

# Universidad Católica de Santa María

## Escuela de Postgrado

### Maestría en Odontología



**EFEECTO IN VITRO DE UN CEMENTO RESINOSO DUAL DE AUTOACONDICIONAMIENTO EN LA RESISTENCIA DE UNIÓN DE BRACKETS METÁLICOS ADHERIDOS A LA SUPERFICIE DENTARIA DE PREMOLARES. AREQUIPA 2021**

Tesis presentada por el Bachiller:

**Bernal Riquelme, Pedro Paúl**

Para optar el Grado Académico de

**Maestro en Odontología**

Asesora:

**Dr. Pacheco Chirinos, Bethzabet**

**Marina**

**Arequipa-Perú**

**2021**

UCSM-ERP

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**  
**ESCUELA DE POSTGRADO**  
**DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR DE TESIS**

Arequipa, 22 de Septiembre del 2021

**Dictamen: 004352-C-EPG-2021**

Visto el borrador del expediente 004352, presentado por:

**2006003701 - BERNAL RIQUELME PEDRO PAUL**

Titulado:

**EFFECTO IN VITRO DE UN CEMENTO RESINOSO DUAL DE AUTOACONDICIONAMIENTO EN LA RESISTENCIA DE UNIÓN DE BRACKETS METÁLICOS ADHERIDOS A LA SUPERFICIE DENTARIA DE PREMOLARES. AREQUIPA 2021**

Nuestro dictamen es:

