

#### 4.1.4. Comparación entre nuevos y arenados

Tabla 12. *Estadística de muestras emparejadas*

	N	Media	DE	Diferencia	T student
NUEVOS	10	18,41	3,92		
Brackets				1,27	0,515
ARENADOS	10	17,14	4,46		

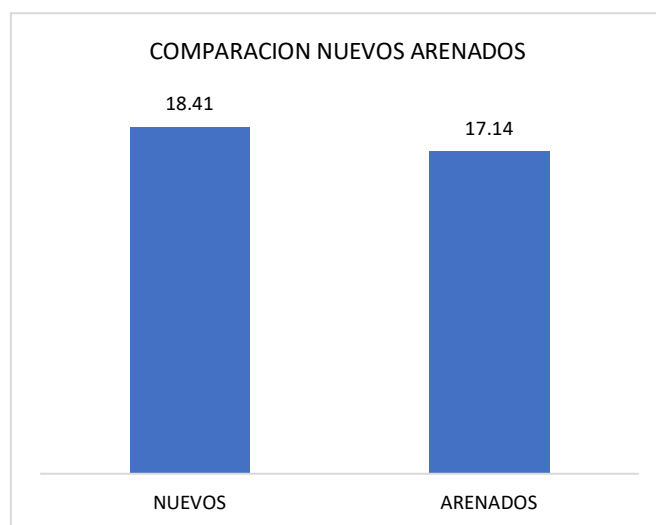


Figura 18. Comparación entre brackets nuevos y arenados.

**Brackets Nuevos:** tiene una media de 18,41 MPa con una desviación estándar de 3,92 MPa.

**Brackets Arenados:** tiene una media de 17,14 MPa con una desviación estándar de 4,46 MPa.

Entre las dos muestras se tiene una diferencia de 1,27 MPa y esta no es significativa ( $p=0,515 > 0,05$ ).

#### 4.1.5. Comparación entre nuevos y flameados

Tabla 13. Estadística de muestras emparejadas

		N	Media	DE	Diferencia	T student
Brackets	NUEVOS	10	19,14	5,00	13,19	0,00
	FLAMEADOS	10	5,95	2,77		

**Brackets Nuevos:** tiene una media de 19,14 MPa con una desviación estándar de 5,00 MPa.

**Brackets Flameados:** tiene una media de 5,95 MPa con una desviación estándar de 2,77 MPa.

Entre las dos muestras se tiene una diferencia de 13,19 MPa y esta es significativa ( $p=0,00 < 0,05$ ).



## 5. DISCUSIÓN

Es importante mencionar que los sistemas adhesivos presentan un gran problema y es el defecto que existe entre el bracket y la estructura dental, ocasionando fastidio en los pacientes y retraso en el tratamiento. (Valadez, 2019), menciona el trabajo investigativo de Keiser, cuyo objetivo es determinar que la interfaz entre esmalte, resina, bracket es la más resistente. Los resultados indican que la interfase esmalte/resina es mayor que la obtenida entre resina/bracket, siendo esta la que presenta poca adhesión entre el diente y el bracket.

Por otra parte, (Córdova, 2011), hace referencia sobre la modificación de brackets, por ejemplo perforando las láminas de acero de la base a fin de que la resina pueda ingresar en los orificios hechos, y obtener así una retención mecánica, mejorando la fuerza de unión de la interfase resina-braket, tal como lo consiguió Retief en 1973 gracias a una malla de acero inoxidable.

(Reynolds, 1975) y (Keizer, Cate, & Arends, 1976), mencionan que la mejor adhesión se logra a partir de una energía de adhesión de 6-10 Mpa. Mientras que Pickett indica que la fuerza de adhesión debe ser capaz de soportar las fuerzas biomecánicas y funcionales y que al mismo tiempo se logre desprender del bracket sin dañar el esmalte dental. Al comparar esta investigación con el presente estudio los resultados son muy coincidentes con un valor mínimo de 10,39 que se obtuvo en el grupo A de cizallamiento.

