


UNIVERSIDAD  
**CIENTÍFICA**  
DEL SUR  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**“COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA DE UNIÓN AL  
CIZALLAMIENTO EN LA INTERFASE RESINA-BRACKET  
MICROARENADOS CON DIFERENTES TAMAÑOS DE  
PARTÍCULAS DE ÓXIDO DE ALUMINIO”**

**Tesis para optar el grado académico de:  
MAESTRO EN ESTOMATOLOGÍA**

**Presentado por:  
Bach. ABAD BOCANGEL SALCEDO ALCAYCHAHUA**

**Lima – Perú  
2019**

	Reglamento de Grados y Títulos	Código: SG-RE-001-V2	Emisión: junio 2015	Vigencia 25/06/15
---	--------------------------------	-------------------------	---------------------------	----------------------

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Lima, a los **19** días del mes de **SETIEMBRE** del **2019**, siendo las 10:00 horas, con la asistencia del Jurado de Tesis, Presidido por el **DR. FERNANDO ORTIZ CULCA**, los miembros del Jurado **DRA. MARIA EUGENIA GUERRERO ACEVEDO** y **MG. GUSTAVO WATANABE KANNO** y el Asesor de la Tesis **DR. LUIS ARRIOLA GUILLÉN**; el Bach. **ABAD BOCANGEL SALCEDO ALCAYCHAHUA**, autor de la tesis Titulada: **"COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA DE UNIÓN AL CIZALLAMIENTO EN LA INTERFASE RESINA-BRACKET MICROARENADOS CON DIFERENTES TAMAÑOS DE PARTÍCULAS DE ÓXIDO DE ALUMINIO"**, con el fin de optar el Grado Académico de **MAESTRO EN ESTOMATOLOGÍA**.

Concluida la exposición, se procedió a la evaluación y deliberación por parte del Jurado correspondiente, habiendo sido APROBADO con el calificativo de APROBADO CON MENCIÓN MUY BUENA. Dieciséis (16).

Se extiende la presente acta en tres originales y siendo las 11:00 horas, se da por concluido el Acto Académico de Sustentación.



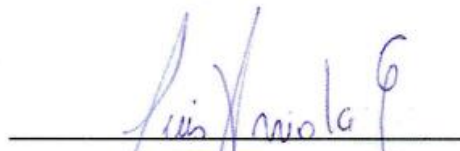
Presidente  
**DR. FERNANDO ORTIZ CULCA**  
DNI: 07747839



Miembro  
**DRA. MARIA EUGENIA GUERRERO ACEVEDO**  
DNI: 40247680



Miembro  
**MG. GUSTAVO WATANABE KANNO**  
DNI: 40230501



Asesor  
**DR. LUIS ARRIOLA GUILLÉN**  
DNI: 40990364

## **DEDICATORIA**

Este trabajo lo dedico a mi Madre quien me protege y guía mis pasos desde el cielo, a mi adorada esposa Eli, a mis tesoros Oriana y Evoleth.

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue comparar la resistencia de unión al cizallamiento en la interfase resina-bracket, estos microarenados con diferentes tamaños de partículas de óxido de aluminio de 25um, 50um y 110um.

Materiales y métodos: Se utilizó 60 brackets metálicos inmersos en acrílico que están contenidos en tubos de PVC, se separó aleatoriamente en 4 grupos, tres microarenados con óxido de Aluminio ( $Al_2O_3$ ) de 25um, 50 um y 110 um y uno de control; se realizaron dos mediciones de resistencia de unión al cizallamiento una antes y otra después del microarenado, fueron excluidos los brackets que presentaron alguna alteración de forma y estructura; se realizó el análisis de datos utilizando la prueba T y el análisis de Anova.

Resultados: Se encontró que los brackets reciclados presentan mayor resistencia de unión al cizallamiento que los brackets nuevos con un ( $P < 0.001$ ) y en la comparación entre los distintos tamaños de partículas se encontró que el microarenado con partículas de  $Al_2O_3$  de 110 um tiene medias más altas, sin embargo no se encontró diferencias significativas comparando con los otros grupos, así mismo las resistencias de los brackets microarenados fueron mayores cuando se comparó con los brackets sin microarenar, pues hubo una diferencia significativa con un ( $P < 0.001$ ).

Conclusiones: No se encontró diferencia significativa en las resistencias entre los tres grupos con microarenado, sin embargo, las resistencias de los brackets microarenados fueron mayores cuando se comparó con los brackets sin microarenar

## ABSTRACT

**Objective:** The aim of this study was to compare the shear bond strength at the resin-bracket interface, recycling brackets after sandblasting with different sizes of aluminum oxide particles: 25  $\mu\text{m}$ , 50  $\mu\text{m}$  and 110  $\mu\text{m}$ .

**Materials and methods:** 60 acrylic immersed metal brackets contained in PVC tubes were used, randomly assigned into 4 groups, three aluminum oxide ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) sandblasting with 25 $\mu\text{m}$ , 50 $\mu\text{m}$  and 110 $\mu\text{m}$  plus one control group; two measurements of shear bond strength were made before and after sandblasting. Brackets that showed variation in shape and structure were excluded from the study. Data analysis was performed using the T test and one-way ANOVA.