**APROBADO**

**0291 - TEJADA PRADELL HUGO EDILBERTO  
DICTAMINADOR**



**0323 - ALVARADO ACO ALBERTO ARMANDO  
DICTAMINADOR**

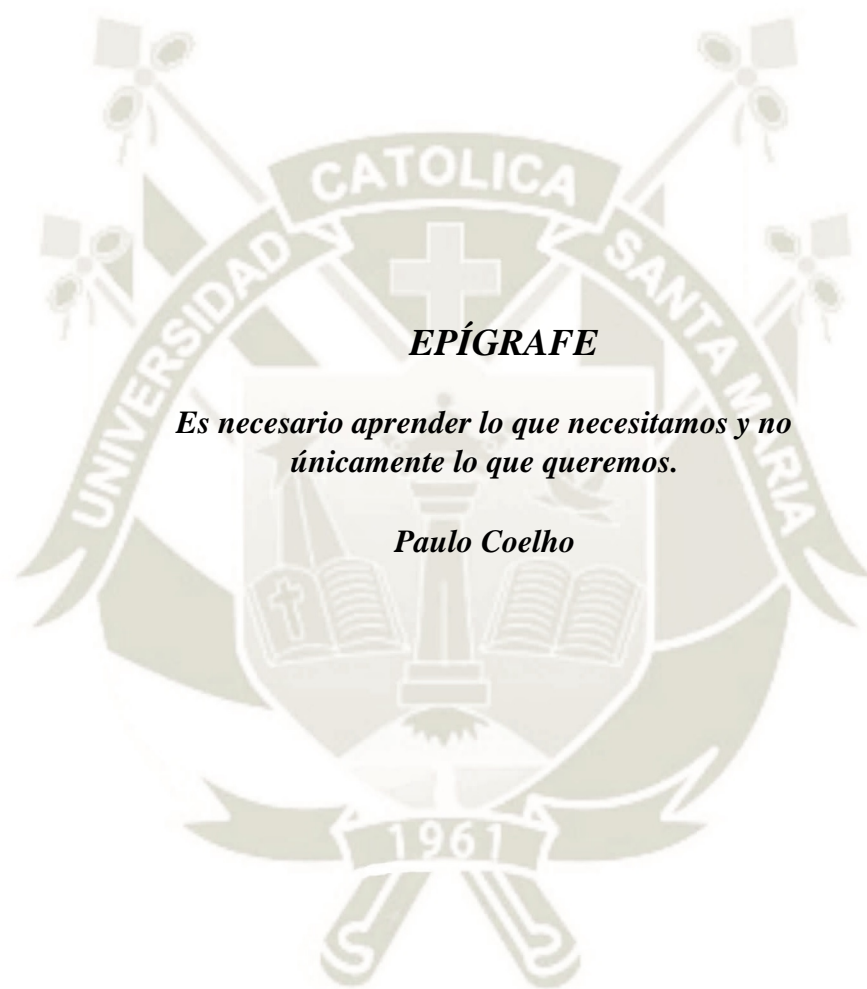


**0653 - ROSADO LINARES MARTIN LARRY  
DICTAMINADOR**





## DEDICATORIA



***EPÍGRAFE***

*Es necesario aprender lo que necesitamos y no  
únicamente lo que queremos.*

*Paulo Coelho*

## ÍNDICE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>RESUMEN .....</b>  | <b>ix</b> |
| <b>ABSTRACT .....</b>   | <b>x</b>  |
| <b>INTRODUCCIÓN .....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>HIPÓTESIS.....</b>   | <b>2</b>  |
| <b>OBJETIVOS .....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....</b>                             | <b>4</b>  |
| 1. CONCEPTOS BÁSICOS.....   | 4         |
| 1.1. Adhesión en odontología .....                                | 4         |
| 1.2. Cemento resinoso.....  | 6         |
| 1.3. Adhesión en ortodoncia .....                                 | 9         |
| a. Ventajas de la adhesión de Brackets sobre el bandado.....      | 9         |
| b. Desventajas de la adhesión de Brackets en ortodoncia .....     | 11        |
| 1.4. Procedimiento para la adhesión en ortodoncia .....           | 12        |
| a. Limpieza .....   | 13        |
| b. Adhesión.....  | 13        |
| 1.5. Brackets .....   | 16        |
| 1.6. Fuerzas aplicadas durante el tratamiento de ortodoncia ..... | 17        |
| a. Tensión .....  | 18        |
| b. Compresión.....  | 18        |
| c. Torsión.....   | 18        |
| d. Desplazamiento o cizallamiento .....                           | 18        |
| 2. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....                               | 19        |
| <b>CAPÍTULO II: METODOLOGÍA .....</b>                             | <b>23</b> |
| 1. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES .....                      | 23        |
| 1.1. Técnica.....   | 23        |
| 1.2. Instrumentos.....  | 27        |
| 1.3. Materiales de verificación.....                              | 28        |

|      |   |           |
|------|---|-----------|
| 2.   | CAMPO DE VERIFICACIÓN .....                           | 29        |
| 2.1. | Ubicación espacial .....                              | 29        |
| 2.2. | Ubicación temporal.....                               | 29        |
| 2.3. | Unidades de estudio .....                             | 29        |
| 3.   | ESTRATEGIA DE RECOLECCIÓN DE DATOS. ....              | 31        |
| 3.1. | Organización .....                                    | 31        |
| 3.2. | Recursos.....   | 31        |
| 4.   | CRITERIOS PARA EL MANEJO DE RESULTADOS .....          | 32        |
| 4.1. | Plan de procesamiento .....                           | 32        |
| 4.2. | Plan de análisis.....                                 | 32        |
|      | <b>CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>      | <b>33</b> |
| 1.   | RESULTADOS .....                                      | 33        |
| 2.   | DISCUSIÓN.....  | 45        |
|      | <b>CONCLUSIONES .....</b>                             | <b>48</b> |
|      | <b>RECOMENDACIONES .....</b>                          | <b>49</b> |
|      | <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>               | <b>50</b> |
|      | <b>ANEXOS .....</b>                                   | <b>55</b> |
|      | <b>ANEXO N° 1: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN .....</b>   | <b>56</b> |
|      | <b>ANEXO N° 2: MATRIZ DE REGISTRO Y CONTROL .....</b> | <b>58</b> |
|      | <b>ANEXO N° 3: EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS.....</b>       | <b>60</b> |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                   |   |    |
|-------------------|---|----|
| <b>TABLA N° 1</b> | Análisis descriptivo de la resistencia de unión de los brackets adheridos con cemento resinoso dual de autoacondicionamiento..... | 33 |
| <b>TABLA N° 2</b> | Resistencia de unión de los brackets adheridos con cemento resinoso dual de autoacondicionamiento .....                           | 35 |
| <b>TABLA N° 3</b> | Análisis descriptivo de la resistencia de unión de los brackets adheridos con cemento ortodóncico convencional .....              | 37 |
| <b>TABLA N° 4</b> | Resistencia de unión de los brackets adheridos con cemento ortodóncico convencional.....  | 39 |
| <b>TABLA N° 5</b> | Comparación numérica de la resistencia de unión de los brackets adheridos con ambos tipos de cementos.....                        | 41 |
| <b>TABLA N° 6</b> | Comparación categórica de la resistencia de unión de los brackets adheridos con ambos tipos de cementos.....                      | 43 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                    |   |    |
|--------------------|---|----|
| <b>FIGURA N° 1</b> | Análisis descriptivo de la resistencia de unión de los brackets adheridos con cemento resinoso dual de autoacondicionamiento..... | 34 |
| <b>FIGURA N° 2</b> | Resistencia de unión de los brackets adheridos con cemento resinoso dual de autoacondicionamiento.....                            | 36 |
| <b>FIGURA N° 3</b> | Análisis descriptivo de la resistencia de unión de los brackets adheridos con cemento ortodóncico convencional .....              | 38 |
| <b>FIGURA N° 4</b> | Resistencia de unión de los brackets adheridos con cemento convencional .....   | 40 |
| <b>FIGURA N° 5</b> | Comparación numérica de la resistencia de unión de los brackets adheridos con ambos tipos de cementos .....                       | 42 |
| <b>FIGURA N° 6</b> | Comparación numérica de la resistencia de unión de los brackets adheridos con ambos tipos de cementos .....                       | 44 |

