

Artículo Original/ Original Article

## Resistencia adhesiva al cizallamiento de tres tipos de agentes resinosos utilizados para la adhesión de Brackets en Ortodoncia

### *Adhesive resistance to shear of three types of resinous agents used for the adhesion of Brackets in Orthodontics*

Mercado Grau, Christian Javier <sup>1</sup>  
Penoni Alfonso, Juan Pablo <sup>2</sup>

1. Universidad Autónoma del Paraguay "Pierre Fauchard" Especialista en Ortodoncia y Rehabilitación Oral, UAP.
2. Universidad Autónoma del Paraguay "Pierre Fauchard" Especialista en Rehabilitación Oral, Docentes de la Facultad de Odontología y del Postgrado en Rehabilitación Oral UAP.

---

#### Cómo referenciar este artículo/ How to reference this article

**Mercado Grau, Christian Javier; Penoni Alfonso, Juan Pablo.** Resistencia adhesiva al cizallamiento de tres tipos de agentes resinosos utilizados para la adhesión de brackets en ortodoncia. *Rev. Acad. Scientia Oralis Salutem*. 2021; 2(2): 54-72.

---

#### Resumen

Con el objetivo de evaluar la resistencia adhesiva al cizallamiento de tres tipos de agentes resinosos utilizados para la adhesión de brackets en ortodoncia unidos con tres agentes cementantes una resina autopolimerizable (Prime-Dent One-Step), resina fotopolimerizable (Fill Magic Ortodóntico) y una resina fotopolimerizable convencional para obturaciones (Prime-Dent NANO-HYBRID). Esta investigación según su finalidad es aplicada con enfoque cuantitativo, sustentado en fuentes primarias. Por tratarse de un estudio experimental, se empleó el diseño factorial de corte transversal. La muestra estuvo conformada por treinta (30) piezas dentarias bovinas que fueron divididas en tres grupos. En cada grupo, los brackets fueron unidos con los agentes cementantes a las superficies vestibulares dentarias según las instrucciones del fabricante. Para medir la resistencia al cizallamiento se utilizó una máquina de ensayo universal Instron serie nueve, la misma se programó con una velocidad de 1,00 mm/min de acuerdo a la estandarización ISO que contempla las velocidades de 0.75 +- 0,30 mm/min. Para ensayos de fuerzas de adhesión en forma paralela a la superficie del diente y un rango de fuerza de carga de 0/500 N con una precisión de +- 0,1 N. La herramienta de corte utilizada fue una cuchilla biselada la cual toma contacto con la interfase resina diente., calibrado por el Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología. Como resultado, se comprobó que entre los niveles promedio la resina convencional para restauraciones Prime-Dent Composite Nano- Hybrid presentó mayor valor con 53 Mpa seguido del cemento Prime-Dent One- Step Orthodontic con 37 Mpa y por último el cemento Fill Magic Ortodóntico con 28 Mpa. Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) en concreto, el valor de F 2,27 lleva una p asociada de 0,001. Por tanto, rechazamos la hipótesis nula y concluimos que existe al menos un grupo cuya media es distinta a la media del resto de los grupos. Este valor de p asociado a F corresponde a una distribución F de 2 grados de libertad en el numerador y 27 en el denominador.

**Palabras clave:** Material Dental, Adhesion, Ortodoncia

\***Autor de Correspondencia:** Mercado Grau, Christian Javier [mercado\\_christian@hotmail.com](mailto:mercado_christian@hotmail.com)  
Trabajo de TCC Presentado en la Especialización en Investigación y para optar al título de Doctor en Odontología de la UAP. (2016)

Fecha de recepción: junio 2021. Fecha de aceptación: septiembre 2021



Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una [Licencia Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

**SUMMARY/ ABSTRAC**

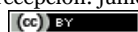
*With the objective of evaluating the adhesive resistance to shear of three types of resinous agents used for the adhesion of brackets in orthodontics joined with three cementing agents, a self-curing resin (Prime-Dent One-Step), photopolymerizable resin (Fill Magic Orthodontic) and a Conventional light-curing resin for fillings (Prime-Dent NANO-HYBRID). This research according to its purpose is applied with a quantitative approach, supported by primary sources. As it is an experimental study, the cross-sectional factorial design was used. The sample consisted of thirty (30) bovine teeth that were divided into three groups. In each group, the brackets were attached with the cementing agents to the dental vestibular surfaces according to the manufacturer's instructions. To measure the shear resistance, an Instron series nine universal testing machine was used, it was programmed with a speed of 1.00 mm / min according to ISO standardization that contemplates speeds of 0.75 + - 0.30 mm / min. For testing adhesion forces parallel to the tooth surface and a load force range of 0/500 N with a precision of + - 0.1 N. The cutting tool used was a beveled blade which makes contact with the resin tooth interface, calibrated by the National Institute of Technology, Standardization and Metrology. As a result, it was found that among the average levels the conventional resin for Prime-Dent Composite Nano-Hybrid restorations presented higher value with 53 Mpa followed by Prime-Dent One-Step Orthodontic cement with 37 Mpa and finally Fill Magic Orthodontic cement with 28 MPa. The results of the analysis of variance (ANOVA) in particular, the value of F 2.27 carries an associated p of 0.001. Therefore, we reject the null hypothesis and conclude that there is at least one group whose mean is different from the mean of the rest of the groups. This p-value associated with F corresponds to an F distribution of 2 degrees of freedom in the numerator and 27 in the denominator..*

