



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA**

**COMPARACIÓN *IN VITRO* DE LA FUERZA DE
ADHESIÓN DE TRES CEMENTOS UTILIZADOS PARA
ADHERIR BRACKETS METÁLICOS.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
CIRUJANO DENTISTA**

AUTOR

ALVA CONCEPCIÓN, EDITA INES DEL CARMEN

ORCID: 0000-0003-1826-8462

ASESOR

HONORES SOLANO, TAMMY MARGARITA

ORCID: 0000-0003-0723-3491

TRUJILLO – PERÚ

2020

1. TÍTULO

**COMPARACIÓN *IN VITRO* DE LA FUERZA DE ADHESIÓN DE
TRES CEMENTOS UTILIZADOS PARA ADHERIR BRACKETS
METÁLICOS.**

2. EQUIPO DE TRABAJO

AUTOR

Alva Concepción, Edita

ORCID: 0000-0003-1826-8462

Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, Estudiante de
Pregrado, Trujillo, Perú

ASESOR

Honores Solano, Tammy Margarita

ORCID: 0000-0003-0723-3491

Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, Facultad de
Ciencias de la Salud, Escuela Profesional de Odontología
Trujillo, Perú

JURADO

Pairazamán García, Juan Luis

ORCID: 0000-0001-8922-8009

Morón Cabrera, Edward Richard

ORCID: 0000-0002-4666-8810

Córdova Salinas, Imer Duverli

ORCID: 0000-0002-0678-0162

3. HOJA DE FIRMA DEL JURADO Y ASESOR

Mgtr. Pairazamán García, Juan Luis
PRESIDENTE

Mgtr. Morón Cabrera, Edwar Richard
MIEMBRO

Mgtr. Córdova Salinas, Imer Duverli
MIEMBRO

Mgtr. Honores Solano, Tammy Margarita
ASESORA

4. HOJA DE AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme la fuerza necesaria para poder cumplir con mis metas y sobre todo por darme salud para continuar realizando mis sueños.

A mis docentes que con tanto empeño y dedicación me han brindado los conocimientos necesarios para poder ser una buena profesional en el campo de la odontología.

DEDICATORIA

Este trabajo será dedicado a mis padres
y a mi esposo, que con tanto sacrificio
hicieron lo posible para poder cumplir
con esta meta que me propuesto.

A mis hijos, por la gran paciencia
que han tenido en aguantar mi ausencia
por motivos de aprendizaje y por la fuerza
que me brindan día a día para poder seguir
con mis sueños de ser una gran profesional.

4. RESUMEN

El estudio comparó *in vitro* la fuerza de adhesión de tres cementos utilizados para adherir brackets metálicos. El estudio se llevó a cabo en una muestra de 36 premolares extraídos por motivos ortodónticos divididos al azar en tres grupos de estudio para cada cemento utilizado, Transbond XT[®], Biofix[®] y Orthocem[®]. Los brackets fueron cementados según el protocolo de cada cemento. El instrumento utilizado para medir la fuerza de adhesión fue una Máquina de Ensayos Universales, de marca TECNOTEST, y los resultados de la fuerza fue medida en megapascuales (MPa). La resistencia adhesiva fue comparada a través del análisis de varianza (ANOVA), complementándose con la prueba de comparaciones múltiples de Duncan, después de evaluar los supuestos de normalidad por la prueba de Shapiro wilk. La significancia fue considerada si $p < 0.05$. Los resultados indicaron que, el cemento Transbond XT[®] obtuvo una fuerza de 13.36 MPa, para Biofix[®] fue 7.32 MPa y para Orthocem[®] fue 4.75 MPa. En conclusión, el cemento Transbond XT[®] presentó mayor fuerza *in vitro* de adhesión en brackets metálicos en comparación a los cementos Biofix[®] y Orthocem[®].

Palabras clave: Adhesión, brackets, cementos.

ABSTRACT

The *in vitro* study compared the bond strength of three cements used to bond metal brackets. The study was carried out on a sample of 36 premolars extracted for orthodontic reasons randomly divided into three study groups for each cement used, Transbond XT®, Biofix® and Orthocem®. The brackets were cemented according to the protocol for each cement. The instrument used to measure the adhesion force was a Universal Testing Machine, brand TECNOTEST, and the results of the force were measured in megapascals (MPa). Adhesive strength was compared through analysis of variance (ANOVA), complementing with Tukey's multiple comparison test, after evaluating the assumptions of normality by the Kolmogorov-Smirnov test and homogeneity of variances by the Levene test. Significance was considered if $p < 0.05$. The results indicated that the Transbond XT® cement obtained a strength of 13.36 MPa, for Biofix® it was 7.32 MPa and for Orthocem® it was 4.75 MPa. In conclusion, the Transbond XT® cement presented greater *in vitro* bond strength in metal brackets Biofix® and Orthocem®.

Keywords: Adhesion, brackets, cements.

6. CONTENIDO

1. Título de la tesis.....	i
2. Equipo de trabajo.....	ii
3. Hoja de firma del jurado y asesor.....	iii
4. Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria.....	iv-v
5. Resumen y abstract	vi-vii
6. Contenido	viii
7. Índice de gráficos, tablas y cuadros	ix-x
I. Introducción.....	1
II. Revisión de literatura	4
III. Hipótesis.....	28
IV. Metodología.....	29
4.1. Diseño de la investigación	29
4.2. Población y muestra	29
4.3. Definición y operacionalización de variables e indicadores	31
4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	32
4.5. Plan de análisis	38
4.6. Matriz de consistencia	39
4.7. Principios éticos	40
V. Resultados	41
5.1 Resultados.....	41
5.2 Análisis de resultados	44
VI. Conclusiones.....	47
Aspectos complementarios	47
Referencias bibliográficas	48
Anexos	55

7. ÍNDICE DE GRÁFICOS Y TABLAS

Tabla 1: Determinar fuerza de adhesión *in vitro* de tres cementos utilizados para adherir brackets metálicos.....34

Tabla 2: Comparación *in vitro* de la fuerza de adhesión *in vitro* de tres cementos utilizados para adherir brackets metálicos.....36

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Determinar fuerza de adhesión *in vitro* de tres cementos utilizados para adherir brackets metálicos.....35

I. Introducción

Durante las últimas décadas, la odontología ha sufrido grandes desafíos en relación a la ortodoncia, ya que durante mucho tiempo se ha buscado encontrar un cemento ideal, capaz de garantizar la permanencia de los brackets en la superficie dental. Para los odontólogos, estos cementos deben ser capaces de soportar las fuerzas de tracción, torque y cizallamiento, debe ser lo suficientemente resistente para soportar las fuerzas de masticación, sin embargo, también debe permitir el retiro seguro de los brackets sin dañar la superficie dental.¹

La fuerza de tracción es provocada por una carga que tiende a estirar un cuerpo, como puede darse en el caso de masticar un caramelo pegajoso que puede despegar los brackets. La fuerza de cizallamiento resiste el desplazamiento de una parte de un cuerpo sobre otro, como al aplicar una fuerza sobre la superficie del esmalte con un instrumento con bordes afilados, paralelamente a la interfase entre el esmalte y el bracket, por el cual provoca un despegue a causa de la fuerza de cizallamiento.²

Un bracket despegado puede producir movimientos indeseados de las piezas dentarias, además, del atraso del tratamiento ortodóntico, y la pérdida de tiempo por parte del paciente y el profesional, al regresar a la consulta dental para la adhesión del bracket.

En la actualidad, la industria odontológica ha creado innovadores materiales para el cementado de brackets dentales, y no sólo se han preocupado por el aspecto estético que pueda proveer el material, sino, también contienen diversas características y propiedades, tales como

fuerza de adhesión, fácil manejo y un mejor tiempo de trabajo.² Además, el profesional debe seguir las recomendaciones que indica el fabricante de cada material.

Durante los últimos años, en nuestro país, existe una gran cantidad de pacientes que acuden al servicio de ortodoncia, deseando eliminar las maloclusiones o mejorar la estética dental; obteniendo una mayor demanda el uso de ortodoncia fija, sin embargo, los problemas de adhesión que han presentado los cementos para brackets, hacen que su uso sea más meticuloso y el profesional siempre busca nuevas alternativas para solucionar estos efectos indeseados sobre la adhesión.

Es por ello, que el objetivo de este trabajo de investigación fue comparar la fuerza de adhesión *in vitro* de tres cementos utilizados para adherir brackets metálicos.