**Results:** It was found that the recycled brackets have a higher shear bond strength than new brackets with a  $p < 0.001$ . When comparing the treatment with different particle sizes it was found that the sandblasting with 110 $\mu\text{m}$   $\text{Al}_2\text{O}_3$  particles presented a higher mean value, but no statistically significant differences were found after comparing the three groups.

**Conclusions:** The aluminum oxide sandblasting showed higher shear bond resistance independent from the particle sizes tested. The shear bond resistance for sand-blasted brackets was higher when compared to new brackets.

## INTRODUCCIÓN.

Según Basudan *et al.* reciclar un bracket <sup>1</sup> consiste en retirar la resina de la base de éste sin debilitar la estructura ni distorsionar las dimensiones del slot, se puede realizar en el consultorio dental y también por intermedio de las empresas proveedoras; existen varios métodos para realizarlo dentro del consultorio dental tales como térmicos, químicos y físicos,<sup>1,2</sup> pero el microarenado con partículas de óxido de aluminio ( $Al_2O_3$ ) es uno de los métodos más efectivos para este fin; hay pocos estudios donde los comparan según el tamaño de partículas y no hay un consenso sobre cuál debería ser el tamaño más adecuado que se debe usar; se encontró que otros estudios utilizan este método de reciclaje de brackets en combinación con otros métodos <sup>3-7</sup>. La retención obtenida por el microarenado con distintos tamaños de partículas de óxido de aluminio es variable en distintas superficies como en dientes artificiales, o en el esmalte, etc.<sup>8,9</sup>

En la práctica clínica el despegado de brackets es frecuente en el tratamiento ortodóncico y se pueden reciclar para adherirlos nuevamente; este despegado se puede producir por diversos factores como errores en la adhesión, traumatismo oclusal durante la masticación, cuando el profesional quiere reposicionar los brackets para mejorar la biomecánica; el método de reciclado usado debe ser el más óptimo a fin de evitar demoras en el tratamiento o inconvenientes para el paciente; la otra alternativa es remplazar por un bracket nuevo pero implica un costo adicional .<sup>4,10-12</sup>

El procedimiento para evaluar la resistencia de unión al cizallamiento en la adhesión del bracket, ha sido muy cuestionado por algunos investigadores porque no consideran las dos interfaces que intervienen en la adhesión, la interfase resina-bracket y la interfase resina-diente, esta última afectada por muchas variables como sustrato, propiedades

metodológicas y preparación de la muestra; <sup>13-16</sup> sin embargo la mayor cantidad de fallas se presentan en la interfase resina-bracket esto se evidencia porque varios estudios han tratado de mejorar el diseño de las mallas o agregar primer de metal o silano, por lo tanto para evaluar la efectividad del método de reciclaje de la malla de un bracket se debe analizar esta interfase .<sup>17-21</sup> Al respecto Mondeneli *et al.*<sup>22</sup> demostró la eficiencia de un nuevo procedimiento para evaluar la fuerza de unión en la interfase bracket-resina; de igual manera fue realizado por Pompeo *et al.*<sup>23</sup> y de Oliveira *et al.*<sup>2</sup> encontraron que el reciclado mediante el microarenado con oxido de aluminio fue el más efectivo al compararlo con otros métodos, pero en estos estudios se consideró un solo tamaño de partículas. En cambio Montero *et al.*<sup>3</sup>, menciona que la resistencia de unión al cizallamiento aumenta mientras más pequeñas sean el tamaño de las partículas de óxido de aluminio; y esto se contradice con el estudio de Espinar *et al.* <sup>24</sup> cabe resaltar que ellos utilizaron distintos tamaños de partículas en cada estudio y no son comparables; además no evaluaron en la interfase resina-bracket; por ello el objetivo del presente estudio fue comparar la resistencia de la unión al cizallamiento en la interfase resina-bracket microarenados con diferentes tamaños de partículas de óxido de aluminio de 25um, 50um y 110um.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El tipo de estudio fue experimental in vitro, para hallar el tamaño de la muestra se utilizó la fórmula de comparación de medias para variables cuantitativas con nivel de significancia del 5%, y un poder del 80%. La prueba piloto resultó n=13 comparándolo al de dos artículos base el de Montero *et al.* (2015) tenía un n=15, y el de Espinar *et al.* (2012) tenía un n=10. Se promedió los tres y resultó que necesitaba un n=13 por grupo.

Pero se utilizó un total de 60 brackets divididos en 4 grupos y utilizando un muestreo probabilístico aleatorio simple.

Se incluyeron brackets de incisivos centrales superiores de la marca Ortho Classic (Serie Biomim prescripción Edgewise, Orthoclassic Inc, McMinnville, OR, USA) lote 289181 que presentaron mallas micrograbadas de calibre 100 con una configuración horizontal y vertical.

No se admitieron brackets que presentaron alteraciones de forma y estructura.

### **Preparación de la muestra**

Para preparar cada muestra se usó papel milimetrado, se marcaron guías para centrar y pegar la malla de los brackets en una cinta adhesiva de doble contacto, los cuales se pegaron a los tubos de policloruro de vinilo (pvc) de 3 /4 de pulgada donde cada tubo tenía 15 mm de altura, así los brackets quedaron al centro de cada tubo, estos fueron etiquetados con un código de trabajo; se preparó el acrílico autopolimerizable en un recipiente de vidrio y durante la fase arenosa se vació en los tubos. Cumplido el proceso de polimerización se retiraron las cintas adhesivas, así se visualizaron las mallas de los brackets en el centro de la superficie lisa de cada tubo.