**KEYWORDS:** Dental Material, Adhesion, Orthodontics.

---

**\*Autor de Correspondencia:** Mercado Grau, Christian Javier [mercado\\_christian@hotmail.com](mailto:mercado_christian@hotmail.com)  
Trabajo de TCC Presentado en la Especialización en Investigación y para optar al título de Doctor en Odontología de la UAP. (2016)

Fecha de recepción: junio 2021. Fecha de aceptación: septiembre 2021



Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una [Licencia Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

## 1. Introducción

La adhesión en la ortodoncia es muy importante porque además de ser uno de los responsables directos del éxito del tratamiento es también responsable de la transmisión de las fuerzas al diente y a las estructuras de soporte.

En los tratamientos ortodónticos con aparatología fija es necesario adherir el brackets a la estructura dentaria. Para lo cual es determinante el uso de un agente cementante con el correr de los tiempos el desarrollo tecnológico en adhesivos para ortodoncia comenzó a evolucionar a pasos agigantados.

Una de las ventajas para el paciente es que además de conseguir la armonía y el equilibrio dentario es que su tratamiento dure el menor tiempo posible. Además, que no tendrá que realizar pagos extras por reposición de brackets que es un inconveniente del tipo económico para el mismo.

La prótesis dental constituye una alternativa, para la pérdida de la dentadura. Lacouture Quintero, L; Mendoza Duarte, J.; Rivera, Jaime (2012), compararon a través de un estudio in vitro la fuerza y el tipo de falla adhesiva de brackets cementados al

esmalte humano. *En cuanto a la fuerza adhesiva no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ( $p > 0.05$ ), sin embargo, el grupo control presentó valores más altos al ser comparado con el grupo experimental (14,9 MPa vs. 13,9 MPa), el protocolo de ciclaje térmico utilizado en la sublínea de investigación institucional no afectó la fuerza de adhesión y el tipo de falla de brackets cementados a esmalte humano (1).*

Caballero Pachón, A. M. y Cols en el año 2011. Compararon la fuerza y el tipo de falla adhesiva de dos tipos de resinas cementantes para ortodoncia. *Dividieron aleatoriamente veinticuatro primeros premolares superiores en dos grupos: doce para el grupo de resina compuesta (Transbond® XT, 3M Unitek, St. Paul, Minnesota, EE. UU.), y doce para el grupo de resina acrílica (Orthomite® Sun Medical, Miroyama, Japón). Determinaron que la fuerza adhesiva de ambos cementantes fue similar; por lo tanto, ambos materiales podrían ser recomendados para la cementación de brackets en ortodoncia. (2)*

Marruffo Ruiz, E. J. en el año 2011 realizó un estudio para evaluar y comparar el comportamiento tras el descementado de brackets metálicos y

brackets cerámicos con retención mecánica. Existen diferencias significativas en cuanto a la cantidad de fuerza necesaria para lograr el descementado de brackets metálicos y brackets cerámicos con retención mecánica (3,81 MPa para brackets metálicos y 5,05 MPa para brackets cerámicos con retención mecánica).(3)

Jesli Mengoa, D; Vargas Arze, N. en el año 2009 realizaron un estudio in vitro, para comparar la resistencia al cizallamiento de brackets unidos con tres diferentes agentes cementantes. Los resultados mostraron que la resistencia al cizallamiento es significativamente mayor de la resina fotopolimerizable (Transbond.XT)  $8,21 \pm 1,03$  [Mpa] en relación a los otros agentes cementantes; que la resina fotopolimerizable (Transbond.XT)  $8,21 \pm 1,03$  [Mpa] es relativamente comparable con cemento resinoso dual (RelyX U100) con previo grabado ácido  $7,31 \pm 1,34$  [Mpa]; que el cemento ionómero de vidrio modificado (Fuji Ortho LC)  $6,21 \pm 1,32$  con [Mpa] es relativamente comparable con el cemento resinoso dual (RelyX U100) con previo grabado ácido  $7,31 \pm 1,34$  [Mpa] y que el cemento resinoso Dual (RelyX U100) sin previo grabado ácido  $3,71 \pm 1,25$  [Mpa] dio una significativa baja

resistencia al cizallamiento, que con previo grabado ácido y también en relación a los otros agentes cementantes.(4)

Vicente, A. et al. (2005), compararon la resistencia al cizallamiento y la cantidad de adhesivo remanente sobre el diente después de la pérdida de adherencia de los soportes unidos con dos sistemas fotopolimerizables ortodoncia adhesivo de resina (Transbond XT y Luz-Bond) y una resina de doble curado cemento (RelyX Unicem). Nuestros resultados mostraron que el cemento de resina produce una fuerza de unión significativamente más baja que los dos sistemas adhesivos de resina de ortodoncia. También se observó que la resistencia de la unión producida por la luz-Bond fue significativamente mayor que la de Transbond XT. RelyX dejó significativamente menos adhesivo remanente de Transbond XT y Luz-Bond. Entre los dos sistemas de ortodoncia, Luz-Bond dejó significativamente menos adhesivo sobre el diente que Transbond XT.(5)