El presente estudio es de gran interés, porque nos permite aportar un nuevo conocimiento a la comunidad odontológica sobre la resistencia adhesiva de tres cementos: Transbond XT[®], Biofix[®] y Orthocem[®]; ya que la mayoría de profesionales se ve influenciado por el mercadeo y publicidad de las casas comerciales que por un estudio científico que ayude a determinar la resistencia de las mismas. Por el cual, el estudio se llevó a cabo en una muestra de 36 premolares extraídos por motivos ortodónticos divididos en tres grupos de estudio para cada cemento utilizado. Los brackets fueron cementados según el protocolo de cada cemento. El instrumento utilizado para medir la fuerza de adhesión en este estudio fue una máquina de ensayos universales, de marca

TECNOTEST, y los resultados de la fuerza fueron medidos en megapascales (MPa). Los resultados indicaron que, el cemento Transbond XT[®] obtuvo una fuerza de 13.36 MPa, para Biofix[®] fue 7.32 MPa y para Orthocem[®] fue 4.75 MPa. En conclusión, el cemento Transbond XT[®] mostró mayor fuerza de adhesión *in vitro* a diferencia de Biofix[®] y Orthocem[®] para adherir brackets metálicos.

II. Marco teórico conceptual

2.1 Antecedentes

Aceijas G, et al.³ (Trujillo, Perú, 2019) El trabajo fue, “Comparación in vitro de la resistencia adhesiva de tres tipos de resinas para ortodoncia en el cementado de brackets metálicos”, y tuvo como objetivo comparar la fuerza de adhesión de resinas ortodónticas en la cementación de brackets. El estudio se llevó a cabo en una muestra de 39 premolares humanos extraídos por motivos ortodónticos, a las cuales se les cementó los brackets metálicos con resinas Transbond XT, Filmagic y Orthocem. Para determinar la fuerza de adhesión se aplicó una fuerza de cizallamiento en sentido oclusal del diente; de arriba hacia abajo y directamente en la superficie de soporte del bracket a una velocidad de 0,5 mm / min. Los resultados indicaron que la resina Transbond XT obtuvo una resistencia de 6.7 MPa, Filmagic obtuvo 5.1 MPa y Orthocem obtuvo 6.8 MPa. En conclusión, Transbond XT y Orthocem obtuvieron mayor fuerza de adhesión.

Iglesias R, et al.⁴ (México, 2019) El trabajo fue, “Estudio comparativo de la resistencia al desprendimiento de brackets entre dos sistemas adhesivos”, y tuvo como objetivo determinar la fuerza de adhesión de los brackets metálicos cementados con Transbond XT. El estudio se llevó a cabo en una muestra de 30 premolares humanos extraídos por motivos ortodónticos, los cuales fueron cementados con Transbond XT y fuji ortho, 3M Unitek. Para medir la fuerza de adhesión se utilizó una

máquina de ensayos universales Instron, la cual otorgó resultados en Megapascuales (MPa). Los resultados indicaron que el Grupo A resina Transbond XT MIP (3M Unitek) obtuvo un promedio de 8.01MPa, y el Grupo B ionómero de vidrio modificado con resina Fuji Ortho (GC) obtuvo un promedio de 7.14MPa. En conclusión, los brackets cementados con Transbond XT obtuvieron mayor fuerza de adhesión que Fuji ortho.

Huaita J, et al.⁵ (Lima, Perú, 2018) El trabajo fue, “Comparación de la fuerza de adhesión de tres cementos para ortodoncia en esmalte humano”, y tuvo como objetivo comparar la fuerza de adhesión de tres cementos ortodónticos. El estudio se llevó a cabo en una muestra de 45 premolares humanos extraídos por motivos ortodónticos, a los cuales se cementó con brackets metálicos usando Transbond XT, Heliosit-Orthodontic y Orthocem. Para determinar la fuerza de adhesión se utilizó una máquina de ensayos universales y los resultados fueron colocados en Megapascuales (MPa). Los resultados indicaron que el cemento Transbond XT obtuvo una fuerza de adhesión de 6.88 MPa, Heliosit-Orthodontic obtuvo 6.25 MPa y Orthocem obtuvo 5.07 MPa. En conclusión, el cemento Transbond XT obtuvo mayor fuerza de adhesión que Orthocem.

Shaik J, et al.⁶ (India, 2018) El trabajo fue, “Evaluación in vitro de la resistencia al cizallamiento de los brackets de ortodoncia unidos con

diferentes adhesivos”, y tuvo como propósito determinar la fuerza de adhesión de brackets. El estudio se llevó a cabo en una muestra de 100 premolares extraídos ortodónticamente, a los cuales se les cementó los brackets metálicos utilizando Transbond Plus y Transbond XT. Para determinar la fuerza de adhesión se utilizó una máquina se ensayos universales que otorgó valores en Megapascales (MPa). Los resultados indicaron que Transbond Plus mostró una mayor fuerza de unión al cizallamiento de 8,92 MPa sobre Transbond XT de 7,24 MPa. En conclusión, Transbond XT presentó buena fuerza de adhesión de brackets, sin embargo, Transbond Plus obtuvo mayor fuerza de adhesión.

Carrillo I, et al.⁷ (México, 2017) El trabajo fue, “Comparación de la resistencia al descementado de brackets metálicos adheridos con una resina fluida, una bioresina y una resina convencional”, y tuvo como objetivo comparar la fuerza al descementado de brackets adheridos con resina fluida, una bioresina y una resina convencional. El estudio se llevó a cabo en una muestra de 90 premolares humanos extraídos por motivos ortodónticos, a los cuales se les colocó brackets de metal y fueron cementados con resina fluida Beautifil Flow plus, bioresina Biofix y resina Transbond plus color change, luego de ser polimerizados, fueron sometidos a fuerzas de cizalla para evaluar la fuerza de adhesión por MPa (megapascales). Los resultados indicaron que, el grupo de Biofix obtuvo una media de 11.37 MPa, el grupo de

Transbond fue 12.45 MPa y la resina fluida 12.76 MPa. En conclusión, se observó una pequeña diferencia entre estos tres productos, pero no fueron estadísticamente significativos.

Aguilar V, et al.⁸ (Arequipa, Perú, 2017) El trabajo fue, “Estudio In vitro de la resistencia al cizallamiento de sistemas de adhesión no tradicionales usados en el cementado de brackets ortodónticos, Arequipa 2017”, y tuvo como objetivo evaluar la fuerza de adhesión de brackets metálicos utilizando tres productos de adhesión. El estudio se llevó a cabo en 30 premolares sanos extraídos por razones ortodónticas, se lavaron y secaron, luego se colocaron los brackets según el tipo de material a utilizar, resina Z100 de 3M, Alpha-dent composite y como grupo control se utilizó el cemento Orthocem. Luego de ser cementados y polimerizados, fueron sometidos a fuerzas de cizalla para evaluar la fuerza de adhesión. Los resultados indicaron que, la resina Z100 obtuvo una media de 9.172 MPa, Alpha-dent 9.006 MPa y Orthocem obtuvo una media de 10.665 MPa. En conclusión, las resinas presentaron resistencia a la fuerza de cizallamiento similares a las de Orthocem.

Ramírez D, et al.⁹ (México, 2014) El trabajo fue, “Comparación de fuerza de adhesión de dos sistemas ortodónticos con afinidad a la humedad en dos condiciones de superficie del esmalte”, y tuvo como objetivo comparar la fuerza de adhesión de brackets cementados con dos sistemas adhesivos. El estudio se llevó a cabo en 100 premolares

extraídos, los brackets fueron cementados con Smarbond, Transbond XT y Transbond MIP y la fuerza de adhesión fue medida por cizalla. El estudio se realizó en 5 grupos de estudio, para lo cual, algunos grupos fueron contaminados con saliva artificial. Como resultados se obtuvo que el cemento Transbond MIP con el adhesivo hidrofílico MIP en la superficie del esmalte seco (grupo 1) presentó valores más altos (19.71 MPa) estadísticamente significativos ($p < 0.05$), comparado con todos los grupos evaluados. Sin embargo, ambos grupos presentaron un descenso en su fuerza de adhesión (6.77 y 6.89 MPa, respectivamente) estadísticamente significativa ($p < 0.05$) comparada con el grupo control. En conclusión, los resultados indicaron que, los cementos Transbond XT y MIP obtuvieron valores de resistencia más alto en esmalte seco.