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación, tuvo como objetivo someter a evaluación in vitro, la resistencia de unión al cizallamiento de brackets metálicos adheridos a la superficie del esmalte de premolares, aplicando dos tipos de cementos, uno ortodóncico convencional (Trulock Light Activated Bonding Resin -Rocky Mountain Orthodontics USA) y otro resinoso dual de autocondicionamiento (RellyX 3M ESPE USA), utilizando una máquina de ensayo universal instalada en los laboratorios de Ensayo de Materiales de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa.

Fueron seleccionados 34 premolares de reciente extracción, procesados y almacenados siguiendo estrictos criterios de inclusión y exclusión, preparados y montados en troqueles confeccionados para efectos del ensayo. Los cuerpos de prueba fueron acoplados a la máquina de ensayos utilizando una garra posicionadora especialmente diseñada y confeccionada para la prueba. Se ejecutaron los 34 ensayos de cizallamiento de tal manera que la cuchilla activadora de la máquina, impactaba exactamente en la interfase bracket-esmalte iniciando a una velocidad de 1mm por segundo e incrementando progresivamente la fuerza hasta conseguir el desprendimiento del accesorio ortodóncico. Los datos obtenidos en kilogramos fuerza, fueron registrados y convertidos según fórmulas a megapascals.

Los resultados sometidos al análisis estadístico, mostraron que los brackets adheridos con el cemento ortodóncico convencional mostraron valores considerados como buenos (en el intervalo 16.1 a 20 MPa) mientras que los adheridos con cemento resinoso dual de autocondicionamiento observaron valores considerados regulares (intervalo 12.1 a 16 Mpa), rechazándose la hipótesis nula y aceptándose la hipótesis de investigación con una significancia de 0.05 y una confiabilidad del 95%.

### **Palabras Clave:**

Resistencia de Unión, brackets metálicos, cemento resinoso dual de autocondicionamiento.

## ABSTRACT

The present research work aimed to submit to in vitro evaluation, the shear bond strength of metal brackets adhered to the enamel surface of premolars, applying two types of cements, one conventional orthodontic (Trulock Light Activated Bonding Resin -Rocky Mountain Orthodontics USA) and another dual self-conditioning resin (RelyX 3M ESPE USA), using a universal testing machine installed in the Materials Testing laboratories of the Faculty of Mechanical Engineering of the Catholic University of Santa María de Arequipa.