Las mallas de los brackets fueron limpiadas con piedra pómez y agua usando una escobilla para profilaxis colocada en un dispositivo de baja velocidad a 500 rpm durante un minuto, se enjuagó y secó usando la jeringa triple durante 30 segundos tanto para el agua como para el aire luego se complementó el secado con papel absorbente.

Con una lámina de acetato de 1 mm de espesor, se confeccionó una matriz que tenía el mismo diámetro del tubo y una abertura central que debió ser igual al tamaño y forma de la base del bracket, de modo que al colocar la matriz sobre el tubo solo se visualizaba la malla; la matriz de acetato se usó para estandarizar el espesor de la resina ortodóncica en la malla del bracket.



### **Aplicación del adhesivo ortodóncico**

Se aplicó la resina ortodoncica Transbond™ XT (3M, Unitek) sobre la base del bracket en pequeñas porciones hasta llenar uniformemente la abertura de la matriz con una espátula para resina, se fotocuró con un dispositivo Led (Woodpecker LED.B) a una distancia de 3 mm durante 10 segundos con una intensidad de luz de 1000 mW/cm<sup>2</sup> y una longitud de onda de 480 nm. de la norma (ISO 10650-2018); medidos por dos radiómetros uno digital (Woodpecker modelo LM1 Guilin Guangxi 541004 PR China) y el otro analógico (Gnatus Brasil) para lámparas LED luego se procedió a retirar cuidadosamente la matriz de acetato del tubo de la muestra (figura 1).

### **Prueba de resistencia de la unión**

Las muestras preparadas tenían los brackets metálicos inmersos en el acrílico contenido en un tubo de pvc de ¾ de pulgada, solo se visualizaban las mallas con el adhesivo, estas se llevaron al High Technology Laboratory Certificate SAC en Lima-Perú para ser evaluadas en la máquina digital de ensayos universales (Modelo LG CMT-5L serie 7419), se ajustó la muestra con tornillos para mantenerlos fijos como se muestra en la (Figura 2) y se aplicó la carga con una punta activa en forma de bisel en el adhesivo ortodóncico a una velocidad de 0,5 mm/min. Una vez despegado a resina de todos los brackets con la máquina digital se distribuyeron aleatoriamente en 4 grupos, uno de control ( brackets sin microarenar) y tres de microarenado con partículas de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> de 25um, 50 um y 110 um de la marca (Zetasand SpA Badia Polesine (RO) – Italia) para el reciclado de los brackets. Se utilizó el microarenador dental (BIOART modelo STD) conectado a un equipo dental a una presión de 80 lib/pulg<sup>2</sup> y una distancia de 10 mm de la malla del bracket arenado, por 30 segundos , todo esto dentro de una caja de microarenado (Ortoplace); en las muestras del grupo control no se realizó este procedimiento (figura 3). Las muestras arenadas nuevamente se lavaron y secaron como en el procedimiento

anterior. Para la nueva prueba se colocó nuevamente la resina ortodóncica a la malla de los brackets usando la matriz de acetato y se fotocuró, posteriormente se registró nuevamente la resistencia de la unión de los brackets reciclados y del grupo control mediante la máquina de ensayos universales. Los valores de la resistencia de unión al cizallamiento se registraron en Kilonewtons y según el área de la malla de los brackets se transformó en megapascales (MPa).

### **Análisis de datos**

Se utilizó una Laptop de la marca DELL procesador Intel Pentium 1.9 GHz de 1 Gb de memoria RAM con los programas Windows 7 y SPSS versión 24 para realizar el análisis de datos. La variable a evaluar fue la resistencia de unión al cizallamiento, es cuantitativa y la variable cualitativa nominal está dividida en 4 grupos independientes. Encontramos una distribución normal ( $P > 0.05$ ) se utilizó el Análisis de ANOVA de una vía para comparar las medias y para la homogeneidad de las varianzas se utilizó la prueba de Levene y al tener grupos dispares se utilizó la prueba post hoc de Scheffé. También se utilizó la prueba T para muestras relacionadas, para así comparar las muestras antes y después del microarenado en cada grupo y T para muestra única para comparar las variaciones en cada grupo.

## RESULTADOS

Se inició el trabajo de investigación con un total de 68 brackets por las pérdidas que podían presentarse, al momento de procesar los datos se encontraron valores atípicos que fueron eliminados quedando así un total de 60 brackets con los cuales se realizó el estudio.

En la tabla 1 mostramos que las medias de las resistencias de unión al cizallamiento presentadas en todos los grupos de brackets reciclados son mayores después del procedimiento de microarenado en comparación a las medias presentadas antes de este procedimiento, existiendo una diferencia significativa con un ( $P < 0.001$ ) entre ellos.

En la tabla 2 mostramos que la variación de la resistencia antes y después del reciclado de brackets en los grupos con microarenado es mayor y presenta una diferencia significativa con un ( $P < 0.001$ ) excepto en el grupo sin microarenado.