La presente investigación se realizó en dientes bovinos debido a que los dientes de algunos mamíferos son semejantes a los dientes humanos morfológicamente e histológicamente, forma anatómica entre otras. Por lo

tanto son ideales en investigaciones sobre materiales dentales (Posada, y otros, 2006).

(Luque, Pérez, Carhuamaca, & Coronado, 2008); elaboraron un estudio para comparar la fuerza de adhesión de los brackets reacondicionados con diferentes técnicas adheridas repetidas veces en el mismo esmalte dental. La investigación fue dividida en tres grupos: El grupo I arenados, grupo II flameados, grupo III nuevos repitiendo 4 veces el ensayo. En el segundo ensayo de cizallamiento el grupo I obtuvo el resultado de  $(10.26 \pm 0.79 \text{ MPa})$ , seguido por el grupo III  $(8.47 \pm 0.49 \text{ MPa})$  y el grupo II  $(7.52 \pm 1.38 \text{ MPa})$ .

Sin embargo, el grupo de brackets reacondicionados mediante el método de microarenado mostraron mayor fuerza de adhesión que los brackets nuevos y flameados. Resultado que aluden a que el arenado incrementa la rugosidad de la base del bracket (Mattick & Hobson, 2000). Al realizar la comparación entre el estudio de Luque y la presente investigación se puede decir que existe coincidencia en que los brackets flameados son los que presentaron menor resistencia de adhesión en la que se obtuvo un resultado de la media de 5,95 con una desviación estándar de 2,77. Esto puede ser resultado de que la técnica no quita completamente la resina (Luque, Pérez, Carhuamaca, & Coronado, 2008). Estas conclusiones concuerdan con los encontrados por (Somporn, 2005).

En la investigación realizada por Marshall para conocer la adhesión en brackets nuevos, arenados y flameados, el resultado es el siguiente: de brackets nuevos de  $16,8 \text{ MPa} \pm 6,3 \text{ MPa}$ , que es muy similar al compararlo con los valores obtenidos en nuestra investigación que la resistencia que presentaron los brackets nuevos fue de  $18,77 \text{ MPa}$  con una desviación estándar de 4,39, un intervalo de confianza de la media entre 16,72-20,82 el valor mínimo de la muestra es de 10,39 MPa y el valor máximo es de 24,91 MPa. En el estudio de Marshall el resultado de los brackets arenados fue de  $14,2 \text{ MPa} \pm 7,2 \text{ MPa}$  relacionándolo con el de la presente investigación que fue de  $17,14 \text{ MPa}$  con una desviación estándar de 4,46, un intervalo de confianza de la media entre 13,95-20,33, el valor mínimo de la muestra es

de 11,11 MPa y el valor máximo es de 22,22 MPa por lo tanto, el arenado por sí sólo no supera la resistencia de los brackets nuevos (Macchi, 2007).

Sonis por su parte, menciona que el microarenado contribuye a incrementar la profundidad de la malla aumentando la adhesión, a diferencia del acondicionamiento por medio del flameado (Regan, Van Noort, & O Keeffe, 1990).

En la investigación realizada por (MacColl, Titley, & Yamin, 1998), realizaron su estudio arenando cuatro diferentes tipos de tamaño de bases de brackets con un alejamiento de 10 mm con óxido de aluminio de 50  $\mu\text{m}$  por 5 s. Examinaron que existía mayor adhesión en los brackets arenados que los no arenados. Dando a conocer también que cuando el área de la base del bracket es menor a 6,82 va a disminuir la resistencia al desalojo. Este estudio coincide con el presente estudio, ya que el área de la base del bracket utilizado fue de 11,16  $\text{mm}^2$  y también esta investigación está relacionada con la actual debido a que en esta se areno los brackets con 50  $\mu\text{m}$  de óxido de aluminio. Por otra parte, (Atsu, Catalbas, & Gelgor, 2011); explican que la mayor fuerza de adhesión en brackets de metal lo consigue después de recubrirlo con sílice.