There were selected and used 34 recently extracted premolars, processed and stored following strict inclusion and exclusion criteria, prepared and mounted in dies made for the trial. The test bodies were attached to the testing machine using a specially designed and tailored positioning clamp for testing. The 34 shear tests were carried out in such a way that the activating blade of the machine impacted exactly on the bracket-enamel interface, starting at a speed of 1mm per second and progressively increasing the force until the orthodontic accessory was detached. The data obtained in kilograms force were recorded and converted to megapascals according to formulas.

The results submitted to statistical analysis showed that the brackets adhered with conventional orthodontic cement showed values considered as good (in the range 16.1 to 20 MPa) while those adhered with dual self-conditioning resinous cement observed values considered regular (range 12.1 to 16 Mpa), rejecting the null hypothesis and accepting the research hypothesis with a significance of 0.05 and a reliability of 95%.

### Key Words:

Bond strength, metal brackets, self-conditioning dual resinous cement.

## INTRODUCCIÓN

Uno de los campos que se beneficia cada vez más con la investigación tecnológica en odontología es el referido a la Adhesión, tema que es motivo de análisis para todas o casi todas las especialidades odontológicas. Personalmente creemos que la gran disyuntiva de escoger el “mejor material” o el que “más adhiera” no sólo queda para el análisis del material propiamente dicho sino también de la técnica de aplicación adecuada que permite aprovechar al máximo las propiedades que éste ofrece. Los sistemas adhesivos han evolucionado de tal manera que hoy disponemos de cementos resinosos que son aplicados directamente sobre la superficie dentaria sin la necesidad de que ésta reciba un tratamiento previo (grabado ácido y/o aplicación de adhesivos). Este tipo de cementos llamados de autocondicionamiento ofrecen grandes ventajas debido a su poder adhesivo y a su capacidad de funcionar aún en sustratos con presencia de humedad, comprobado en varios trabajos de investigación publicados.

La práctica diaria de la especialidad nos enfrenta con alguna frecuencia con una dificultad bastante común que constituye el desprendimiento de los aparatos ortodóncicos adheridos en el paciente. Dicho problema ha sido bastante estudiado y justificado desde el punto de vista de los sustratos adherentes (esmalte y bracket), el sustrato adhesivo (cemento) y del propio paciente. Las tres variables mencionadas intervienen en el éxito clínico de la adhesión, pero desde nuestra modesta experiencia clínica e investigativa, así como producto de la consulta a especialistas, creemos que el éxito de la adhesión en ortodoncia depende del cemento que se utilice para este fin, ya sea resinoso, ionomérico u otro (1).

Por ello, la presente investigación pretende someter a evaluación in Vitro la resistencia de unión que ofrecen brackets metálicos adheridos a la superficie dentaria de premolares utilizando un cemento resinoso dual de autocondicionamiento valiéndonos de la prueba mecánica de cizallamiento para registrar los valores de resistencia de unión desarrollados (2).