Sudhir Sharma et al. (2014) realizaron una comparación de la resistencia al cizallamiento de brackets de ortodoncia en condiciones de servidumbre con cuatro diferentes adhesivos

ortodóncicos.. La última generación de imprimación autograbante Xeno V con Xeno Ortho mostró clínicamente aceptable SBS y menos cantidad de adhesivo residual que queda en la superficie del esmalte después de desunión.(6)

Ascensión V. *et al.* (2005) realizó un estudio para comparar la resistencia al cizallamiento y la cantidad de adhesivo remanente sobre el diente después de la pérdida de adherencia de los soportes unidos con dos sistemas fotopolimerizables ortodoncia adhesivo de resina (Transbond XT y Luz-Bond) y una resina de doble curado cemento (RelyX Unicem). el cemento de resina produce una fuerza de unión significativamente más baja que los dos sistemas adhesivos de resina de ortodoncia. También se observó que la resistencia de la unión producida por la luz-Bond fue significativamente mayor que la de Transbond XT. RelyX dejó significativamente menos adhesivo remanente de Transbond XT y Luz-Bond. Entre los dos sistemas de ortodoncia, Luz-Bond dejó significativamente menos adhesivo sobre el diente que Transbond XT.(7)

Samir E. Bishara, *et al.* (2006). Realizaron un estudio para determinar si

un cemento universal es autoadhesivo RelyX Unicem (3M ESPE, Seefeld, Alemania), puede ser utilizado con éxito para unir los brackets al esmalte. Las comparaciones de las puntuaciones de IRA entre los dos grupos ( $\chi^2 = 17,4$ ) indicaron que el modo de fallo soporte fue significativamente diferente ( $P = 0,002$ ) con más adhesivo restante en los dientes unidos con Transbond XT. Conclusiones: El SBS de las necesidades de cemento universal de auto-adhesivo a incrementarse para que pueda ser utilizado con éxito para la unión de brackets ortodóncicos.(8)

Faltermeier, A., Behr, M., & Müssig, D. (2007), compararon los puntos fuertes de cizalla y el adhesivo remanente índice (ARI) las puntuaciones de 1, 2, 3 y adhesivos componentes después de ciclos térmicos.. Las puntuaciones ARI indicaron diferencias significativas entre los grupos. Con mayor resistencia al cizallamiento, 1- adhesivos componentes tienen el potencial para competir con éxito con los adhesivos de 2 ó 3 componentes.(9)

Al-Saleh, M., y El-Mowafy, O. (2010). Determinaron la resistencia al cizallamiento (SBS) de los brackets metálicos y cerámicos con nuevos cementos autoadhesivos. Los valores de

la SBS de soportes cementados con cemento etch-and-enjuague fueron significativamente mayores que those de los 3 cementos autoadhesivos. Sin embargo, cuando el adhesivo de autograbado, sistema de Cemento Esthetic, se utilizó con brackets cerámicos, no se encontraron diferencias significativas en la SBS en comparación con Transbond XT ( $P = 0,052$ ).<sup>(10)</sup>

Chatzistabrou et al, citado por Vicente Gonzalez-Costa Muñoz (2010) han demostrado una estadísticamente significativa mayor cantidad de flúor en esmalte a 2  $\mu\text{m}$  de profundidad bajo brackets adheridos con cemento de vidrio ionómero (Fuji I, de GC) frente a resinas compuestas convencionales (Transbond XT, de 3M). El estudio se realizó "in vivo" sobre premolares a los que se cementaban brackets, y después de 6 meses eran extraídos y analizados con microscopía electrónica.<sup>(11)</sup>

En esta línea, Sinha et al (1997), Compararon dos sistemas adhesivos fotopolimerizables liberadores de flúor con 5 sistemas fotopolimerizables convencionales, por un lado. Y por otro, compararon un sistema adhesivo fotopolimerizable liberador de flúor con 6 sistemas adhesivos fotopolimerizables

convencionales. En los adhesivos fotopolimerizables, uno de los sistemas demostró una resistencia al descementado superior al resto de fotopolimerizables (estadísticamente significativa frente a dos de los convencionales). Con respecto a los autopolimerizables, no había diferencias entre ellos. En cuanto al ARI, dos de los sistemas liberadores de flúor mostraron índices ARI significativamente más bajos que el resto de los adhesivos.

En 2005, Bishara et al, , citado por Vicente Gonzalez-Costa Muñoz (2005), realizaron un estudio "in vitro" sobre 60 dientes, divididos en 3 grupos, en el que se midió la fuerza de adhesión de los brackets al esmalte utilizando en el grupo control un sistema adhesivo de composite fotopolimerizable, y en los otros dos grupos el mismo cemento adhesivo pero sustituyendo la resina líquida por una resina liberadora de flúor (Proseal, de Reliance). Los resultados mostraron que no había diferencias estadísticamente significativas entre las fuerzas de adhesión en los tres grupos. (5)

Lowder et al, citado por Vicente Gonzalez-Costa Muñoz (2008), realizaron un estudio "in vitro" sobre premolares humanos para determinar la

fuerza de adhesión de brackets cementados con Proseal como resina líquida, en combinación con diferentes cementos adhesivos (Transbond XT –de 3M-, Blugloo –de Ormco-, Light Bond –de Reliance- y APC Plus –de 3M-). Como controles se tuvieron los sistemas (resina líquida + cemento adhesivo) Transbond XT y Blugloo. Los valores de fuerza de descementado fueron algo menores en los grupos adheridos con Proseal que en los grupos control, pero siempre mayores de 10 MPa, salvo en el caso de la combinación Proseal + Light Bond, que alcanzó una media de 15,9 MPa, la mayor de todos los grupos estudiados: Podría explicarse por la afinidad química de ambos materiales, dado que son de la misma casa comercial (Reliance).(11)

## 2. Material y Método

Esta investigación según su finalidad, es aplicada. De acuerdo a su profundidad, es un estudio experimental, descriptivo, sustentado en fuentes primarias.