Por otra parte, en un estudio realizado por (Garcidueñas, Comparación de dos técnicas de reacondicionado de brackets metálicos mediante el índice de resina modificado, 2008), se reacondicionaron brackets metálicos por el método de flameado y fueron ordenados mediante el índice de remanente de resina modificado, obteniendo como resultado que mediante esta técnica no se eliminó en su totalidad el remanente de resina ya que contenían entre el 76% al 100% de resina en la malla. Debido a esto puede ser que los brackets reacondicionados mediante el método de flameado pierdan la fuerza de adhesión. Resultados similares a los obtenidos en nuestra investigación, en la que se obtiene un resultado bajo de adhesión con una media de 5,95 MPa con una desviación estándar de 2,77, un intervalo de confianza de la media entre 3,97 - 7,93, el valor mínimo de la muestra es de

2,87 MPa y el valor máximo es de 12,54 MPa.

La utilización de flama directa para la eliminación de restos de resina en la base del bracket, es cuestionada por diversos estudios, pues mencionan que se disminuye la fuerza de adhesión (Atsu, Catalbas, & Gelgor, 2011). El uso de calor para retirar la resina de la base del bracket perjudica su microestructura según lo mencionan autores como (Regan, Van Noort, & O Keeffe, 1990) y (Bouchman, 1980).

Cuando se produce un calentamiento del acero de 400-900 °C, se presenta un precipitado de carburo y cromo, ocasionando un debilitamiento de la estructura general del bracket. Las temperaturas superiores a 650 °C ablandan el metal, dañando las propiedades de dureza y resistencia a la adhesión (Bouchman, 1980). En el presente ensayo los brackets flameados al someterlos a calentamiento todos perdieron su fuerza de adhesión presentando los valores más bajos de resistencia al cizallamiento con resultados de 5,95 MPa.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones

- Se demostró que el grupo A o brackets nuevos tiene una resistencia al desalojo de 18,77 MPa con una desviación estándar de 4,39.
- Se concluye que los brackets arenados tiene una resistencia al desalojo de 17,14 MPa con una desviación estándar de 4,46.
- Se comprobó que los brackets flameados presentan una resistencia al desalojo una media de 5,95 MPa con una desviación estándar de 2,77.
- Al comparar las fuerzas de adhesión entre brackets nuevos, arenados y flameados se concluye que los reacondicionados mediante el método de arenado presenta una resistente fuerza de adhesión al desalojo muy similar a la que presentan los brackets nuevos y se puede recomendar para su uso clínico, no así los acondicionados mediante la técnica de flameado que presentó los valores más bajos de resistencia por lo que no se la recomienda para el uso clínico.

### 6.2. Recomendaciones:

- Es primordial que se continúe investigando nuevas técnicas de reacondicionamiento de los brackets que aumenten una mejor adhesión para poder obtener mejores resultados con los métodos de reciclado.
- Se aconseja usar el uso de microscopio electrónico para observar la base del bracket y la superficie del esmalte para conocer que daños sufre.
- No se recomienda el uso de brackets mediante la técnica de flameado debido a que son los que presentan menor resistencia.

- Se recomienda incluir en estudios futuros las fuerzas de la cavidad bucal como las de cizalla tensión, tracción.

## REFERENCIAS

- Asociación de Criadores Holando Argentico. (1979). Dentadura de los bovinos; cronometría dentaria referida a la raza Holando Argentino. *Nuestro Holando*, 1-14.
- Abate, P., Bertacchini, S., Polack, M., & Macchi, R. (1997). Adhesion of a component to dent a structures. *Quitessence*, 509-551.
- Anusavice, K. (1998). *Ciencia de los materiales dentales*. México: McGraw-Hill.
- Atsu, S., Catalbas, B., & Gelgor, I. (2011). Effects of silica coating and silane surface conditioning on the bond strength of rebonded metal and ceramic brackets. *Journal of applied oral science*, 233-239.
- Baratieri, L. (2011). *Odontología Restauradora: Fundamentos y técnicas*. Sao Paulo: Santos.
- Barrancos, M., & Barrancos, P. (2006). *Operatoria dental*. Buenos Aires: Panamericana. S.A.
- Barros, P. (2016). Eficacia de los métodos de reacondicionamiento de los brackets en relación a su resistencia a la tracción. Estudio in vitro. *epositorio Institucional Universidad de Cuenca*.
- Bishara, S. (2003). *Ortodoncia*. México: McGrawHill Interamericana.
- Bishara, S., Manal, M., Oonsombat, C., Laffon, J., & Ailouni. (1993). A comparative study of the debonding strengths of different ceramic. 170-179.
- Björn, U. (2013). *Adhesión en ortodoncia*. Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Bouchman, D. (1980). Effects of recycling on metallic direct-bond orthodontic brackets. *American Journal of orthodontics and dentofacial Orthopedics*, 654-668.
- Bounocore, M. (1955). A simple method of increasing the adhesion of acrylic filing materials to enamel surfaces. *Journal of Dental esearch*, 849-853.
- Bozelli, J. (2013). Comparative study on direct and indirect bracket bonding