Sigüencia V, et al.¹⁰ (México, 2014) El trabajo fue, “Estudio in vitro de la resistencia a la tracción de tres tipos de resinas fotopolimerizables para ortodoncia, en brackets metálicos a esmalte dental humano”, y tuvo como objetivo determinar la fuerza de adhesión de brackets metálicos cementados con Transbond XT. El estudio se llevó a cabo en una muestra de 60 premolares extraídos por motivos ortodónticos, los cuales se cementó los brackets utilizando Transbond XT, Green Gloo y Heliosit. Para determinar la fuerza de adhesión los grupos se sometieron a tracción utilizando el tensómetro universal. Los resultados indicaron que GreenGloo obtuvo una fuerza de adhesión media de 7,57 MPa, seguida de la resina Transbond XT con una media de 7,44 MPa y por

último la resina Heliosit con una media de 6,89 MPa. En conclusión, el cemento Transbond XT obtuvo gran fuerza de adhesión a brackets.

Caballero A, et al.¹¹ (Colombia, 2011) El trabajo fue, “Comparación de la fuerza de adhesión y el tipo de falla entre dos cementos de resina para ortodoncia”, y tuvo como objetivo determinar la fuerza de adhesión a brackets. Para dicho estudio se usaron 24 premolares superiores, divididos en dos grupos: grupo de resina compuesta (Transbond XT) y el grupo de resina acrílica (Orthomite). A los dientes se les cementaron brackets metálicos. Para determinar la fuerza de adhesión se utilizó una máquina de ensayos universales de marca Instron para ejercer la fuerza de cizallamiento la cual otorgó valores en Megapascales (MPa). Los resultados indicaron que Transbond XT obtuvo una fuerza de adhesión de 21.4 MPa y Orthomite obtuvo 18.4 MPa. En conclusión, Transbond XT presentó mayor fuerza de adhesión que Orthomite en brackets metálicos.

2.2 Bases teóricas de la investigación

2.2.1. La adhesión

La adhesión, es el fenómeno mediante el cual dos superficies en contacto se mantienen unidas por una fuerza de atracción establecida entre sus moléculas, por unión química o mecánica.

- Adhesión mecánica: se da cuando una de las partes penetra entre las irregularidades que tiene la otra y quedan tabladas.²
- Adhesión química: se produce cuando las partes entran en contacto, por medio de la fuerza obtenida por la formación de uniones químicas entre las superficies que se van adaptar entre sí, debido a un contacto íntimo.²
- Debido a la complejidad del sustrato y sus características, los sistemas adhesivos contienen 3 componentes esenciales, el ácido o acondicionador el cual desmineraliza el esmalte y dentina; alterando o removiendo el barrillo dentinario que se produce durante la preparación dentaria, dando la humedad adecuada en la superficie desmineralizada, predisponiendo así una mejor penetración e infiltración de los monómeros adhesivos en el diente mediante las porosidades y luego un curado adecuado del polímero. El siguiente componente sería el primer; que es un compuesto que presenta moléculas anfifílicas (es decir, con características hidrofílicas e hidrofóbicas) y disolventes, favoreciendo la infiltración de los monómeros hidrófobos adhesivos, especialmente entre las fibrillas colágenas de dentina que son muy hidrofílicas; y finalmente el

adhesivo o también conocido como agente de unión se basa en monómeros hidrofóbicos que se infiltran en la superficie desmineralizada creando una interacción micro-mecánica con el esmalte y la dentina por un lado y capaz de copolimerizar con los monómeros compuestos del otro lado. En esta interacción se forma la base de la interfaz adherida entre el diente y el material restaurador o cementante.²

2.2.2. Adhesión en ortodoncia

Es el nombre que se da a la unión del bracket con resinas adhesivas a la superficie del esmalte. Participan las fuerzas físicas y químicas en el proceso, sin embargo, también interviene el trabajo mecánico como la adhesión entre el polímero de baja viscosidad como el adhesivo y la superficie del esmalte dental.²

Con respecto a investigaciones previas, la fuerza de adhesión mínima para los brackets metálicos varía entre un rango de 5.9 a 7.8 MPa, los cuales son considerados como adecuados para el uso clínico. Además, se resalta que, cuando la fuerza excede a 14 MPa el esmalte dental puede desprenderse.⁷

A. Tipos de adhesión

- a. Mecánica: intervienen factores físicos como poros y rugosidades que hacen interconexión con los materiales de adhesión.

- b. Química: actúan las fuerzas primarias como enlaces iónicos, covalentes, metálicos y fuerzas de Van Der Walls.
- c. Física: forman enlaces entre átomos, en el adhesivo y el adherente.
- d. Híbrida: unión de dos o más de las fuerzas de adhesión.¹²

2.2.3. Cemento

Es una sustancia que sirve para pegar dos cuerpos entre sí. Es la unión física entre dos cuerpos por medio de un material intermedio.¹²

A. Tipos de cemento

- Ionómeros de vidrio: son materiales de la nueva generación, y están compuestos por un polvo que es un vidrio de silicato de aluminio y el líquido es un copolímero de policarboxilato disuelto en agua. Se pueden clasificar en convencionales, ya que tienen polvo y líquido; los anhídridos presentan un poliácido y agua destilada; por último, están los híbridos.¹²
- Cemento fosfato de Zinc: Es un material muy utilizado en ortodoncia, produce una adhesión mecánica ya que rellena las irregularidades que quedan entre las bandas metálicas y los molares. Es un material de cementación muy ácido, muy soluble, tienen fallas en la interfase banda-cemento- esmalte. Dentro de sus ventajas, es de fácil manipulación, bajo costo, algunos presentan flúor.¹²

- Los compómeros: Es una modificación del monómero base de las resinas convencionales por la adhesión de grupos de ácidos carboxílicos llamados composites poliácidos modificados.¹²

B. Fallas en la adhesión

Se producen por contracciones de tensión del material de adhesión, por fallas inherentes a la composición de dentina y esmalte, por la reducción y el humedecimiento por la contaminación superficial, porque la capa de agua está siempre presente en el esmalte y dentina, y porque la capa de adhesivo es grande y gruesa.¹²

2.2.4. Técnicas de adhesión de brackets

- Directa: es cuando el operador pone directamente los brackets en los dientes del paciente. Es la técnica más utilizada por ortodoncistas a nivel del mundo por su facilidad y rapidez al cementar.¹²
- Indirecta: es cuando el operador pone los brackets inicialmente en un modelo de yeso del paciente y luego los traslada a los dientes por medio de cubetas de plástico.¹²

2.2.5. Tipos de cementos a utilizar en este estudio

A continuación los cementos que serán utilizados para el desarrollo de la presente investigación son: Orthocem[®],

Transbond XT® y Biofix®; se hará la descripción de cada uno respectivamente.

Orthocem®



Fig.1

Composición: Contiene monómeros como el BisGMA, TEGDMA y monómeros metacrílicos como fosfatados, estabilizante, canforquinona, co-iniciador y carga nanométrica de dióxido de silicio.¹³

Indicaciones: Fijación de brackets de metal, cerámica y poli carbonato a la superficie del esmalte dental.

Características y ventajas:

- Mayor practicidad no necesita de aplicación de un agente adhesivo (reducción de paso clínico)
- Adecuada Resistencia Adhesiva: adhesividad balanceada para evitar falla adhesiva a lo largo del tratamiento y al mismo tiempo facilitar la remoción del bracket al final del tratamiento
- Consistencia Adecuada: facilita la instalación de los brackets;

- Fotocurable: permite la instalación de los arcos, después del fotocurado en el cemento/adhesivo.
- Resistencia adhesiva: deben ser suficientes para soportar las fuerzas de la masticación, y permitir el control de los movimientos dentales. La fuerza de adhesión debe permitir el desalajo de los brackets sin causar daños en la superficie del esmalte.¹³

Instrucciones:¹³

- Realizar el aislamiento dental
 - Realizar la profilaxis con materiales libres de aceite y lavar con abundante agua, y secar.
 - Grabar la superficie del esmalte con ácido fosfórico al 37% por 15 segundos.
 - Lavar con abundante agua y secar.
 - Aplicar Orthocem sobre la base del bracket y colocarlo en posición sobre el esmalte dental grabado, removiendo el exceso de cemento.
- Fotocurar el adhesivo durante 20 segundos.¹³

Transbond XT 3M®



Fig.2

Adhesivo cuya composición tiene 18 químicos distintos, los cuales desempeñan la función de brindar la propiedad de autograbado, no está indicado para fijar brackets hechos de policarbonato.

- Aislar las piezas dentarias.
- Realizar la profilaxis con pasta o piedra pómez sin aceite, enjuagar y secar.
- Grabar ácido fosfórico durante 15 segundos, lavar y secar.
- Aplicar una fina capa de imprimador en cada superficie del diente que se vaya a adherir los brackets.
- Con la jeringa, aplicar una pequeña cantidad de adhesivo Transbond XT® sobre la base del bracket.
- Colocar el bracket sobre la superficie dental, colocar en posición final y presionar retirando los excesos del adhesivo.