En atención al tipo de estudio, el diseño utilizado fue el de tipo factorial (3 x 1) de carácter experimental (*in vitro*).

En este estudio la población enfocada estuvo integrada por dientes inertes de

bovinos mientras que la población accesible por incisivos centrales inferiores.

Las unidades de análisis fueron los dos tipos de agentes adhesivos utilizados para adherir los brackets a las piezas dentales y una resina convencional fotopolimerizable *Nano-Hybrid* para obturaciones, que luego fueron sometidos a una prueba física de cizallamiento.

La muestra fue seleccionada por el método no probabilístico por conveniencia, considerando los siguientes criterios de inclusión:

- Incisivos centrales Inferiores de bovinos.
- Características anatómicas similares, estructuralmente integras, sin alteraciones visibles de forma y color, con la superficie externa lisa y sin rugosidades muy marcadas, las caras vestibulares debían ser lo más planas posibles sin convexidades exageradas en su superficie y presentar raíces lo más rectas posibles para poder ser incluidos en el cilindro metálico utilizado en la prueba.

**Los criterios de exclusión:** piezas dentarias fracturadas, que no estén

integradas en su totalidad, piezas dentarias pequeñas.

En base a dichos criterios, el nivel de confianza y margen de error establecidos fueron NC 95% y ME 5% respectivamente.

Finalmente la muestra fue conformada y distribuida en tres grupos de la siguiente manera:

**Tabla 1.** Distribución muestral según tipo de adhesivo.

Tipo de adhesivos	Nº de muestras
C1: Cemento resinoso autopolimerizable (Prime- Dent One Step Orthodontic)	10
C2: Cemento resinoso fotopolimerizable (Fill Magic Ortodontico)	10
Resina convencional fotopolimerizable (Prime- Dent NANO HYBRID)	10

Las variables estudiadas fueron:

- *Fuerza de adhesión:*  
Fenómeno físico.<sup>1</sup>
- *Cementos adhesivos autopolimerizables.*<sup>2</sup>
- *Cementos adhesivos fotopolimerizables.*<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Henostroza, Nombres. Título. Lugar: Editorial, año. P. exacta.

El trabajo de campo se realizó aplicando el método de observación directa, apoyada en la técnica de pruebas de laboratorio. Para el efecto, se diseñó una lista de cotejo que posteriormente sirvió de base para la confección y registro en la matriz de datos primarios.

En cuanto a los recursos, el estudio demandó cuanto sigue

#### A) Equipos

- Máquina de Ensayo Universal Instron Serie Ix Automated Material Testing System Instron Corporation.
- Cámaras filmadoras y fotográficas.
- Aparato de luz halógena.
- Dinamómetro



- Dispositivo metálico con cilindro metálico adaptado para la mordaza del dinamómetro.

<sup>2</sup> Uribe

<sup>3</sup> Uribe



**B) Materiales (biológicos e inertes)**

- Dientes bovinos.
- Brackets metálicos.
- Pinceles (micro brush).
- Lozeta de vidrio.
- Pasta para profilaxis.
- Cepillos para profilaxis.
- Gomas de ortodoncia de la elas-o-loop.
- Espátulas para transportar resinas.mini 1 (Thomson).
- Acido acondicionador de esmalte (ácido fosfórico al 37 %).
- Cuchilla biselada metálica adaptada especialmente al dinamómetro.
- Sistema adhesivo de última generación.

**C) Materiales inertes (pruebas)**

Brackets Metálicos:

**Tabla 2.** Especificaciones técnicas de los brackets metálicos.

Nombre	Roth Nickel Free.
Marca	Morelli.
Lote	1824917.
Vencimiento	2023-07
Composición	Nickel Free.

D.1) Para la prueba con cemento C1

Prime-Dent One-Step Orthodontic

**Fotografía 1.** Kit de cementación autopolimerizable. Agente cementante (C1) Prime- Dent One-Step Orthodontic.

**Tabla 3.** Características técnicas del agente cementante. Agente cementante (C1) Prime- Dent One-Step Orthodontic. (C1)

Nombre	Prime-Dent (One Step Orthodontic Adhesive Bonding Sistem).
Marca	Prime-Dent
Tipo	Densidad estandarizada de 14J/cm2
Lote	KQA28R
Vencimiento	2017-01.
Composición	<p>a. 5gr paste</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Syringes.paste 5mg</li> <li>- lote UA04R</li> <li>- Vencimiento 2017-01.</li> </ul> <p>b. 5ml Primer Prime-dent 5ml</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- lot JK08Q</li> <li>- Vencimiento 2017-01.</li> </ul> <p>c. 3ml Etchant Liquid 37% Phosphoric Acid 3ml.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- lote CA21R</li> <li>- Vencimiento 2017-01.</li> </ul>