- techniques regarding time length and bracket detachment. *Dental Press J Orthod*, 18(6).
- Cachuté, T., & Fava, M. (2007). Bond strength of adhesive systems to human tooth enamel. *Scielo*, 4-9.
- Carrillo, C. (2006). Dentina y adhesivos dentarios. *ADM LXIII*, 45-51.
- Córdova, C. (2011). Comparación del esfuerzo a la tracción de brackets nuevos, arenados por primera vez y reacondicionados con técnica de flameado en premolares extraídos. Estudio in vitro. *La Paz: Universidad Andina Simpon Bolívar*.
- Cua, G., Marshall, Kudlick, E., & Eichmiller, F. (1995). A comparison of bond strength of a new and uses brackets. *J Dent es*, 141-145.
- Deutsch, D., Palmon, A., Dafni, L., Mao, Z., Leytin, V., Young, M., & Fisher, L. (1998). Tuftelin aspects of protein and gene structure. *Eur. Journal oral*, 315-323.
- Dyce, K., Sack, W., & Wensing, C. (1999). Anatomía Veterinaria. Nueva York. *McGraw Hill*.
- Edel, A. (2011). Shear bond strength of orthodontic appliances treated with sandblasting systems. *Indian Journal of Dentistry*, 550-560.
- Ewoldsen, N., & Demke, R. (2001). A review of orthodontic cements and adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 45-48.
- Farahani, M., Kabiri, S., Motamedian, S., & Hajighadimi, M. (2016). Efecto de arenado con base de soporte en la unión de brackets de ortodoncia en la superficie del esmalte. *Journal of dentistry*, 133-136.
- Forgearini, M., & Nocchi, E. (2008). Sistemas adhesivos en odontología restauradora. Salud y estética. Segunda edición. *Buenos Aires*, 103-115.
- Fuentes, A. (2002). Estudio in vitro comparativo de la fuerza de adhesión de un ionómero y dos resinas utilizadas para adherir brackets. *Universidad*



*Mayor San Marcos.*

- G., J., Shetty, N., & Husain, A. (2020). Comparative evaluation of shear bond strength of new and rebonded orthodontic bracket by using air, abrasion and flaming techniques. *Revista latinoamericana de ortodoncia y ortopedia.*
- Garcidueñas, S. (2008). Comparación de dos técnicas de reacondicionado de brackets metálicos mediante el índice de resina modificado. *Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría.*
- Garcidueñas, S. (2008). Comparación de dos técnicas de reacondicionamiento de brackets metálicos mediante el índice de resina modificada. *Revista latinoamericana de Ortodoncia y Ortopedia.*
- Garthner, L., & Hiatt, J. (1977). *Histología: texto y atlas.* Santiago de Chile: Mc Graw-Hill. Interamericana.
- Gasse, B., & Yves, J. (2015). Comparative expression of the four enamel matrix protein genes, amelogenin, ameloblastin, enemein and amelotin during amelogenesis in the lizard *Anolis calolinensis*. *EvoDevo*, 66.
- Gazquez, A., & Blanco, A. (2004). Tratado de histología . *Masson.*
- Ghafari, J. (1992). Problems associated with ceramic brackets suggest limiting use to selected teeth. *The Angle Orthodontist*, 145-152.
- Gómez, M., & Campos, A. (2009). *Histología y embriología bucodental: bases estructurales de la patología del diagnóstico, la terapéutica y la prevención odontológica.* Madrid: Panamericana.
- Graber, V. (2013). *Ortodoncia principios y técnicas actuales. Cuarta Edición.* Barcelona: Elsevier.
- Gwinnett, A. (1988). A comparison of shear bond strength of metallic and ceramic brackets. *American Journal of orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 346-348.
- Halwai, H., Kamble, R., Hazarey, P., & Gautman, V. (2012). Evaluation and comparison of the shear bond strength of rebonded orthodontic brackets with air abrasion, flaming, and grinding techniques: An in vitro study.