- Fotopolimerizar a una distancia entre 2 a 3 mm en brackets metálicos.¹⁴

Biofix®



Fig.3

Adhesivo para uso ortodóncico, monocomponente, indicado para colocación de brackets metálicos, cerámicos y plásticos a la superficie dentaria. Su composición química contiene: Bisfenol A glicidilmetacrilato (34,78%); Etileno Uretano Dimetacrilato; Carga Inorgánica (41,52%); Dióxido de Titanio; Fluoruro de Sodio y Catalizador.¹⁵

Este agente adhesivo destaca porque presenta flúor (Fluoruro de Sodio = 0,95% de iones Flúor), garantizando una acción profiláctica contra la desmineralización en el área de cementación.¹⁵

Instrucciones de uso:

- Realizar la profilaxis dental con materiales sin aceite.
- Realizar el aislamiento relativo.
- Secar con aire sin aceite.
- Acondicionar con ácido durante 30 segundos, lavar y secar completamente.
- Aplicar Biofix® sobre la base del bracket.
- Colocar el bracket sobre la superficie dental ajustando en posición y presionar.
- Fotocurar el bracket de metal durante 10 segundos para cada cara.¹⁵

2.2.6. Fuerzas ortodónticas

Las fuerzas más aplicadas que consiguen movimientos en ortodoncia son: tensión , compresión, torsión y desplazamiento.

a) Tensión

Es una fuerza que aplicada sobre un cuerpo trata de expandirlo alterando su posición. En ortodoncia las fuerzas de tensión aplicadas en las piezas dentales, dilatan las fibras del ligamento periodontal causando remodelación del hueso alveolar.¹⁶

b) Compresión

Es la fuerza que, al ser aplicado a un cuerpo, lo aprieta tratando de reducir su volumen. Este tipo de fuerzas oprimen las fibras

periodontales, presionando al hueso alveolar, ocasionando cambios en la estructura.¹⁶

c) Torsión

Son las fuerzas que tratan de girar a un cuerpo, modificando su forma al girarlo.¹⁷

d) Desplazamiento o cizallamiento

Es la fuerza de oposición de un cuerpo como respuesta a una fuerza cortante que es tangencial a la superficie sobre la que actúa. También es conocida como la fuerza cortante.¹⁸

2.2.7. Brackets

Son pequeños instrumentos que se adhieren a los dientes con el propósito de mover los dientes a posiciones estéticas y funcionales.¹⁹

Partes

- Base: es aquella que se adhiere a la superficie del esmalte dental, por medio de la resina para que el bracket quede fijado durante el tratamiento.¹⁹
- Aletas: permiten la colocación de los arcos y sujetarlos con las ligaduras metálicas.¹⁹
- Brazo: permite colocar los elásticos de ortodoncia.¹⁹
- Eje longitudinal: Es la ranura vertical del bracket, la cual debe coincidir con la posición del diente en forma vertical.¹⁹
- Ranura: también es conocida como Slot, es donde se ubica el arco ortodóntico.¹⁹

- Punto de orientación: permite identificar y ubicar al bracket en su respectivo lugar.¹⁹



Fig.4 ¹⁹

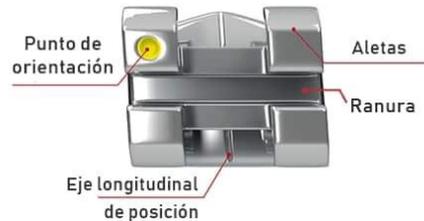


Fig.5 ¹⁹

A. Tipos de brackets

Estos se pueden clasificar de acuerdo al material usado para su composición en: ⁸

- Metálico
- Plástico
- Policarbonato
- Plástico reforzado con fibra de vidrio
- Poliuretano
- Cerámico

Los brackets metálicos son los más usados, aunque para muchos no es tan estético principalmente por su color, pero tienen una mejor retención mecánica en su malla.²¹ Diversos estudios concuerdan que la superficie de la base de los brackets actuales tienen mejor capacidad de adhesión. Siendo una de las

ventajas que presentan los brackets metálicos, en comparación con otro tipo de brackets como los cerámicos es su resistencia, efectividad, biomecánica, biocompatibilidad y menor resistencia a la fricción entre el alambre y el bracket facilitando así el cierre de espacios durante el tratamiento ortodóncico.³

Para realizar el estudio se seleccionó, los brackets en la marca Morelli Roth standard slot 0.22 de procedencia brasilera.



Fig.6

III. Hipótesis

Al comparar *in vitro* la fuerza de adhesión de tres cementos utilizados para adherir brackets metálicos, el cemento Transbond XT[®] presenta mayor fuerza de adhesión en comparación a Biofix[®] y Orthocem[®].

IV. Metodología

4.1 Diseño de la investigación

Experimental: Porque se midió el efecto de la variable independiente sobre la variable dependiente.²⁰

Prospectivo: porque registra la información según ocurran los fenómenos.²⁰ En este estudio, todos los resultados obtenidos serán colocados en una ficha de recolección de datos elaborada por la investigadora.

Transversal: Porque la investigación no sigue una continuidad en el eje del tiempo.²⁰

Analítico: Hay asociación entre las variables y en el presente estudio se comprueba la hipótesis.²⁰

4.2 Población y muestra

La población estuvo conformada por dientes premolares superiores e inferiores.

La muestra estuvo conformada por 36 dientes premolares superiores e inferiores. Se emplearon 12 dientes en cada grupo, empleando la fórmula para comparar promedios, dada por:

$$= \frac{2 \left(Z_{\alpha} + Z_{\beta} \right)^2 S^2}{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)^2}$$

Dónde:

n = tamaño de muestra necesario para cada grupo.

$Z_{\alpha/2} = 1.96$; coeficiente de la distribución normal para un $\alpha = 0.05$

$Z_{\beta} = 0.84$; coeficiente de la distribución normal para un $\beta = 0.20$

$S = 0.87 (\bar{x}_1 - \bar{x}_2)$ el cual es un valor asumido por no haber información sobre los valores paramétricos en estudios similares.

Reemplazando obtenemos:

$$n = 12 \text{ dientes/grupo}$$

Luego la muestra estuvo conformada por $n = 12$ dientes por cada grupo.

DESARROLLO

$$n = \frac{2 \left(Z_{\alpha/2} + Z_{\beta} \right)^2 S^2}{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)^2}$$

$$n = \frac{2(1.96 + 0.84)^2 (0.87 * (\bar{x}_1 - \bar{x}_2))^2}{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)^2}$$

$$n = \frac{2(1.96 + 0.84)^2 (0.87)^2 (\bar{x}_1 - \bar{x}_2)^2}{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)^2}$$

$$n = 2(2.80)^2 (0.87)^2$$

$$n = 2 * 7.84 * 0.76$$

$$n = 11.87$$

$$n = 12$$

Criterios de inclusión

- Dientes extraídos por razones ortodóncicos (premolares)
- Dientes íntegros y sin caries

Criterios de exclusión

- Piezas dentales con restauraciones y con cambios de colores dentales con fracturas.
- Piezas dentales con fracturas

Criterios de exclusión

- Dientes fracturados durante el proceso de experimentación.

4.3 Definición y operacionalización de variables

Variable dependiente	Definición conceptual	Definiciones Operacionales	Indicadores	Valores finales	Tipos de variables	Escala de medición
Fuerza de adhesión	Es el fenómeno mediante el cual dos superficies en contacto se mantienen unidas por una fuerza de atracción establecida entre sus moléculas, por unión química o mecánica. ²	Es la Medición de la fuerza de adhesión a través de la Máquina de Ensayos Universales.	Resistencia al cizallamiento	MPa	Cuantitativa	Razón
Variable independiente	Es el tipo de producto químico empleado para adherir brackets a la superficie del esmalte dental. ²²	Comparación de la fuerza de adhesión de los cementos en MPa	Marca de Cemento resinoso fotopolimerizable	Orthocem® Biofix® Transbond XT®	Cualitativa	Nominal
Cementos						

4.4 Técnica e instrumento de recolección de datos

Técnica:

Observación directa

Instrumento de medición:

El instrumento utilizado en este estudio fue una Máquina de Ensayos Universales, de marca Tecnotest, de una capacidad máxima de carga 600 KN, de sistema hidráulico, de bombeo de aceite (ISO/IEC 17025 y ISO9001), de la Universidad Nacional de Trujillo. La máquina fue calibrada y se presentó una certificación de ello. (Anexo 1). El protocolo de experimentación se realizó en un consultorio dental privado, con una odontóloga con Diplomado en ortodoncia. Además, se utilizó una ficha de recolección de datos diseñada por la investigadora para obtener los datos individualizados, para cada grupo de estudio, en la cual se aplicó tres tipos de cementos para la adhesión de brackets metálicos (Anexo 2). Luego de ello, se comparó la fuerza de adhesión de estos cementos utilizados.