En la tabla 3 observamos la comparación de los diferentes grupos que se sometieron al microarenado con partículas de  $Al_2O_3$  de 25  $\mu m$ , 50  $\mu m$  y 110  $\mu m$ , se encontró en el grupo de 110  $\mu m$  las medias más altas sin embargo no hubo diferencia significativa con los grupos de 25  $\mu m$  y 50  $\mu m$ ; pero si presentó diferencia significativa con un ( $P < 0.001$ ) cuando se compararon los grupos con microarenado con el grupo que no se sometió a microarenado.

## DISCUSIÓN

El microarenado realizado utilizando partículas de óxido de Aluminio ( $Al_2O_3$ ) resulta ser un método efectivo y sencillo para poder reciclar los brackets, cuando se despegan por diversas causas nos permite retirar el adhesivo ortodóncico de la base del bracket después de despegado éste por diversas causas; así mismo podemos reposicionarlo, este procedimiento puede ser realizado en el consultorio dental, se recomienda utilizar una caja de microarenado para evitar la aspiración de las partículas de dicho compuesto.<sup>2,3,23</sup>

El objetivo del presente estudio fue comparar la resistencia de unión al cizallamiento en la interfase resina-bracket, los cuales fueron microarenados con distintos tamaños de partículas de óxido de aluminio como 25  $\mu m$ , 50  $\mu m$  y 110  $\mu m$ . La resistencia de unión al cizallamiento que se define como la fuerza aplicada dividida por el área de la interfaz adherida y expresada en Mpa ( $kN/mm^2$ ).<sup>1,2,3,7,17,23</sup> En la cavidad oral el brackets adherido debe contrarrestar las fuerzas masticatorias; la fuerza de resistencia a la unión debe estar entre 5–10 Mpa<sup>19</sup> otro autor mencionó que está entre 6 -12 Mpa,<sup>24</sup> otro estudio sostiene que está entre 5-8 Mpa;<sup>2,23,25</sup> sólo los brackets microarenados del presente estudio están dentro de este rango, la literatura muestra que 2.86 Mpa es la resistencia mínima de adhesión requerido por un brackets para resistir las fuerzas masticatorias,<sup>2</sup> y la resistencia máxima debe ser inferior a los 13.5 Mpa<sup>19</sup>, pues valores mayores a este podrían provocar la pérdida de esmalte al momento de retirar los brackets cuando se finaliza el tratamiento ortodóncico; Todos los valores obtenidos en nuestra investigación son menores a este valor; sin embargo otros autores mencionan que estas fuerzas no deben superar los 40-50 Mpa para evitar falla cohesiva del esmalte<sup>19</sup> pero estos valores parecen demasiado altos.

En la presente investigación la media encontrada en el grupo control fue de 2.79 Mpa., siendo inferior a las medias encontradas en los grupos con microarenado (tabla1),

presentando una diferencia significativa entre ellos con un ( $p < 0.001$ ), pero similar al estudio de Sharma Sayal et al.<sup>26</sup> que encontró una resistencia en su grupo control de 2,21 Mpa en brackets de la misma marca nuestro estudio (World Class Technology, McMinnville, Ore, hoy llamada Ortho Classic ) en este estudio se concluyó que los brackets que presenten mallas con calibres mayores a 80 presentan resistencias de unión al cizallamiento disminuidos en relación a los que presenten calibres menores y otras configuraciones,<sup>26</sup> y nuestros brackets presentan mallas calibre 100 por lo tanto las resistencias de unión al cizallamiento son bajas y se sugiere un microarenado previo a la adhesión. La literatura sugiere que el acondicionamiento del esmalte, el tipo de resina utilizada y el diseño de la base de los brackets son determinantes en la resistencia a las fuerzas a las que se ven sometidos los brackets, en nuestro trabajo no interviene el acondicionamiento del esmalte porque lo realizamos en la interface resina bracket. Del mismo modo utilizamos un solo tipo de resina ortodóncica el Transbond XT que es considerado el gold estándar, pero particularmente las características de las mallas si pueden incrementar o disminuir la efectividad de la retención. Los brackets tienen varios tipos de base, presentan distintas configuraciones de mallas que pueden ser con base integrada, algunos con microcolumnas o ranurados y otros con base micrograbada, debido a esto se presenta una variedad de resultados en la resistencia de unión al cizallamiento en los distintos tipos de base de los brackets.<sup>16, 26</sup>

En nuestra investigación el microarenado con partículas de  $Al_2O_3$  aumentó la resistencia de unión al cizallamiento encontrándose una diferencia significativa en los grupos que recibieron microarenado en relación a los que no fueron microarenados (tabla 1 y 2). El mismo resultado se observó en otros estudios;<sup>6,24,26,27</sup> sin embargo otros autores encontraron valores mayores en la resistencia de unión al cizallamiento en los brackets nuevos en comparación con los brackets reciclados e incluso algunos recomiendan la