- Orthodontics: The Art & Practice of Dentofacial Enhancement*, 13(1).
- Haro, M., Ascensión, V., Alfonso, N., Jiménez, M., & Bravo, L. (2015). Comparación of shear bond strength of brackets recycled using micro sandblasting and industrial methods. *Angle orthod*, 461-467.
- Harris, A., Joseph, V., & Rossow, P. (1992). Shear peel bond strengths of esthetic orthodontic brackets. *Am. J. Orthodontics*, 215-219.
- Henostroza, G. (2003). Adhesión en odontología restauradora . *España: MAIO*.
- Huang, T., Yen, C., & Kao, C. (2000). Comparison of ion release from new and recycled orthodontics brackets. *Journal of orthodontics and Dentofacial orthopedic*, 68-75.
- Inoue, C., Yoshikawa, K., Yamamoto, K., & Matsumoto, N. (2015). Study on adhesión of orthodontic brackets on enamel with resin cements. *J Osaka Dent Univ*, 115-121.
- Jayasudha, Baswaraj, Navin, H., & Prasanna, K. (2014). Enamel regeneration- Current Progress and Challenges. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 6-9.
- Karamou, A., Athanasiou, A., & Papadopoulus, M. (1983). Clinical characteristics and properties of ceramic brackets: A comprehensive review. *American Journal of orthodontics and dentofacial Orthopedics*, 34-40.
- Keizer, T., Cate, J., & Arends, J. (1976). Direct bonding of orthodontic brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 318-327.
- Kluwer, W. (2018). Comparason of the shear bond strength of treated and untreated brackets on treated and untreated enamel surfaces in rebonding. *Journal of orofacial sciences*, 10.
- Komori, A., & Ishikawa, H. (1996). Evaluation of resin-reinforced glass ionomer cement for use as in orthodontic bonding agent. *The angle orthodontist*, 189-196.
- Kumbuloglu, O., & Lassila, L. (2006). Bonding of resin composite luting cements to zirconium oxide by two air particle abrasion methods. *Oper Dent*, 248-255.

- Lang, C. (2005). Proteínas de matriz de esmalte: Amelogenina. *Revista científica odontológica*, 53-78.
- Luo, W., Wen, X., Wang, H., McDougall, M., Snead, M., & Paine, M. (2004). In vivo over expression of tuftelin in the enamel organic matrix. *Cells Tissues Organs*, 212-220.
- Luque, H., Pérez, L., Carhuamaca, L., & Coronado, M. (2008). Adhesion strength of brackets repeated bonding in the same surface of enamel and reconditioned with different techniques. *Odonto, Sanmarquina*, 60-65.
- Macchi, R. (2007). *Materiales dentales. Tercera edición*. Buenos Aires: Panamericana.
- MacColl, G. R., Titley, K., & Yamin, C. (1998). The relationship between bond strength and the base area based orthodontic conventional mesh sheet and microetched. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.*, 276-281.
- Matasa, C. (1989). Pros and cons of the reuse of direct bonded appliances. *AJODO*, 96, 72-76.
- Mattick, C., & Hobson, R. (2000). Comparative micro-topographic study of the buccal enamel of different tooth types. *Journal of orthodontics*, 143-148.
- Meerbeek, V., Munck, J., Oshida, Inoue, S., Vargas, M., Vijay, P., & Vanhele, G. (2003). Adhesión to enamel and dentin; current status and future challenges. *PubMed*, 15-35.
- Melsen, B. (2013). *Ortodoncia del adulto*. Caracas: Amolca.
- Messersmith, M., & Devine, S. (1997). Effects of tooth surface preparation on the shear bond strength of resin modified glass ionomer cements. *Journal of clinical orthodontics*, 503-509.
- Minaña, V., & Castillo, A. (2003). *Meynet*. Obtenido de <http://www.Meynet.com/usuarios/previntidad/Dentd.Html> cronologia
- Mitchell, D. (1992). The first direct bonding in orthodontia, revisited. *American Journal of orthodontics*, 187-189.