Protocolos:

1. Del permiso de ejecución

Se envió una solicitud al coordinador de la escuela de odontología para que tramite los documentos necesarios al responsable del laboratorio el cual se ejecutó el estudio. (Anexo 3)

Asimismo, el coordinador envió un documento solicitando al responsable del laboratorio para la ejecución del estudio. (Anexo 4)

2. De la extracción de las piezas dentales (premolares)

Las piezas dentales fueron extraídas por motivos ortodóncicos por especialistas en consultorios privados de la provincia de Trujillo.

3. De la preservación de las piezas dentales (premolares)

Las piezas dentarias inicialmente fueron lavadas con agua para eliminar restos de sangre. Luego fueron limpiadas con ultrasonido para retirar los restos de tejido periodontal.⁷ Para su conservación se introdujeron en frascos de vidrio con solución de cloruro de sodio al 0.9%, la cual se cambió periódicamente para evitar el deterioro de los dientes extraídos hasta el momento de la ejecución del estudio.²³. (Anexo 5, figura 1)

4. Protocolo para la cementación de brackets

El proceso de cementación de brackets se realizó en un consultorio dental privado, con una odontóloga con Diplomado en Ortodoncia. (Anexo 6).

Para la adhesión de los brackets, se utilizó una técnica de adhesión directa.

Los dientes fueron preparados de la siguiente manera:

1. Profilaxis del esmalte: se usó piedra pómez la cual se colocó en la cara vestibular de cada uno de los dientes, usando escobillas Robinson y un motor de baja velocidad.¹² El procedimiento se llevó a cabo de manera individual, con una duración de 60 segundos y

luego fueron lavadas y secadas con presión de aire, libre de agua o aceites.¹. (Anexo 5, figura 5)

2. Acondicionamiento del esmalte: Se grabó el esmalte con ácido ortofosfórico marca Prime-dent ® de 37% durante 15 segundos. (Anexo 5, figura 6).
3. Lavado intenso: se lavó la superficie del esmalte con abundante agua a presión por un periodo de 30 segundos por diente. (Anexo 5, figura 7).
4. Secado: se secaron todas las superficies del esmalte desmineralizado con aire a presión de la unidad dental.²³
5. Agente de enlace: Se aplicó una capa delgada de primer Transbond XT con la ayuda del aplicador en la superficie del esmalte, luego se aplicó aire a presión de la unidad dental para conseguir una capa fina.²¹ Finalmente se fotopolimerizó con una lámpara de luz led (woodpecker), durante 20 segundos en cada lado (mesial, distal, cervical). (Anexo 5, figura 8).
6. Aplicación de resina: Se aplicó el cemento adhesivo según los grupos de estudio, en la base de la malla del bracket metálico de marca Morelli en presentación estándar para premolares; los brackets fueron adheridos a la mitad del tercio medio de la cara vestibular de las coronas clínicas de los dientes, por ser la posición más confiable, independiente del tamaño de los dientes. Los brackets estuvieron bien centrados en sentido mesiodistal; como línea de referencia vertical se utilizó el eje vertical o axial de la

corona clínica. La ranura horizontal de los brackets estuvo en ángulo recto o perpendicular al eje axial de cada diente, obteniendo un buen paralelismo radicular final. La investigadora del estudio cementó los brackets. (Anexo 5, figura 9).

- Para primer y segundo premolar superior: la altura promedio de los brackets fue de 4.5 mm de oclusal.
- Para primer y segundo premolar mandibular: la altura promedio de los brackets fue de 4 mm de oclusal.

Se retiró los excesos del cemento con un explorador universal alrededor de la base del bracket, sin moverlo. Luego se fotopolimerizó durante 10 segundos por cada lado, hacia oclusal, mesial, distal y cervical.²²

5. Protocolo para la fabricación de base acrílico y posicionamiento de los dientes.

Al realizar la evaluación de la fuerza de adhesión se elaboraron tres troqueles de acrílico de Autocurado vitacron, con 12 muestras por cada troquel: (Anexo 5, figura 12).

1. En un vaso de precipitación de 50 ml se colocó acrílico de Autocurado en polvo de marca Vitacron 35 ml, luego se agregó monómero en cantidad suficiente para embeber el acrílico el polvo,

vaciándolo en un molde de una figura cuadrangular. (Anexo 5, figura 2), (Anexo 5, figura 3).

2. Cuando el acrílico se encontró en su fase elástica, se colocó los dientes con los brackets ya cementados de manera perpendicular a la base del troquel, hasta el cuello del diente, dejando la corona clínica expuesta, lo cual se obtuvo con la ayuda de una escuadra mediante la determinación de un ángulo de 90° entre la superficie vestibular de la corona y la base del troquel. (Anexo 5, figura 3).
3. El troquel tuvo las medidas de 25 mm de alto, 30 mm de ancho y 70 mm de largo.²¹

6. De la evaluación de la fuerza de adhesión

La fuerza de cizalla se realizó en una máquina de ensayos universales de marca Tecnotest de la UNT, la que otorgó una mejor precisión en este tipo de estudio.

Una vez obtenido el troquel con las muestras de cada grupo de trabajo; se colocó y ajustó un troquel en un dispositivo propio de la máquina.²¹

A cada muestra se acopló un vástago de la máquina, con una terminación afilada, la cual fue colocada entre la base del bracket y la superficie vestibular de la pieza dentaria para ejercer la fuerza de cizalla, descargando dicha fuerza de manera perpendicular a la base del bracket.²³

La fuerza de cizalla se realizó a una velocidad de 0.5 mm/min, una vez que el bracket se desprendió, la máquina se detuvo marcando la fuerza que utilizó. La fuerza aplicada en la interfase entre el esmalte y el bracket fue medida en Mega pascales (MPa).²¹

Conformación de grupos:

Cada grupo de estudio fue de 12 dientes por grupo:

Grupo A: Cemento Orthocem[®]

Grupo B: Cemento Biofix[®]

Grupo C: Cemento Transbond XT[®]

4.4 Plan de análisis

Los datos recolectados fueron incorporados en una base de datos elaborada en IBM SPSS Statistics 24, para ser presentados en tablas con medias y desviaciones estándar de la resistencia adhesiva de los brackets con los tres tipos de cemento.

La resistencia adhesiva fue comparada a través del análisis de varianza (ANOVA), complementándose con la prueba de comparaciones múltiples de Duncan, después de evaluar los supuestos de normalidad por la prueba Shapiro Wilk. La significancia fue considerada si $p < 0.05$.

4.5 Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología	Población
¿Existe diferencia en la fuerza de adhesión <i>in vitro</i> de tres cementos utilizados para adherir brackets metálicos?	<p>Objetivo general: Comparar <i>in vitro</i> la fuerza de adhesión de tres cementos utilizados para adherir brackets metálicos</p> <p>Objetivos específicos: - Comparar <i>in vitro</i> la fuerza de adhesión del cemento Orthocem para adherir brackets metálicos. - Comparar <i>in vitro</i> la fuerza de adhesión del cemento Biofix para adherir brackets metálicos. - Comparar <i>in vitro</i> la fuerza de adhesión del cemento Transbond XT para adherir brackets metálicos</p>	Al comparar <i>in vitro</i> la fuerza de adhesión de tres cementos utilizados para adherir brackets metálicos, el cemento Transbond XT® presenta mayor o menor fuerza de adhesión en comparación a Biofix® y Orthocem®.	<p>Variable dependiente: Fuerza de adhesión</p> <p>Variable independiente: Cementos</p>	<p>Tipo de investigación Cuantitativo</p> <p>Nivel de investigación Transversal y analítico</p> <p>Diseño de la investigación Experimental, prospectivo.</p>	La población estuvo conformada por dientes premolares superiores e inferiores extraídos por motivos ortodóncicos en diversos consultorios dentales de especialistas particulares de la ciudad de Trujillo. La muestra estuvo conformada por 36 dientes premolares superiores e inferiores.

4.6 Principios éticos y legales

Esta investigación no comprende ninguna restricción ética, dado que es un procedimiento *in vitro*, según el protocolo de seguridad de laboratorios y talleres versión 008 aprobado por consejo universitario con resolución N°1329-2019-CU-ULADECH.²⁴ Sin embargo, se realizó siguiendo los parámetros de bioseguridad del laboratorio de Materiales, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Trujillo. Simultáneamente la investigación siguió los principios del código de ética de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, que tiene como propósito guiar la práctica, la conducta y los valores de dicha investigación.²⁵

Se declaran que no existen conflictos de interés que pudieran afectar el curso del estudio o la comunicación de sus resultados.