combinación con otros métodos de reciclaje para mejorar su resistencia.<sup>1,3,5,7,17</sup> Esta diferencia de valores también puede estar influenciada por el procedimiento utilizado al realizar la medición de la resistencia en la interface resina-bracket,<sup>17</sup> según el procedimiento dado a conocer por Mondenelli et al.<sup>22</sup> en su grupo control obtuvo una media de 3.47 Mpa, muy parecida a los resultados obtenidos en nuestro estudio en el grupo de brackets nuevos que fue de 2.79 Mpa. Sin embargo cuando se comparó la resistencia en los brackets microarenados, encontraron medias menores pudiendo deberse al tiempo de microarenado de 10 segundos que usó en su estudio; a diferencia del nuestro donde utilizamos un tiempo de 30 segundos tomando como base artículos más recientes como el de Oliveira et al.<sup>2</sup> y Pompeo et al.<sup>23</sup> que encontraron valores parecidos y hasta mayores en los brackets microarenados utilizando el mismo tiempo de estudio;<sup>3</sup> pero también otro estudio anterior que usa nuestro tipo de bracket, demostró que se tarda 27.5 segundos en limpiar completamente los restos de resina de la malla. Asimismo en otros modelos de base y otras configuraciones de malla de los brackets, necesitaban tiempos mayores para lograr la limpieza completa de sus bases entre 0.5 a 5 minutos. Por lo cual en nuestro trabajo el bracket se microarenó por 30 segundos y en la (figura 4) se observa que la resina fue retirada totalmente de la malla, ésta presenta modificaciones pero sin llegar a alterar ni dañar la estructura y mejorando la resistencia al cizallamiento, podemos sugerir que el tiempo de reciclado y tipo de brackets son factores importantes a considerar en el reciclado de brackets.<sup>26</sup> Además Montero et al.<sup>3</sup> demostró que cuando se realiza microarenados sucesivos al bracket, disminuye su resistencia de la unión al cizallamiento.

Varios autores mencionan que el microarenado con partículas de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> de 50 um es el más recomendado<sup>6,26</sup> pero existen pocos estudios donde los comparen según el tamaño de partículas y no se han encontrado investigaciones que comparen la resistencia en la

interfase resina- bracket, solo hay estudios parecidos en el modelo de simulación clínica como en la investigación de Montero et al.<sup>3</sup> quien utiliza grupos de microarenado parecido a los utilizados en el presente estudio; encontraron que el grupo de menor tamaño de partículas de  $Al_2O_3$  de 25  $\mu m$  obtuvo medias más altas en comparación con las partículas de mayor tamaño (50  $\mu m$  y 110  $\mu m$ ) pero sin diferencias significativas entre ellos, sugiere que las partículas pequeñas permiten limpiar mejor las zonas retentivas dentro de las mallas.<sup>3</sup> De la misma manera Robles et al.<sup>8</sup> encontraron resistencias más altas en el microarenado del esmalte dental con partículas más pequeñas. Por el contrario en nuestra investigación (tabla3) encontramos que el grupo con el mayor tamaño de partículas de  $Al_2O_3$  de 110  $\mu m$  presentó los valores más altos en relación con los otros dos, pero tampoco encontramos diferencias significativas entre ellos; coincidiendo con los resultados del estudio de Espinar et al.<sup>24</sup> donde encontraron valores más altos en el microarenado con las partículas de mayor tamaño. Una posible explicación es que con las partículas más grandes se aumenta la microrugosidad en la malla del bracket mejorando los valores de resistencia de unión al cizallamiento; se observan resultados parecidos cuando se realiza microarenado con  $Al_2O_3$  en otras superficies como en dientes artificiales (resina acrílica) y la resina.<sup>9,28,29</sup> Es probable que las partículas más pequeñas proporcionen un efecto de pulido de la malla del brackets y menores microretenciones en comparación con partículas de mayor tamaño.<sup>29</sup>

El presente trabajo se llevó a cabo con el fin de orientar al clínico en la elección del tamaño apropiado de las partículas de óxido de aluminio para realizar el microarenado y poder reciclar un bracket despegado,<sup>23</sup> aunque se encontró que las partículas de 110  $\mu m$  presentaron las medias de resistencias de unión al cizallamiento más altas, no se encontraron diferencias significativas con los otros tamaños de partículas. En la práctica clínica es frecuente que los brackets se despeguen y se tienen que acondicionar los

brackets para adherirlos nuevamente. Este acondicionamiento debe ser el más óptimo a fin de evitar un nuevo desprendimiento y alargar el tiempo del tratamiento ortodóncico, la incomodidad del paciente y costos adicionales. La otra alternativa es remplazarlo por un bracket nuevo que implica no tener en cuenta el aspecto ecológico; en cuanto al aspecto ético es importante mencionar que se debe realizar el reciclado solamente en un mismo paciente y así evitar posibles demandas legales.<sup>3,10,23,</sup>

Una de las limitaciones de la presente investigación es que por ser un estudio in vitro no es posible extrapolar los resultados reales a lo que sucedería en la cavidad oral y nuestros valores no son comparables con los resultados de los estudios que usaron un modelo de aplicación clínica.<sup>28</sup> La resistencia de unión al cizallamiento in vivo es menor a las registradas in vitro porque hay muchas variables que intervienen.<sup>30</sup> Por lo tanto, los hallazgos encontrados en este estudio deben interpretarse con cuidado pues se evaluará la efectividad del método de reciclaje utilizando diferentes tamaños de óxido de aluminio en la interfase resina-bracket <sup>2, 22, 23</sup>.

## CONCLUSIONES

El reciclaje de los brackets por microarenado con partículas de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> de 110 um presentó la mayor resistencia de unión al cizallamiento. Sin embargo, no se hallaron diferencias significativas cuando se compararon utilizando partículas de 25 um y 50 um.

Los brackets microarenados presentaron mayor resistencia en comparación con los brackets sin microarenar.