## HIPÓTESIS

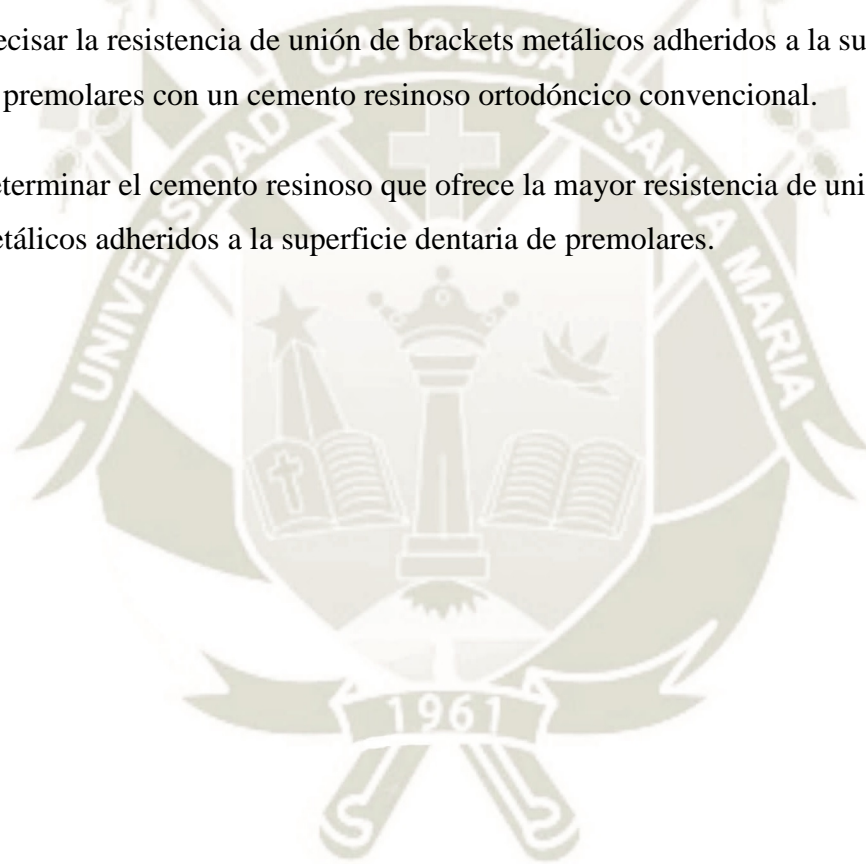
Dado que, la falla en la adhesión de brackets a la estructura dental es un problema clínico frecuente que depende fundamentalmente del tipo de cemento que se utilice y, considerando que los cementos resinosos duales de autocondicionamiento presentan altos valores de adhesión sin la necesidad de pretratamiento del esmalte, resisten la humedad y no requieren de una técnica de aplicación que requiera de muchos pasos:

Es probable que, exista diferencia en la resistencia de unión de brackets adheridos a la superficie dentaria de premolares utilizando ambos cementos resinosos.

.

## OBJETIVOS

- Precisar la resistencia de unión de brackets metálicos adheridos a la superficie dentaria de premolares con un cemento resinoso dual de autocondicionamiento.
- Precisar la resistencia de unión de brackets metálicos adheridos a la superficie dentaria de premolares con un cemento resinoso ortodóncico convencional.
- Determinar el cemento resinoso que ofrece la mayor resistencia de unión de Brackets metálicos adheridos a la superficie dentaria de premolares.



# CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

## 1. CONCEPTOS BÁSICOS

### 1.1. Adhesión en odontología

Podemos ser testigos de que a diario aparecen en el mercado nuevas alternativas de materiales odontológicos, especialmente aquellos que promueven la simplicidad y facilidad de manejo, propiedades bastante buscadas por los odontólogos e investigadores. La justificación de la constante investigación que aporta nueva tecnología, radica en que con el paso del tiempo y debido a la enriquecedora experiencia del profesional, éste va siendo capaz de reconocer cuáles son sus falencias en la práctica de la especialidad. Son diversos los campos en los cuales el aporte tecnológico y cognitivo han contribuido en la odontología. Una de esas áreas es la referida a la Adhesión. Teóricamente, son preferibles aquellos materiales que presentan niveles de adhesión más elevados especialmente en dentina como es el caso de los materiales resinosos.

Estos materiales desde la primera presentación propuesta por Bowen (1956), han ido mejorando sus propiedades de tal manera que dentro de la odontología están abarcando diversas áreas de investigación con el objeto mejorar sus propiedades mecánicas, físicas y químicas. Por otro lado, distintos problemas inherentes del material todavía no pueden ser resueltos a plenitud como es el caso de la condición de hidrofiliidad de los cementos y resinas, a pesar de las mejoras conseguidas producto de los esfuerzos investigativos mencionados anteriormente. A esta situación se le agregan las nuevas alternativas de uso y protocolos propuestos en algunos casos sólo estandarizados por el fabricante. Estas recomendaciones del fabricante en muchos casos han sido cuestionadas con diversos estudios los cuales demostraron que algunos protocolos de utilización clínica eran inadecuados o podían ser mejorados, aumentando así la resistencia de unión y, por lo tanto, la performance clínica y duración de ese material (3).