V. RESULTADOS

5.1 Resultados

Tabla 1: Comparación de la fuerza de adhesión *in vitro* de tres cementos utilizados para adherir brackets metálicos.

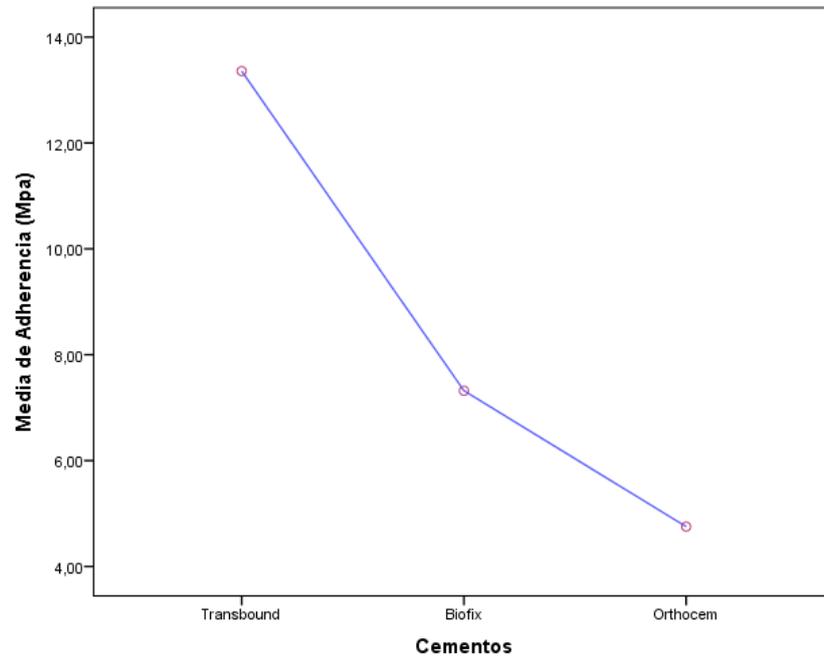
Adherencia (Mpa)	ni	Promedio	Desv. Est.	P
Transbond XT[®]	12	13.36	1.29	0.000
Biofix[®]	12	7.32	0.61	
Orthocem[®]	12	4.75	1.12	

Prueba de ANOVA

Fuente: Datos proporcionados por la escuela de ingenieros de materiales.

INTERPRETACIÓN: La media para la fuerza de adhesión del sistema Transbond XT[®] fue 13.36 MPa. La media para la adhesión del sistema Biofix[®] fue 7.32 MPa, la media para el sistema Orthocem[®] fue 4.75 MPa. Al comparar *in vitro* el cemento Transbond XT[®] presentó mayor la fuerza de adhesión para adherir brackets metálicos.

Gráfico 1: Comparación de la fuerza de adhesión *in vitro* de tres cementos utilizados para adherir brackets metálicos.



INTERPRETACIÓN: Al comparar *in vitro* el cemento Transbond XT[®] presentó el valor más alto de adhesión para adherir brackets metálicos.

Tabla 2: Comparación de la fuerza de adhesión *in vitro* de tres cementos utilizados para adherir brackets metálicos.

<i>Cementos</i>	<i>ni</i>	<i>Grupos para alfa = 0.05</i>		
		<i>G1</i>	<i>G2</i>	<i>G3</i>
<i>Orthocem</i> [®]	12	4.75		
<i>Biofix</i> [®]	12		7.32	
<i>Transbond</i> [®]	12			13.36

Prueba de Duncan

Fuente: Datos proporcionados por la escuela de ingenieros de materiales.

5.2 Análisis de los resultados

Este estudio reporta que al comparar la fuerza de cementación *in vitro* de adhesión de tres cementos utilizados para adherir brackets metálicos, el cemento Transbond XT[®] presenta mayor fuerza de adhesión en comparación que Biofix[®], estos resultados se pudieron dar porque, si bien es cierto Transbond XT[®] presenta un primer (adhesivo) lo que hace que su sistema de adhesión presente mejores resultados ante el desprendimiento del bracket metálico, ya que a comparación de Biofix, las microretenciones no van a ser llenadas perfectamente por éste cemento, por la densidad y tamaño de sus moléculas, sólo van a ingresar en las retenciones más superficiales. Esto explica porque hay mayor adhesión con Transbond XT que con Biofix; ya que todo sistema cementante que tenga un adhesivo va ingresar en las microretenciones más pequeñas y también en las más grandes, por eso todo sistema cementante que contiene un primer (adhesivo) va a tener mejores resultados en cuanto a la fuerza de adhesión.³⁻⁹ Resultados que concuerdan con los encontrados por Aceijas G, et al.³, Iglesias R, et al.⁴, Huaita J, et al.⁵, Shaik J, et al.⁶, Aguilar V, et al.⁸, Ramirez D, et al.⁹ y Sigüencia A, et al.¹⁰ Todos estos estudios evaluaron la fuerza de adhesión de brackets metálicos utilizando Transbond XT[®] en comparación con otros cementos ortodóncicos. Los valores encontrados son similares a los encontrados en la presente investigación, sin embargo utilizaron otros cementos ortodóncicos que tienen excelentes resultados como el estudio de Carrillo I, et al.⁷ en dónde el cemento Transbond

MIP® presentó 19.71, lo cual indica alta resistencia al desprendimiento del brackets metálico, y al evaluar el procedimiento que utilizó el autor, indica que solo con ese tipo de cemento utilizó el adhesivo hidrofílico MIP lo cual puede explicar los altos valores. Así mismo Caballero A, et al.¹¹, en su estudio determinó que el cemento Transbond XT® presentó 21.4 MPa de resistencia al desprendimiento del bracket metálico. Es el estudio que presentó los valores más elevados al igual que con el otro cemento que trabajó. Este hallazgo pueda deberse a que los premolares al ser acondicionados se trataron con una solución de hipoclorito de sodio al 0,5%, posterior a ello se conservaron durante un tiempo inferior a dos meses en solución salina isotónica con una gota de Merthiolate, este último agente mencionado no fue usado en ningún estudio, y es un agente organomercúrico con una reconocida acción antiséptica y antifúngica, su acción como desproteinizante no ha sido bien estudiada, sin embargo es posible que sea esta sustancia la que haya provocado finalmente una fuerte unión entre diente – esmalte y cemento de ortodoncia, ya que al revisar el artículo, el procedimiento para desinfección y colocación del bracket metálico siguió un protocolo común con el presente estudio. No obstante, la fuerza de adhesión mínima para los brackets metálicos varía entre un rango de 5.9 a 7.8 MPa, los cuales son considerados como adecuados para el uso clínico. Además, se resalta que, cuando la fuerza excede a 14 MPa el esmalte dental puede desprenderse.⁷

Al comparar la fuerza de adhesión del cemento Orthocem® con Biofix® para la adhesión de brackets metálicos, se informa que Orthocem® presentó una fuerza de adhesión de 4.75 MPa, este valor no se encuentra dentro del límite a la fuerza mínima de adhesión para brackets, el cual oscila en un rango de 5.9 a 7.8 MPa.⁷ Estos resultados, son muy diferentes al que indica Carrillo I, et al.⁷

Este hallazgo pueda deberse a que Biofix® presenta las partículas de relleno más homogéneas, así mismo menor carga inorgánica, lo cual pueda intervenir en sus propiedades mecánicas, sin embargo no se reflejó afectada la resistencia del desprendimiento del bracket metálico ya que superó el valor recomendado de soporte biomecánico de ortodoncia. Orthocem® no alcanza los valores clínicos requeridos. Estos resultados fueron similares al estudio de Aguilar V, et al⁸, que comparó la fuerza de adhesión de la resina Z100 de 3M y Alpha dent composite® con el cemento Orthocem® en brackets metálicos, el cual demostró una mayor fuerza de adhesión, siendo levemente más resistente que las resinas, estos resultados se pudieron dar, debido a que las resinas presentan similar calidad que el cemento Orthocem®. Asimismo, el estudio de Huaita J, et al.⁵ demostró que el cemento Orthocem® presentó una menor fuerza de adhesión que el cemento Transbond XT®. Estos estudios presentan similitud a nuestro estudio debido a que Orthocem® es un cemento ampliamente utilizado en la cementación de brackets ya que no necesita el uso de adhesivo porque dicho cemento lo contiene,⁵ estos resultados difieren de Aceijas G, et al.³ quien demostró que el cemento

Orthocem[®] obtuvo una fuerza de adhesión similar a Transbond XT[®] de 6.8 MPa y 6.7 MPa respectivamente.