D.2) Para la prueba con cemento C2



**Fotografía 2.** Agente cementante (C2)  
Fill Magic Ortodóntico

**Tabla 4.** Características técnicas del agente cementante Fill Magic Ortodóntico. (C2)

Nombre	Fill Magic Ortodóntico.
Marca	Coltene.
Lote	1403203.
Vencimiento	06/2017
Composicion	a. 3 jeringas de fill magic ortodontico con 1,4g  b. 1 jeringa de Magic Acid 37% Coltene con 2,5 ml - Lote 1403203 - Vencimiento 06/2017

**Fotografía 3.** Resina (R1) Composite para restauraciones – Ácido fosfórico 37%- Adhesivo.

D.3) Prueba de Resina R 1:

**Tabla 5.** Resina: Prime-Dent Nano-Hybrid Composite.

Nombre	Prime-Dent Composite Nano-hybrid
Marca	Prime-Dent
Lote	JK17R.
Vencimiento	2017-11.
Composicion	Composite Resin-Based Dental Restorative Material Nano-Hybrid 4mg.



D.3.1) Ácido

**Tabla 6.** Especificaciones técnicas del ácido Prime - Dent

Nombre	Etchant liquid
Marca	Prime-Dent
Lote	CA21R
Vencimiento	2017-01
Contenido	3ml
Composición	37% Phosphoric Acid 3ml

D.3.2) Adhesivo

**Tabla 7.** Especificaciones técnicas del Adhesivo Magic BOND DE.

Nombre	Magic BOND DE (con fluor)
Marca	Coltene.
Lote	1401196.
Vencimiento	05/2016.
Composicion	<u>Composite</u> Resin-Based Dental Restorative Material Nano-Hybrid 4mg.

Ventajas	a)- Fotopolimerizador LED que ahorra tiempo. b)- Productivo funcionamiento con cable. c)- Duradera fuente de luz. d) - Curing modes .High Power, Soft Start, Low Power.
----------	--

Características del Aparato Para realizar la foto polimerización:

**Fotografía 4.** Aparato fotopolimerizador LED Blue Phage C8

**Tabla 7.** Características técnicas del Aparato fotopolimerizador LED Blue phage C8

Nombre	Blue Phage C8
Fabricante	Ivoclar Vivadent.
Potencia	800mW/cm2+-10%.
Longitud de onda	385-515nm.
Voltage operativo	100-240 VAC/ 50-60HZ.

En relación a los procedimientos, para el estudio de la variable resistencia adhesiva se realizó el test piloto que permitió la determinación de los factores de variación y los respectivos niveles. También permitió el control de los factores no interesantes para el estudio.

Fueron seleccionados dientes incisivos inferiores bovinos en un total de 30. Las piezas dentarias se lavaron con agua para eliminar restos de sangre; para su conservación se introdujeron en frascos de vidrio con solución fisiológica que se cambió periódicamente para evitar el deterioro hasta el momento de la ejecución del estudio, la muestra fue dividida en 3 grupos de forma aleatoria, cada uno conformado por diez piezas dentales.

**GRUPO 1**



6.- Colocación del bracket en la superficie del diente, ajustado en su posición final y presionado contra el diente, retirado del exceso de adhesivo con una sonda alrededor de la base del bracket, sin mover este.



**Fotografía 6.** Materiales utilizados para el Grupo 2.

7.- Se fotopolimerizó cada bracket durante 10 segundos por cada lado, de oclusal a mesial, distal y gingival.

### GRUPO 3

En este grupo los brackets fueron pegados utilizándola resina convencional para obturaciones Prime-Dent Composite Nano-Hybrid siguiendo las instrucciones del fabricante

1.- Después de la profilaxis con pasta de pulido y enjuague con agua.

2.- El esmalte se acondicionó aplicando grabado ácido al 37% durante 20 segundos.

2.- Enjuague con agua y secado completamente con aire.

3.- Aplicación de una capa delgada y uniforme de adhesivo sobre el esmalte, aplicación de un chorro de aire suave 2 segundos, luego se procedió a la fotopolimerización del adhesivo durante 10 segundos.

4.- Realizamos la colocación del adhesivo por la base del bracket, y eliminamos el excedente de adhesivo con un chorro de aire suave durante 2 segundos.

5.- Se procedió a la fotopolimerización del adhesivo a la base del brackets durante 10 segundos.

6. Se aplicó la resina sobre toda la base del bracket, cubriéndola completamente, se presionó firmemente el bracket contra la superficie del esmalte. Utilizando una sonda se eliminó el exceso de material.

7.- Se fotopolimerizó cada brackets durante 10 segundos de oclusal, mesial, distal, y gingival.

En cuanto a la mecánica de cizallamiento, ésta consistió en una prueba mecánica de precisión, el ensayo se realizó en el Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología (INTN) Asunción-Paraguay, en coordinación con la Lic. en Tecnología de Producción Nancy Melgarejo.