Hablando exclusivamente de los Cementos resinosos autoadhesivos, son utilizados como agentes de fijación (cementación) debido a sus propiedades mecánicas, como insolubilidad a los fluidos orales y fuerzas de unión mucho más altas en esmalte y dentina. Debido a sus características moleculares y físico químicas, estos materiales deben ser capaces de penetrar estos tejidos duros y polimerizarse, de este modo proteger los órganos expuestos al medio y prevenir daños permanentes (4).

A continuación, y en el afán de entablar un entendimiento mayor del tema, exponemos algunos conceptos importantes:

- **Adhesión:** Cuando dos sustancias son puestas en contacto íntimo, las moléculas de un elemento son atraídas por las moléculas del otro substrato diferente (4). Es considerado un mecanismo que une dos materiales en contacto íntimo a través de una interfase (5).

En la literatura adhesión abarca tres diferentes mecanismos:

- **Adhesión Química:** Basada en las fuerzas de valencia primarias, tales como las fuerzas covalentes fuerzas iónicas o uniones mecánicas o sea cuando hay una absorción química compartiendo moléculas mediante enlaces químicos. Un ejemplo de este tipo de adhesión es la del ionómero con la dentina.
- **Adhesión Física:** Depende de las fuerzas de valencia secundarias. Estas fuerzas de atracción ocurren en dipolos moleculares en la interacción de dipolos inducidos (fuerzas de dispersión) y en la interacción de electrones desprotegidos (puentes de Hidrógeno). Las fuerzas de atracción entre dipolos moleculares son uniones más débiles que las primarias, son consideradas fuerzas intermoleculares (6,7,8,9).
- **Adhesión Mecánica:** depende de la penetración de un material en otro diferente en nivel microscópico (10), presenta como característica que es producida mediante irregularidades microscópicas, o mediante retenciones groseras, por ejemplo: tornillos, pines intra radiculares, etc. Este es el mecanismo más usado en odontología.

- **Cohesión:** Cuando moléculas de un mismo tipo son atraídas. Estas moléculas son el adhesivo (película adicionada para producir adhesión) y el adherente (material al cual es aplicado el adhesivo)
- **Fuerzas de Adhesión:** Son aquellas fuerzas que tienen la tendencia a unir moléculas de estratos diferentes. Entiéndase ahí la diferencia con las fuerzas de cohesión. Es importante enfatizar que el término Adhesión en Odontología se refiere a uniones de tipo mecánico logradas por medio de retenciones realizadas por las microperforaciones originadas por el grabado o acondicionamiento o ataque ácido realizado previamente a las superficies del esmalte y dentina y que pueden o no tener interacciones químicas entre los sustratos (un ejemplo de esta unión es la que se da entre el esmalte grabado y la resina fluida) (6,7,8,9).

## 1.2. Cemento resinoso

Los sistemas adhesivos pueden ser utilizados como sellantes del espacio endodóntico, como material de relleno, o como agente de cementación en la corona o en el canal en combinación con cementos resinosos apropiados.

Las resinas utilizadas como cementos resinosos presentan muchas ventajas pues pueden actuar como agentes cementantes y como restauradores (11).

La adaptación y adhesión del agente cementante a la dentina son importantes cuando es utilizada una restauración indirecta o directa, estos agentes deben mantener su integridad para poder transferir las tensiones de las coronas o restauraciones al diente equilibradamente (12).

Actualmente, los cementos resinosos han sido indicados como material de elección para la cementación de diversas restauraciones principalmente por presentar mayores valores de resistencia de unión (13).

Estudios in vitro comparando la resistencia de unión de diferentes tipos de cementos sean resinosos como ionoméricos, indicaron diferencias significativas, presentando los cementos resinosos altos valores de resistencia de unión y mejores sellados en las interfases dientes-restauración (14) tanto para los cementos duales (15), como para los cementos resinosos autopolimerizables (16); igualmente, se demostró alta resistencia flexural y alta rigidez, acidez inicial baja y radiopacidad adecuada,

siendo necesaria la etapa de fotopolimerización (en el caso de los duales o de activación única de luz) (17).