VI. Conclusiones

1. Al comparar *in vitro* la fuerza de adhesión de tres cementos utilizados para adherir brackets metálicos, se demostró que, el cemento Transbond XT® presentó mejor resistencia ante Biofix®.
2. Al comparar *in vitro* la fuerza de adhesión de tres cementos utilizados para adherir brackets metálicos, se demostró que, el cemento Biofix® presentó mejor resistencia ante Orthocem®.

Aspectos complementarios

Se recomienda realizar estudios similares en brackets estéticos.

Se recomienda utilizar agentes desproteinizantes como complemento del sistema de adhesión para lograr mejores resultados.

Referencias bibliográficas

1. Reyes L. Evaluación in vitro de la fuerza de adhesión de brackets a la superficie del esmalte dental empleando 3 tipos de sistemas adhesivos autopolimerizables [Tesis]. Quito: Universidad San Francisco de Quito. Facultad de Odontología; 2007. Disponible en: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/521/1/84624.pdf>
2. López L. Evaluación in vitro de la resistencia a las fuerzas de tracción de brackets metálicos cementados con resina de fotocurado sobre diferentes superficies de materiales de restauración [Tesis]. Quito: Universidad San Francisco de Quito. Facultad de Odontología; 2009. Disponible en: <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/470>
3. Aceijas G, Castillo O. Comparación in vitro de la resistencia adhesiva de tres tipos de resinas para ortodoncia en el cementado de Brackets metálicos [tesis]. Perú: Universidad Privada Antenor Orrego. Facultad de odontología; 2019. Disponible en: http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/5421/1/T_DOCT. ESTO_GERMAN.ACEIJAS_RESISTENCIA.ADHESIVA.RESI NAS_DATOS.pdf
4. Iglesias R, Takiguchi F, Guerrero J, Jiménez E. Estudio comparativo de la resistencia al desprendimiento de brackets entre dos sistemas adhesivos. Rev. Dent. Pac. [Internet] 2019 [Citado el 4 de setiembre 2020]. Disponible en: <https://dentistaypaciente.com/punto-de-vista-127.html>

5. Huaita J, Mauricio F. Comparación de la fuerza de adhesión de tres cementos para ortodoncia en esmalte humano [tesis]. Perú: Universidad Nacional Federico Villarreal. Facultad de odontología; 2018. Disponible en: <http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/2522/Huaita%20Vilca%20Joselin%20Emily%20Stefany.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
6. Shaik J, Reddy R, Bhagyalakshmi K, Shah M, Madhavi O, Ramesh S. In vitro Evaluation of Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets Bonded with Different Adhesives. *Contemp. Clin. Dent.* [Online] 2018 [Cited Set 04; 2020]; 9(2): 289–292. Available in: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5968697/>
7. Carrillo I. Comparación de la resistencia al descementado de brackets metálicos adheridos con una resina fluida, una bioresina y una resina convencional [Tesis]. México: Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de odontología; 2017. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/67858/PROYECTO%20TERMINAL.pdf?sequence=3>
8. Aguilar V. Estudio In vitro de la resistencia al cizallamiento de sistemas de adhesión no tradicionales usados en el cementado de brackets ortodónticos, Arequipa 2017 [Tesis]. Perú: Universidad Nacional de San Agustín. Facultad de odontología; 2017. Disponible en:

http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/2477/Mdag_savm.pdf?sequence=1&isAllowed=y

9. Ramírez D, Sáez G. Comparación de fuerza de adhesión de dos sistemas ortodóncicos con afinidad a la humedad en dos condiciones de superficie del esmalte. Rev. Mex. Ortodonc. [Internet] 2014 [Citado el 10 de junio 2018]; 2(2): 88-94. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-mexicana-ortodoncia-126-articulo-comparacion-fuerza-adhesion-dos-sistemas-S2395921516300204>
10. Sigüencia V, García A, Bravo E. Estudio in vitro de la resistencia a la tracción de tres tipos de resinas fotopolimerizables para ortodoncia, en brackets metálicos a esmalte dental humano. Rev. Latinoam. Ortod. Odontoped. [Internet] 2014 [citado el 4 de setiembre 2020]. Disponible en: <https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2014/art-10/>
11. Caballero A, Bincos C, Fernández J, Rivera J, Tanaka A. Comparación de la fuerza de adhesión y el tipo de falla entre dos cementos de resina para ortodoncia. Univ Odontol. 2011; 30(65): 31-39.
12. Uribe G. Ortodoncia Teoría y Clínica. 1era ed. Colombia: Corporación para investigaciones Biológicas; 2005.
13. FGM. Orthocem UV Trace. [Citado el 16 de mayo 2018]. Disponible en: <http://www.fgm.ind.br/site/produtos/estetica-es/orthocem-uv-trace/?lang=es>

14. 3M Unitek. Transbond™ XT. [Citado el 16 de mayo 2018].
Disponibile en:
<http://multimedia.3m.com/mws/media/111911O/transbond-xt-light-cure-orthodontic-adhesive-ifu.pdf>
15. Biodinámica. Biofix fotopolimerizábel. [Citado el 16 de mayo 2018].
Disponibile en:
http://www.bdpdental.pt/bulas/BULA_BIOFIX_REV-16_28-10-13.pdf
16. TRIPOD. Fuerzas en ortodoncia. Disponibile en:
<http://dentinator.tripod.com/fuerzasenortodoncia.htm>
17. Parés F, Marichi F, Fernández G. Determinación de las fuerzas de expansión y de torsión que se producen al activar el quad hélix, *In vitro*. Rev. ADM. [Revista en línea] 1999 [Citado el 16 de noviembre del 2019]; 61(6): 215-229. Disponibile en:
<http://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-1999/od996b.pdf>
18. Diccionario de arquitectura y construcción. Definición de fuerza de cizallamiento. 2018. Disponibile en:
<http://www.parro.com.ar/definicion-de-fuerza+de+cizallamiento>
19. Solución dental. Brackets. Disponibile en:
<http://www.ortodonciaestetica.pe/brackets/>
20. Hernández R, Fernández C, Baptista P. Metodología de la investigación. 6ª ed. México: Interamericana; 2014.
21. García J. Adhesión de brackets metálicos: Estudio comparativo in vitro entre resinas de fotopolimerización y autopolimerización

- aplicando fuerzas de cizallamiento [Tesis]. Quito: Universidad Central del Ecuador. Facultad de odontología; 2015. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/3760/1/T-UCE-0015-136.pdf>
22. Nonaka A. Resistencia a fuerza de cizalla en brackets recementados utilizando dos tipos de resina fotopolimerizables: Estudio *in vitro* [Tesis]. San Luis de Potosí: Universidad Autónoma de San Luis de Potosí. Facultad de odontología; 2015. Disponible en: <http://ninive.uaslp.mx/xmlui/bitstream/handle/i/3933/EOO1RFC01501.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
23. Uribe G. Técnica de adhesión directa de los brackets. En: Uribe G, editores. Ortodoncia Teoría y Clínica. Colombia: Corporación para investigaciones Biológicas; 2010. p. 600-617.
24. Universidad Católica los Ángeles de Chimbote. Código de Ética para la Investigación. Perú. [Internet] 2016 [Citado el 28 de agosto del 2020]. Disponible en: <https://www.uladech.edu.pe/images/stories/universidad/documentos/2016/codigo-de-etica-para-la-investigacion-v001.pdf>
25. Herrera A, Lucía B. Comparación *in vitro* de la resistencia adhesiva de los brackets cementados con rely a bond® y orthocem® en dientes bovinos clareados con peróxido de hidrógeno al 35% en diferentes intervalos de tiempo. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC); Disponible en: <http://hdl.handle.net/10757/621024>

ANEXOS

Anexo 1



tecnotest[®]

MATERIAL TESTING EQUIPMENT

TECNOTEST MODENA – ITALY

Equipment: Universal mechanical testing machine

Provider location: Via delle Industrie, 25 24048 Treviolo (Bg) - Italy

The company delivers to the client (National University of Trujillo) the calibration and quality certificate of the acquired equipment, mentioning the ISO / IEC 17025 and ISO 9001 certifications respectively. Therefore it makes the acquired equipment of the confidence and certainty of its obtained results.



Scope of certification

This equipment presents a calibration of the mechanical (hydraulic), electrical and software system updated and current until this year.

Equipment features are:

Load capacity: 600KN

Series: N° 2305786

Tests carried out: Traction, flexion, compression and bending (on all materials).

Note: The test parameters are subject to respective standards.

Original cyler start date: 19 – July – 2017

Certification audit date: N.A.

Certification cyler start date: N. A.