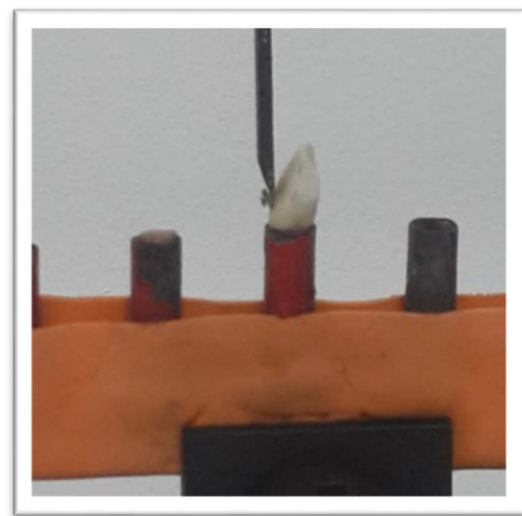


**Fotografía 7.** Materiales utilizados para el Grupo 3.

Utilizando los dispositivos confeccionados por el Dr. Juan Pablo Penoni para realizar la prueba de cizallamiento. Para colocar los cuerpos de prueba en la maquina Instron fue necesario colocarlos en un dispositivo cilíndrico especialmente diseñado para el efecto, en el cual se alojaron y aseguraron en una posición conveniente. Las brackets adheridos a cementos resinosos para ortodoncia y la resina convencional posteriormente fueron sometidas a la fuerza de cizalla.

La Máquina se programó con una velocidad de 1,00 mm/min. De acuerdo a

la estandarización ISO que contempla velocidades de 0,75 +- 0,30 mm/min. Para ensayos de fuerzas de adhesión en forma paralela a la superficie del diente (Shear strength) y un rango de fuerza de carga de 0/500 N con una precisión de +- 0,1 N. La herramienta de corte fue una cuchilla biselada la cual toma contacto con la interfase resina diente.



**Fotografía 8.** Dispositivo cilíndrico y cuchilla biselada adaptada por el Dr. Juan Pablo Penoni



**Fotografía 9.** Prueba al cizallamiento

En cuanto al procesamiento de los datos, una vez realizadas las mediciones en cada grupo, éstos fueron registrados en Kilogramos, posteriormente, una vez realizada la prueba mecánica de Cizallamiento, fueron convertidos a Megapascuales y vaciados a fichas de trabajo.

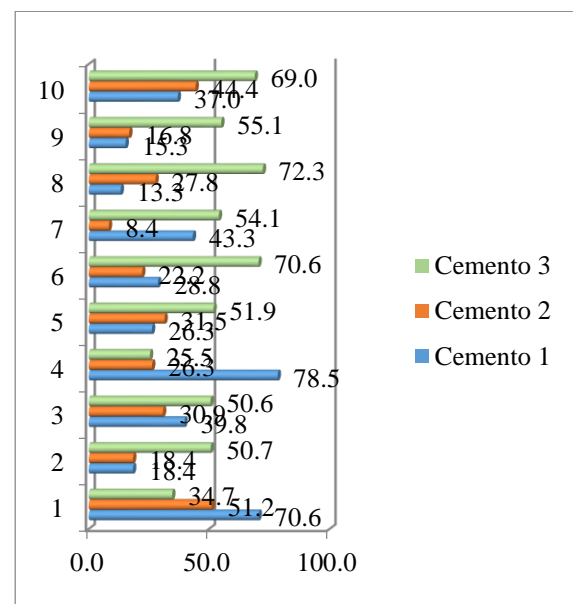
Todos los datos fueron procesados utilizando tablas de doble entrada y analizados a través de la estadística descriptiva, determinando frecuencias, promedios, desviación estándar, varianza y ANOVA.

La desviación estándar ( $\sigma$ ) mide cuánto se separan los datos. La fórmula es fácil: es la raíz cuadrada de la varianza.

Mientras que la varianza es el cuadrado de la desviación estándar ( $\sigma^2$ )

La prueba ANOVA es una prueba paramétrica que requiere una serie de supuestos para poder ser aplicada correctamente. Para este estudio sirvió no solo para expresar las dispersiones o varianzas de los grupos, sino también para estudiar sus medias y la posibilidad de crear subconjuntos de grupos con medias iguales. Los resultados fueron expuestos a través de gráficos de diferentes formas.

### 3. Resultados

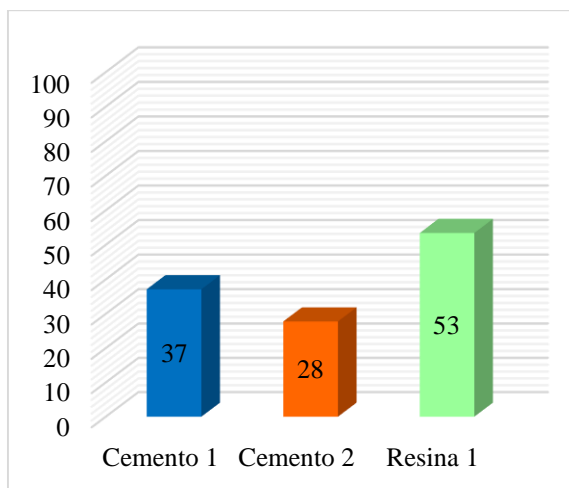


**Figura 1.** Valores resultantes en Mpa de las 30 muestras.

Se observa en el gráfico los valores resultantes en Mpa de las 30 muestras agrupadas en 3 cementos C1, C2, C3 de acuerdo al número de prueba. en donde