- Miura, F. (1971). New direct bonding system for plastic brackets. *American Journal of orthodontics*, 350.
- Mojica, J., Ortega, C., Ramírez, J., & Vargas, C. (2007). Fuerza de adhesión de brackets descontaminados en sus base con monómero, silano o acetona. *Revista de la facultad de odontología*, 9-17.
- Mooney, B. (1999). Adhesión a la estructura dental. *Operatoria dental*, 567-607.
- Nissaf, D. (2015). Bonding of all ceramic restorations. *Dentistry*.
- Ochoa, P. (2016). Eficacia de los métodos de reacondicionamiento de los brackets en relación a su resistencia a la tracción. *Cuenca: Universidad de Cuenca*.
- Oguita, Y., Iwai, L., & Higashi, Y. (2003). A histological study of the organic elements in the human enamel focusing on the extent of the odontoblast process. *Okajimas Folia Anatomica Japonica*, 34.
- Ortiz, A., Zapata, Velásquez, C., Delgado, L., & Sánchez, F. (2008). Comparación de las fuerzas adhesivas de cizallamiento de brackets convencionales y brackets microarenados con partículas de óxido de titanio. *CES Odontología*, 21.
- Osborn, J., & Tencate, A. (2003). Dentine sensitivity. *Advances dental histology*, 109-117.
- Peñarrocha, D., Pobo, B., & Moscardó, P. (2005). Análisis comparativo de dos bases de bracket. Un estudio in vitro. *Gaceta dental*, 6-10.
- Posada, M., Sánchez, C., Gallego, G., Vargas, A., Restrepo, L., & López, J. (2006). Dientes de bobino como sustituto de dientes humanos para su uso en la odontología. Revisión de literatura. *CES Odontología*, 63-68.
- Pramod, K., Sinha, N., & Nanda, R. (2003). *Aparatos ortodónticos fijos de acero de canto y técnicas de adhesión*. México: McGeaw-Hill Interamericana Editores, S.A.
- Puentes, H., & Rincón, L. (2004). Caracterización química y mecánica parcial de dientes incisivos de bovino como posible modelo de estudio de materiales

- dentales. *Fed. Odont Colombia*, 209-219.
- Purna, P., Basanta, K., ajev, & Sanjay, P. (2010). A comparative study on effect of different methods of recycling orthodontic brackets on shear bond strength. *AJODO*, 143-145.
- Ravneet, K. (s.f.). Comparison of accuracy of bracket placement by direct and indirect bonding techniques using digital processing.
- Regan, D., Van Noort, R., & O Keeffe, C. (1990). The effects of recycling on the tensile bond strength of new and clinically used stainless steel orthodontic brackets: an in vitro study. *Br J Orthod*, 17, 137-145.
- Reyes-Gasga, J. (2001). Estudio del esmalte dental humano por microscopía electrónica y técnicas afines. *Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales*, 81-85.
- Reynolds, I. (1975). A review of direct orthodontic bonding. *Journal of orthodontics*, 171-178.
- Robertson, T., Heymann, H., & Swift, E. (2007). Arte y ciencia de la odontología conservadora. *Madrid: ELSEVIER*.
- Rodriguez, E. (2008). *Ortodoncia Contemporánea diagnóstico y tratamiento*. Colombia: Amolca.
- Ruiz, J., Ceballos, L., Fuentes, M., Osorio, R., Toledano, M., & García, F. (2003). Propiedades mecánicas de resinas compuestas modificadas o no con poliácidos. *Avances en Odontoestomatología*, 291-297.
- Sachdeva, K., Singla, A., Mahajan, V., Jaj, H., & Saini, S. (2012). Effect of storage media on shear bond strength of orthodontic brackets: An in vitro study. *Journal of Indian Orthodontic Society*, 46(4), 203-209.
- Sánchez, T. (2015). Estudio comparativo de la resistencia al desalojo en brackets nuevos, arenados y reciclados: Un estudio in vitro. *Int J Dental Sc*, 17(3), 61-71.
- Santin, G., Mussolino, A., Palma-Dibb, R., Oliveira, H., Filho, P., & Romano, F. (2018). Glass ionomers cements can be used for bonding orthodontic brackets after Cancer adiation Treatment. *Brazilian Dental Journal*, 128-132.
- Scanavini, M. (2002). Bases para iniciación. *Ortodoncia*, 454-475.