Los brackets microarenados presentaron mayor resistencia en comparación a los brackets del grupo control.



**REFERENCIAS.**

1. Basudan A, Al-Emran S. The effects of in-office reconditioning on the morphology of slots and bases of stainless steel brackets and on the shear/peel bond strength. *J Orthod.* 2001; 28(3):231-36.
2. de Oliveira C, de Souza M, Pilli J, Cesar PF. Comparative assessment of different recycling methods of orthodontic brackets for clinical use. *Minerva Stomatologica.* 2017; 66 (3):107-14.
3. Montero M, Vicente A, Alfonso-Hernández N, Jiménez-López M, Bravo-González L. Comparison of shear bond strength of brackets recycled using micro sandblasting and industrial methods. *Angle Orthod.* 2015; 85(3): 461-7.
4. Bahnasi F, Abd-Rahman A, Abu-Hassan M. Effects of recycling and bonding agent application on bond strength of stainless steel orthodontic brackets. *J Clin Exp Dent.* 2013;5(4):e197-202.
5. Kamisetty S, Verma J, Arun , Sundari S. SBS vs Inhouse Recycling Methods-Una evaluación in-vitro. *J Clin Diagn Res.* 2015; 9(9):4-8.
6. Salama F, Alrejaye H, Aldosari M, Almosa N. Shear bond strength of new and rebonded orthodontic brackets to the enamel surfaces. *J Orthod Sci.* 2018;7:12.
7. Gupta N, Kumar , D . Evaluation of the effect of three innovative recycling methods on the shear bond strength of stainless steel brackets-an in vitro study. *J clin Exp Dent.* 2017; 9(4):e550-55.
8. Robles J, Ciamponi A, Medeiros I, Kanashiro L. Effect of lingual enamel sandblasting with aluminum oxide of different particle sizes in combination with

- phosphoric acid etching on indirect bonding of lingual brackets. *Angle Orthod.* 2014 ;84(6):1068-73.
9. Consani R, Richter M, Mesquita M, Sinhoreti M, Guiraldo R. Effect of aluminium oxide particle sandblasting on the artificial tooth-resin bond. *J Investig Clin Dent.* 2010; 1(2):144-50.
  10. Pithon M, Santos F, Oliveira D. What is the best method for debonding metallic brackets from the patient's perspective. *Prog Orthod.* 2015; 16(17):1-6.
  11. Birdsall J, Hunt N, Sabbah W, Moseley H. Accuracy of positioning three types of self-ligating brackets compared with a conventionally ligating bracket. *J Orthod.* 2012; 39(1):34-42.
  12. Bakhadher W, Halawany H, Talic N, Abraham N, Jacob V. Factors Affecting the Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets - a review of in Vitro Studies *Acta Medica* 2015;58(2):43-8.
  13. Sirisha K, Rambabu T, Ravishankar Y, Ravikumar P. Validity of bond strength tests: A critical review - part II. *J Conserv Dent.* 2014; 17(5):420-6.
  14. Placido E, Meira J, Lima R, de Souza R, Ballester R. Shear versus micro- shear bond strength test: a finite element stress analysis. *Dent Mater.* 2007; 23(9):1086-92.
  15. Swartz ML. Limitations of in vitro orthodontic bond strength testing. *J Clin Orthod.* 2007 Apr;41(4):207-10.
  16. Braga R, Meira J, Boaro L, Xavier T. Adhesion to tooth structure: a critical review of "macro" test methods. *Dent Mater.* 2010; 26(2): e38-49..

17. Powers J, Kim H, Turner D. Orthodontic adhesives and bond strength testing. *Semin Orthod.* 1997; 3(3):147-56.
18. García M, Vicente HA, Bravo G. Evaluación de la fuerza adhesiva de brackets con bases de diferentes diseños. *Ortod. Esp.* 2016; 54 (2); 27-32
19. Scribante A, Contreras-Bulnes R, Vallittu P. Orthodontics: Bracket Materials, Adhesives Systems, and Their Bond Strength. *Biomed Res Int.* 2016. 3
20. Cal Neto J, Calasans-Maia JA, Almeida N, Rohen H. Effect of a metal primer on the adhesive interface between composite and lingual brackets. *J Contemp Dent Pract.* 2013;14(6):1106-8.
21. Keizer S, Ten Cate J, Arends J. Direct bonding of orthodontic brackets. *Am J Orthod.* 1976; 3(3):318-27.
22. Mondenelli A. Estudo comparativo da resistência adesiva da interface resina/braquete, sob esforços de cisalhamento empregando três resinas compostas e três tipos de tratamento na base do braquete. *Dental Press J Orthod.* 2007; 12(3):111-125
23. Pompeo D, Rosário H, Lopes B. Can 10% hydrofluoric acid be used for reconditioning of orthodontic brackets? *Indian J Dent Res.* 2016; 27(4): 383-7.
24. Espinar E, Barrera J, Llamas J, Solano E, Rodríguez D, Gil F. Improvement in adhesion of the brackets to the tooth by sandblasting treatment. *J Mater Sci Mater Med.* 2012; 23(2):605-11.
25. Al-Shamsi A, Cunninghamb J, Lameyc P. Shear Bond Strength and Residual Adhesive after Orthodontic Bracket Debonding. *The Angle Orthodontist.* 2006; 76(4) 694-699