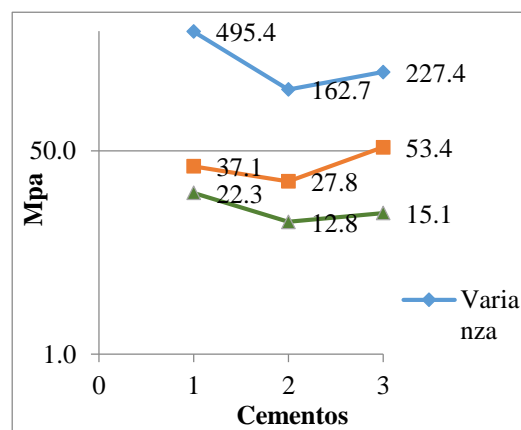
se encontró que el valor más alto de resistencia se registró en la pieza N°4 del cemento C1 con 78,5 Mpa y el valor más bajo en la pieza n° 8 con 13,3 Mpa, Seguido del cemento tres C3 con su valor más alto en la pieza n° 8 con 72,3 Mpa y su valor más bajo en la pieza 4 con 25,5 Mpa y por último el cemento 2 C2 con su valor más alto en la pieza 1 con 51,2 y su valor más bajo en la pieza 7 con 8,4 Mpa.



**Figura 2.** Valores promedios de resistencia adhesiva al cizallamiento por número de grupos y tipo de material cementario. (Valor en Mpa).

Se observa que entre los niveles promedio la resina convencional para restauraciones Prime-Dent Composite Nano- Hybrid presenta mayor valor con 53 Mpa, seguido del cemento Prime-Dent One- Step Orthodontic con 37 Mpa y por último el cemento Fill Magic Ortodóntico con 28 Mpa

respectivamente.



**Figura 3.** Gráfico de dispersión

Grupos	Muestras	Suma	Promedio	Varianza
Cemento 1	10	371,3	37,1	495,4
Cemento 2	10	278,0	27,8	162,7
Cemento 3	10	534,4	53,4	227,4
<b>Media total</b>	<b>10</b>	<b>394,6</b>	<b>39,5</b>	<b>39,5</b>

**Tabla 8.** Análisis de tendencia según grupos experimentales.

En la *Tabla 9*, se verifica el resultado de la prueba ANOVA que nos muestra en el programa Excel. Se ha descompuesto la variabilidad total en dos filas: suma de cuadrados inter-grupos (entre los distintos grupos) y suma de cuadrados intra-grupos (dentro de cada grupo). Después de tener las sumas de cuadrados inter e intra grupos, debemos dividirlos por sus correspondientes grados de libertad para de este modo tener sus varianzas.



La suma de cuadrados inter-grupos mide la dispersión de la media de cada grupo respecto de la media total (39,5 en el ejemplo). Como en nuestro estudio tenemos tres grupos, los grados de libertad son 2, se calculan como el número de grupos menos uno. Por tanto la varianza inter-grupos sería  $3370/2$  que es igual a 1685.

La suma de cuadrados intra-grupos mide la dispersión de cada observación respecto a la media de su grupo. Tenemos por tanto cuatro medias una para cada grupo. En nuestro ejemplo los grados de libertad se calculan como número de casos (30) menos número de grupos (3). Por tanto la varianza intra-grupos (también llamada varianza residual) es  $7970/27$  que es igual a 295

Una vez que tenemos calculadas las varianzas inter e intra grupos, sólo nos queda calcular el cociente entre ambas y comprobar si el efecto observado (numerador) es tan grande como para no poder ser explicado por el error aleatorio (denominador). El cociente de ambas varianzas se denomina F.

$$F=1685/295; F=5,71 \text{ (Tabla II).}$$

El valor de la distribución F es conocido y está tabulado, si este estadístico de contraste supera cierto valor crítico,

diremos que las diferencias son estadísticamente significativas.

En concreto, el valor de F 2,27 lleva una p asociada de 0,001. Por tanto rechazamos la hipótesis nula y concluimos que existe al menos un grupo cuya media es distinta a la media del resto de los grupos. Este valor de p asociado a F corresponde a una distribución F de 2 grados de libertad en el numerador y 27 en el denominador

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	3370	2	1685	5,71	0,0	3,4
Dentro de los grupos	7970	27	295			
Total	11340	29				

gl: Grados de libertad;  
F: Estadístico F de Fisher-Snedecor.

**Tabla 9.** Análisis de varianza de un factor (ANOVA)

#### 4. Conclusión

Se determinó que la resistencia al cizallamiento para la adherencia de brackets, utilizando cemento autopolimerizable (C1- marca) fue de 37 Mpa siendo su valor más alto 78, 5 Mpa registrado en la pieza N°4 y el valor más bajo en la pieza n° 8 con 13,3 Mpa, La resistencia al cizallamiento para la adherencia de brackets con cemento fotopolimerizable (C2 MARCA) 27 Mpa, siendo su valor más alto en la pieza 1 con 51,2 y su valor más bajo en la pieza 7 con 8,4 Mpa.

La resistencia al cizallamiento para la adherencia de brackets con resina compuesta híbrida fotopolimerizable (RI MARCA) CON 53 Mpa, siendo su valor más alto en la pieza n° 8 con 72,3 Mpa y su valor más bajo en la pieza 4 con 25,5 Mpa

En cuanto a la comparación de la resistencia adhesiva de tres materiales para adhesión de brackets utilizados se observó que la resina Prime Dent Composite Nano Hybrid es la que ofreció mayor resistencia seguida de Prime Dent One Step Orthodontic y finalmente el cemento Fill Magic Ortodontico

Se considera que la utilización del adhesivo Magic Bond DE pudo haber incidido en el resultado de resistencia al cizallamiento favoreciendo a la resina convencional común.