Subject to the continued satisfactory operation of the organization's Management Systems, this certificate expires on: 11 - June – 2022.

Certificate N° IT27.0034-L Version: 01 Revision date: 19 – July – 2017

Via delle Industrie, 25
24048 Treviolo (Bg) - Italia Teléfono +39035 2055011
Fax +39035 2055055
info@matest.com



COMPARACIÓN *IN VITRO* DE LA FUERZA DE ADHESIÓN DE TRES CEMENTOS UTILIZADOS PARA ADHERIR BRACKETS METÁLICOS.

Ficha de recolección de datos

GRUPO:

CEMENTO:

NUMERO	FUERZA DE CIZALLAMIENTO EN MPa
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	

Ficha de recolección de datos llena


UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
Facultad de Ingeniería
Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

ENSAYOS DE ADHERENCIA A MUESTRAS DENTALES

Solicitante: Edita Inés del Carmen, Alva Concepción

Investigación: Comparación de la fuerza de adhesión de tres cementos utilizados para adherir brackets metálicos.

Muestras: Puestas en laboratorio (36 muestras dentales)

Fecha: 26/06/2018

Nº	Código	Adherencia (MPa)	Carga (kN)
1	T1	10.8	0.85
2	T2	12.98	1.02
3	T3	12.97	1.02
4	T4	12.1	0.95
5	T5	13.06	1.02
6	T6	12.25	0.96
7	T7	14.34	1.12
8	T8	13.9	1.09
9	T9	15.38	1.21
10	T10	13.81	1.08
11	T11	13.67	1.07
12	T12	15.04	1.18
13	B1	6.6	0.52
14	B2	6.76	0.53
15	B3	7.7	0.60

Av. Juan Pablo II s/n - Teléfono: (044) - 203510
2do. Piso Pabellón de Ingeniería M.M.M.
(Ciudad Universitaria)

www.untr.u.edu.pe
dptoingmat@hotmail.com



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

16	B4	8.46	0.66
17	B5	6.6	0.52
18	B6	7.59	0.60
19	B7	8.01	0.63
20	B8	7.34	0.58
21	B9	6.72	0.53
22	B10	7.63	0.60
23	B11	6.89	0.54
24	B12	7.53	0.59
25	O1	3.96	0.31
26	O2	3.7	0.29
27	O3	6.11	0.48
28	O4	5.17	0.41
29	O5	4.28	0.34
30	O6	3.71	0.29
31	O7	4.69	0.37
32	O8	6.26	0.49
33	O9	6.18	0.48
34	O10	5.9	0.46
35	O11	3.62	0.28
36	O12	3.44	0.27

T: Transbound, O: Orthocem, B: Biofix

Total de muestras: 36

JEFE DE LABORATORIO: Ms. Alexander Vega Anticona

LABORATORIO: Materiales Compuestos



Av. Juan Pablo II s/n - Teléfono: (044) - 203510
2do. Piso Pabellón de Ingeniería M.M.M.
(Ciudad Universitaria)

www.
dptoingma

Anexo 3

Solicitud al coordinador de la escuela

Dr. José Paredes Calderón

Coordinador De La Escuela Profesional De Odontología

Nombre del alumno: Edita Alva Concepción

Curso: Tesis III

Ciclo: IX

Título de la tesis: "COMPARACION DE LA FUERZA DE ADHESION DE TRES CEMENTOS UTILIZADOS PARA ADHERIR BRACKETS METALICOS"

Solicito: se me expida una constancia que soy alumna del curso Tesis III para presentar a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Trujillo (UNT) y poder obtener los permisos correspondientes del laboratorio de Ingeniería de Materiales dirigida al ing Alexander Vega Anticona quien se encuentra a su cargo y así poder ejecutar mi proyecto de tesis y que se me brinde las facilidades de alquilar los equipos que requiero para mi proyecto.

Por lo expuesto; pido a usted acceder a mi solicitud.

Trujillo, 15 de junio del 2018

EDITA ALVA CONCEPCIÓN

DNI: 41381543

Anexo 4

Solicitud del coordinador hacia el responsable de laboratorio



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE
FILIAL TRUJILLO
CARRERA PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA

Trujillo, 18 de Junio del 2018

ING. ALEXANDER VEGA ANTICONA
JEFE DE LABORATORIOS DE INGENIERIA DE MATERIALES UNT

Presente

De mi especial consideración:

Es grato dirigirme a usted para saludarlo muy cordialmente en mi condición de Coordinador de carrera de la Escuela Profesional de Odontología de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote Filial Trujillo. Siendo el motivo de la presente manifestarle que, en el marco del cumplimiento curricular de la carrera profesional de odontología, en el curso de Tesis III, nuestra alumna EDITA ALVA CONCEPCIÓN, debe llevar acabo el desarrollo de su proyecto de tesis titulado "COMPARACIÓN DE LA FUERZA DE ADHESIÓN DE TRES CEMENTOS UTILIZADOS PARA ADHERIR BRACKETS METÁLICOS". Así mismo para realizar el presente trabajo ha sido seleccionada su digna institución, por lo cual se solicita el permiso respectivo para que nuestra alumna pueda ejecutar con toda normalidad su proyecto de tesis en las instalaciones de la institución que dignamente usted dirige.

Es propicia la oportunidad, para reiterarle las muestras de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente


CD. José María Las Coladeras
Coordinador de la Carrera Profesional de Odontología

Calle Aguamarina N° 161 - 165 - Urb. San Inés - Trujillo - Perú
Teléfonos: (044) 600569 / 600568
Cel: 944425768 - RPM: *070186
www.uladech.edu.pe

Anexo 5

Evidencias fotográficas de la ejecución

(1)



Recolección de las piezas dentarias

(2)



(3)



(4)



Elaboración de la base de acrílico

(5)



(6)



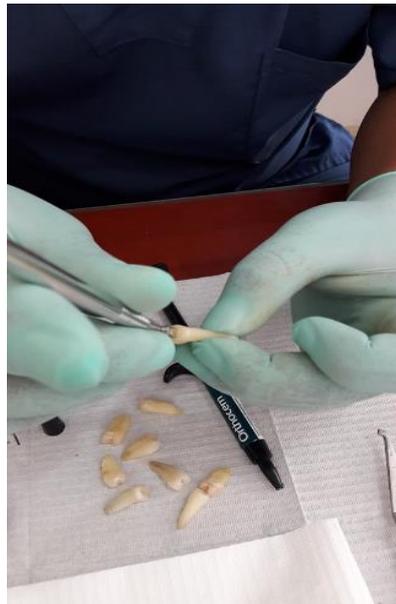
(7)



(8)



(9)



(10)



Preparación y cementado de brackets

(11)



Cementos utilizados

(12)



(13)



Piezas dentarias cementadas por grupo de estudio en bloques de acrílico

(14)



Ejerciendo cizallamiento de brackets para medir la fuerza de adhesión

(15)

F060 EV - Compression Test

COMPRESSION TEST - Test parameters programming

Test Number	535	Test Date	12/05/2018	Reference Number	
Test Program	compression 0.25	Manual Load Pace		Test with extensometer	
Client	E.dho	Sample Identification	Biaquets		
Reference Standard		Date Manufactured			
Material	Biaquet1	Sample ID Number	0		
Date Received	15/11/2017	Condition upon Receipt			
Length/Diameter (mm)	1	Width (mm)	2.7	Section Area (mm ²)	2.7
Height (mm)	1.88	Weight (kg)		Weight per Volume (kg/dm ³)	
Maximum Deformation (mm/1000)	0	Linearity Deviation %			0.200
Test Results:					
Maximum Load (kN)	0.02	Proportional Tension Deviation (N/mm ²)	0.000	Remarks	
Maximum Strength (N/mm ²)	7.407				
Maximum Deformation (mm/1000)	2417.27				
Test Duration (s)	10.9				
Calculate Results... Test Details					
Find > < Start Graph Print Close					

Evidencia de los parámetros que indica la máquina al ejercer la fuerza de cizallamiento.

HOJA DE DECLARACIÓN DE CONFLICTOS DE INTERESES

Mediante este documento declaro no presentar algún tipo de conflicto de interés financieros, ni personales que fluyan de manera inapropiada en el desarrollo de este estudio titulado **fuerza de adhesión de tres sistemas adhesivos para brackets metálicos.**

Trujillo, 2018. Asimismo, declaro no tener conflicto de intereses institucionales, dada la representación de la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote sede Trujillo, a través de sus miembros.



Edita Alva Concepción

DNI N 41381543



Anexo 6



DESARROLLO DE LA MUESTRA

Fuente: https://www.fisterra.com/mbe/investiga/9muestras/tamano_muestral.pdf ,(pag.4)