26. Sharma-Sayal SK1, Rossouw PE, Kulkarni GV, Titley KC. The influence of orthodontic bracket base design on shear bond strength. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003;124(1):74-82.
27. Eminkahyagil N, Arman A, Cetinşahin A, Karabulut E. Effect of resin-removal methods on enamel and shear bond strength of rebonded brackets. *Angle Orthod.* 2006; 76(2): 314-21.
28. Pantoja M, Saravia M. Pantoja M, Saravia M. The effect of surface treatment with aluminum oxide of different particle sizes on the resistance to microtension of a laboratory resin. *Rev Cient Odontol.* 2018; 6 (1): 72-83.
29. Tavares SW, Consani S, Nouer DF, Magnani MB, Nouer PR, Martins LM. Shear bond strength of new and recycled brackets to enamel. *Braz Dent J.* 2006;17(1):44-8.
30. Pickett K, Sadowsky L, Jacobson A, Lacefield W. Orthodontic In Vivo Bond Strength: Comparison with In Vitro Results. *The Angle Orthodontist:* 2001;71 (2) :141-148

**TABLAS Y FIGURAS:**
**Tabla 1**

**Comparación de la resistencia de unión al cizallamiento entre antes y después en los diferentes grupos de microarenado según los tamaños de partículas de  $Al_2O_3$**

<b>Tamaño de partícula</b>		<b>n</b>	<b>Media</b>	<b>DE</b>	<b>P valor</b>
<b>Sin microarenado</b>	<b>Antes</b>	15	2.79	1.91	0.41
	<b>Después</b>		2.40	0.85	
<b>Microarenado 25um</b>	<b>Antes</b>	15	2.17	0.72	< 0.001
	<b>Después</b>		7.53	3.20	
<b>Microarenado 50um</b>	<b>Antes</b>	13	2.13	0.79	< 0.001
	<b>Después</b>		6.86	1.08	
<b>Microarenado 110um</b>	<b>Antes</b>	17	3.37	2.25	< 0.001
	<b>Después</b>		9.34	4.18	

T test muestras relacionadas los grupos con un  $P < 0.001$  presentan una diferencia significativa

**Tabla 2**

**Variación de la resistencia de unión al cizallamiento antes y después del microarenado en diferentes tamaños de partículas de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**

<b>Tamaño de partícula</b>	<b>n</b>	<b>Media</b>	<b>DE</b>	<b>P valor</b>
<b>Sin microarenado</b>	15	0.40	1.82	0.22
<b>Microarenado con 25 um</b>	15	-5.36	2.92	< 0.001
<b>Microarenado con 50 um</b>	13	-4.73	0.91	< 0.001
<b>Microarenado con 110 um</b>	17	-5.97	3.96	<0.001

T test los grupos con un  $P < 0.001$  presentan una diferencia significativa

**Tabla 3**  
**Comparación de la resistencia de unión al cizallamiento entre los**  
**diferentes grupos con microarenado en diferentes**  
**tamaños de partículas de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**

<b>Tamaño de partícula</b>	<b>n</b>	<b>Media</b>	<b>DE</b>
<b>Sin microarenado</b>	15	2.4 <sup>a</sup>	0.85
<b>Microarenado con 25 um</b>	15	7.53 <sup>b</sup>	3.20
<b>Microarenado con 50 um</b>	13	6.85 <sup>b</sup>	1.08
<b>Microarenado con 110 um</b>	17	9.34 <sup>b</sup>	4.18

Prueba de ANOVA de una sola vía y al no presentar grupos homogéneos se utilizó prueba Scheffé.

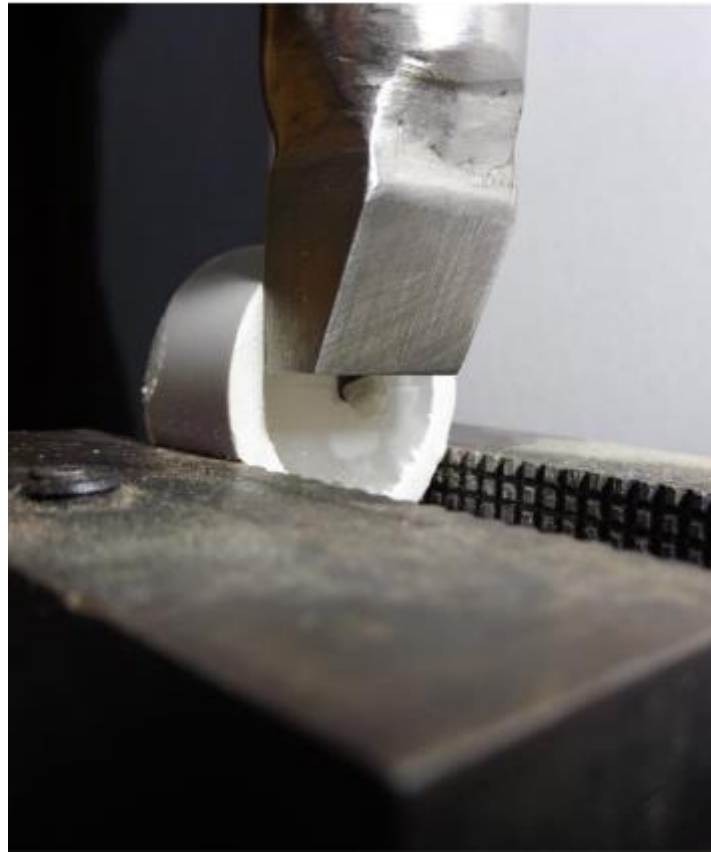
Letras diferentes presentan diferencia significativa  $P < 0.0001$  entre los grupos.