## 5. Bibliografía.

1. Lacouture Quintero, L; Mendoza Duarte, J. Rivera, J. (2012). Efecto del ciclaje térmico en la fuerza y tipo de falla adhesiva en esmalte humano. *Odontos*. p. 36- 44. Consultado [en línea] 15/10/2014. Disponible en: <http://www.unicieo.edu.co/revistadontos/Odontos39/EFEECTO%20DEL%20CICLAJE%20TRMICO%20EN%20LA%20FUERZA%20Y%20TIPO%20DE%20FALLA%20ADHESIVA%20EN%20ESMALTE%20HUMANO.pdf>
2. Caballero Pachón, A. M. y cols. (2011). Comparación de la fuerza de adhesión y el tipo de falla entre dos cementos de resina para ortodoncia. *Univ. Odontol.* 30(65): 31-39. Consultado (en línea) 15/10/2014. Disponible en: [dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3891444.pdf](http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3891444.pdf)
3. Marruffo Ruiz, Eugenio José. (2011). Estudio comparativo in vitro del comportamiento de brackets metálicos y cerámicos en el descementado. Tesis-Especialización en Ortodoncia. Colegio de Postgrados. Universidad San Francisco de Quito. 117. Consultado (en línea) 19/10/2014. Disponible en: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1497/1/103177.pdf>
4. Jesli Mengoa, Dania; Vargas Arze, Nelson. (2009). Comparación in vitro de la resistencia al cizallamiento de tres agentes cementantes ortodonticos. Tesis de grado –Ortodoncia. La Paz: UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS, FACULTAD DE ODONTOLOGIA. Consultado (en línea) 19/10/2014. Disponible en: <http://bibliotecadigital.umsa.bo:8080/rddu/bitstream/123456789/3334/1/TES-ODONT-0006.pdf>
5. Vicente, Ascensión; Bravo, Luis A. Romero, Martín; Ortiz, Antonio José y Canteras, Manuel (2005) Comparación de la resistencia al corte de Bond de un cemento de resina y dos de ortodoncia Resina Adhesivo Sistemas. *El ortodoncista Ángulo: 75* (1), pp. 109-113. Consultado (en línea) 19/10/2014. Disponible en: <http://www.angle.org/doi/full/10.1043/0003-3219%282005%29075%3C0109%3AACOTSB%3E2.0.CO%3B2>
6. Sudhir Sharma , Pradeep Tandon , Amit Nagar , Gyan Singh P , Alka Singh ,y Vinay K Chugh. Una comparación de la resistencia al cizallamiento de brackets de ortodoncia en condiciones de

- servidumbre con cuatro diferentes adhesivos ortodóncicos J Orthod Sci. 2014 abril-junio; 3 (2): 29-33. Consultado (en línea) 17/11/2014. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4077105/>
7. Ascensión Vicente, L A. Bravo, M Romero, Antonio J. Ortiz, y Manuel Canteras (2005) Comparación de la resistencia al corte de Bond de un cemento de resina y dos de ortodoncia Resina Adhesivo Sistemas. El ortodoncista Ángulo: enero de 2005, Vol.75, No. 1, pp. 109-113. Consultado (en línea) 17/11/2014. Disponible en: <http://www.angle.org/doi/full/10.1043/0003-3219%282005%29075%3C0109%3AACOTSB%3E2.0.CO%3B2>
  8. Samir E. Bishara, Adam W. Ostby, Raed Ajlouni, John F. Laffoon, y John J. Warren (2006) Early Shear Resistencia de unión de un solo paso autoadhesivo en Ortodoncia Brackets. El ortodoncista Ángulo: julio de 2006, Vol. 76, No. 4, pp. 689-693. Consultado (en línea) 11/04/2015. Disponible en: [http://www.angle.org/doi/full/10.1043/0003-3219\(2006\)076\[0689:ESBSOA\]2.0.CO;2](http://www.angle.org/doi/full/10.1043/0003-3219(2006)076[0689:ESBSOA]2.0.CO;2)
  9. Faltermeier, A., Behr, M., & Müssig, D. (2007). A comparative evaluation of bracket bonding with 1-, 2-, and 3-component adhesive systems. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 132(2), 144-e1 Consultado (en línea) 11/04/2015. [http://www.ajodo.org/article/S0889-5406\(07\)00404-0/fulltext](http://www.ajodo.org/article/S0889-5406(07)00404-0/fulltext)
  10. Al-Saleh, M., y El-Mowafy, O. (2010). La fuerza de adhesión de los brackets con nuevos cementos de resina autoadhesivos. American Journal of Orthodontics y Ortopedia dentofacial , 137 (4), 528-533
  11. González-costa M., V. (2013). Estudio Comparativo “in vitro” de la eficacia de la adhesión de brackets a esmalte con adhesivos liberadores y no liberadores de flúor. 154 pp. Consultado el 24 de Marzo de 2015. [En línea] Disponible en: <http://eprints.ucm.es/21608/1/T34534.pdf>
- Consultado (en línea) 11/04/2015  
[http://www.ajodo.org/article/S0889-5406\(09\)01150-0/](http://www.ajodo.org/article/S0889-5406(09)01150-0/)