- Sfondrini, M., Sheka, E., Scribante, A., & Gandini, P. (2012). Reconditioning of self-ligating brackets. *The angle Orthodontist*, 158-164.
- Siguencia, V. (2013). Estudio in vitro de la resistencia a la tracción de tres tipos de resinas fotopolimerizables para ortodoncia, en brackets metálicos a esmalte dental humano. *Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatria* .
- Silva, A., Guaraci de Vito, A., Cardoso, L., Dourado, A., Nunes, C., & Bauer, J. (2013). Properties of Compositiv Materials used for Bracket Bonding. *Brazilian Dental Journal*, 279-283.
- Simmer, J., & Fincham, A. (1995). Molecular mechanisms of dental enamel formation. *Oral Biol Med*, 84-108.
- Somporn, R. (2005). The effect of reconditioning methods on shear bond strength of reused orthodontic metal brackets. *Mathidol Dental Jpurnal*, 1-3.
- Sonis, A. (1996). Air abrasion of failed bonded metal brackets: a study of shear bond strength and surface characteristics as determined by scanning electron microscopy. *AJODO*, 110(1), 96-98.
- Sunna, S., & Rock, W. (2008). Effect of sandblasting on the retention of orthodontic brackets: a controlled clinical trial. *Journal of orthodontics*, 43-48.
- Teruel, J., Alcolea, A., Hernández, A., & Ortiz, A. (2015). ScienceDirect Comparison of chemical composition of enamel and dentine in human, bovine, porcine and ovine teeth. *Elsiver*, 768-775.
- Treviño, E. (2000). Microabrasión y operatoria dental. *Asociación Dental Mexicana*, 102-108.
- Valadez, N. (2019). Resistencia al cizallamiento utilizando la desproteinización con hipoclorito de sodio y bicloro, previo a la adhesión de aparatología ortodóntica. *Enciclopedia odontológica*.
- Vera, Y. (2017). *Resistencia in vitro al desalajo de brackets metálicos, tratados con aire abrasivo con diferentes tamaños de partícula previo al cementado en dientes bovinos*. Cusco: Universidad Andina de Cusco.

- Vinagre, A., & Ramos, J. (2016). Adhesion in restorative dentistry. *INTECH*, 59-97.
- Viñachi, E. (2015). Comparación de la fuerza de adhesión entre brackets metálicos reacondicionados mediante el método de flameado y brackets metálicos nuevos. *Quito: Universidad Central del Ecuador*.
- Williems, G., Carels, C., & Verbeke, G. (1997). In vitro peel-shear bond strength evaluation of orthodontic bracket base desing. *Journal of Dentistry*, 271-278.
- Wright, W., & Powers, J. (1985). In vitro tensile bond strength of reconditioned brackets. *Am J Orthod*, 87, 247-252.
- Zinelis, S., Annousaki, O., Eliades, T., & Makou, M. (2004). Elemental composition of brazing Alloys in Metalic Orthodontic Brackets. *Angle Orthod*, 394-399.