**Figura 1.**

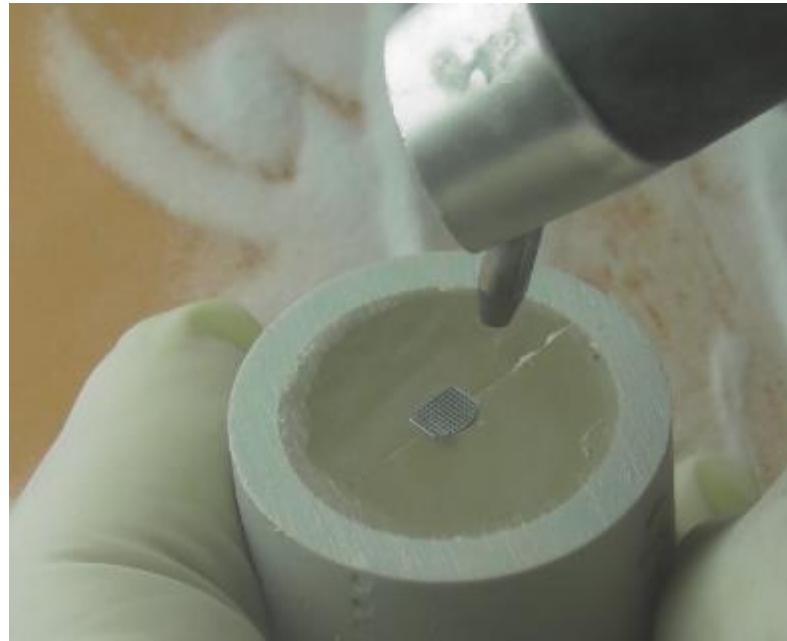
A. Muestra con el bracket en el centro del tubo. B. Muestra con el adhesivo ortodóntico colocado en la malla del bracket.





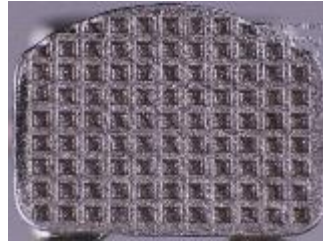
**Figura 2.**

Muestra colocada en la máquina de ensayo universal, Prueba de resistencia de unión al cizallamiento desprendiendo el adhesivo ortodóntico de la base del bracket a una velocidad de 0,5 mm/min.



**Figura 3.** Microarenado con  $\text{Al}_2\text{O}_3$  una muestra con un bracket despegado dentro de una caja de microarenado.

Bracket  
nuevo



sin microarenado



25um



50 um



110 um

**Figura 4.** Imágenes en macrofotografía (focus stacking) brackets nuevo, sin microarenado y los grupos con microarenado de partículas de óxido de aluminio 25 um. 50 um y 110 um.

El setting Cámara cannon 70 D Lente 18-135mm invertido, Iso: 200, diafragma 3.5, velocidad de obturación 125, Iluminación 2 focos Led de 15 watt uno derecho y otro izquierdo distancia aproximada de cada toma 2.5 cm compuesta aproximadamente de 20 a 25 imágenes y se llevan al programa de apilado software Helicon Focus



**COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN**



**CONSTANCIA N° 54 -CIEI-CIENTÍFICA-2019**

El presidente del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Científica del Sur (CIEI-CIENTÍFICA) da constancia que el proyecto de investigación, cuyos datos se registran a continuación, ha sido **aprobado** por el CIEI-CIENTÍFICA.

Código de registro: **232-2018-POS8**

Título: **Comparación de la resistencia al cizallamiento en la interface resina-bracket arenados con diferentes tamaños de partículas de óxido aluminio**



Investigador principal: **Abad Bocangel Salcedo Alcaychahua**

La aprobación del proyecto de investigación implica que el documento presentado a evaluación cumple con los lineamientos de Universidad en materia de investigación y ética, los cuales se sustentan en la normativa internacional vigente.

En tal sentido, esta aprobación carecerá de valor si es que el proyecto de investigación arriba indicado es modificado de cualquier forma. Toda enmienda, añadido, eliminación o eventualidad (eventos adversos, etc.) posterior a la fecha de aprobación debe ser reportado al CIEI-CIENTÍFICA.

La vigencia de la aprobación de este documento es de dieciocho (18) meses (**hasta el 27 de agosto del 2020**), periodo en el que puede desarrollarse el proyecto. Cualquier trámite para su renovación deberá ser enviado antes del término de la vigencia de este documento, debiendo suspenderse todo desarrollo hasta que la renovación sea aprobada.

Villa El Salvador, 28 de febrero de 2019

Méd. Fernando M. Runzer Colmenares  
 Presidente  
 Comité Institucional de Ética en Investigación

T // (511) 610 6400  
 opción 3  
[www.cientifica.edu.pe](http://www.cientifica.edu.pe)

Campus  
 Panamericana Sur  
 km 19 - Lima 42