Los cementos de doble activación, debido a las características de poseer un iniciador químico y un foto-iniciador, están mayormente indicados en los casos clínicos en los que exista déficit de luz o para que ésta llegue por medio del aparato fotoactivador como por ejemplo la resina que se coloca dentro de los canales radiculares que fueron previamente endodonciados, así como en los casos de adhesión de accesorios ortodóncicos. Por esta situación, se recomienda que cuando la capa de resina o cerámica es mayor de tres mm se opte por la utilización de estos cementos duales. El estudio de Caughman et al. (2001), evaluó diferentes agentes cementantes resinosos, siguiendo los criterios de cementos “para todo propósito” (all purpose”); los resultados demostraron que ninguno de los cementos duales consiguió estos criterios, por lo tanto, a pesar de la variedad de cementos disponibles actualmente, no hay un cemento que sea ideal para todas las situaciones clínicas (18).

Recordemos que dentro de las características de estos cementos resinosos de doble activación tenemos su baja solubilidad, así como sus excelentes niveles de adhesión en la dentina, por eso es que es recomendado utilizarlas, características y propiedades que alcanzan su máxima expresión cuando se sigue minuciosamente las indicaciones que los fabricantes nos dan para desarrollar una técnica adecuada, que incluye el control de la humedad y la remoción de agentes contaminantes. Este es un punto trascendental, ya que su ejecución permite el aumento de las fuerzas de adhesión (19).

Las fuerzas de adhesión dependen del área da superficie de contacto y la distribución uniforme del sistema resinoso-adhesivo que contacta con la pared dentaria que será adherida (20,21).

Por otro lado, la falta de continuidad o presencia de bolas en la interfase del cemento han sido relacionadas con disminución de resistencia de unión; al contrario de esto, otros descubrimientos han demostrado que la adhesión no estaría influenciada por la presencia de bolas y que esta no interfiere en la retención.

El cemento resinoso RelyX Unicem es un cemento resinoso de acción permanente y posee activación dual: auto activación y foto activación. Las propiedades de los cementos resinosos duales están regidas según la ISO 4049, según la cual todos los cementos resinosos duales deben obligatoriamente cumplir con ciertos requisitos que padronizará y optimizará su uso clínico.

Así, está indicado que:

- En lo que respecta a resistencia de unión tanto en dentina como en esmalte, comparados con otros tipos de cementos sea de foto activación como de auto activación o ionómeros, el cemento resinoso dual funciona de manera similar o superior a todos los otros cementos.
- Tensión diametral y compresión: tanto en su forma de auto activación como foto activación no existe variación en su resistencia cuando se les compara con otros tipos de cementos.
- El desgaste marginal es bajo comparados con otros cementos.
- El espesor de la película es de aproximadamente 10  $\mu\text{m}$ .
- Debido a las partículas de sílica /zirconio, la radiopacidad es adecuada radiográficamente.
- El tiempo de polimerización y de trabajo es aproximadamente 10 minutos (22).

#### **a. Indicaciones**

- Cementación de coronas y puentes metálicos.
- Cementación de resina o cerámicas /metal-cerámica.
- Puentes Maryland
- En amalgamas adhesivas
- Cementación de postes intra canales (22).

#### **b. Contraindicaciones**

- Los cementos resinosos son sensibles a la humedad como todas las resinas por lo tanto el control de la humedad es un factor primordial para aumentar el tiempo de vida o mejorar la performance de cemento,

Pacientes con hipersensibilidad a los materiales resinosos (tener en cuenta alergia al látex) (22).

### 1.3. Adhesión en ortodoncia

Se considera que fue Newman (1965) el primer profesional en introducir los conceptos de adhesión en ortodoncia (23), basados siempre en los principios que introdujo Buonocore quien, considerado el padre de la Odontología adhesiva ya en 1955 probó con éxito el efecto del grabado ácido aplicado en el esmalte dentario en nuestra profesión (10).

Ha transcurrido más de medio siglo y los ortodontistas se han visto beneficiados por los diferentes avances en materiales de adhesión que ha permitido que la práctica de la especialidad alcance estándares no pensados en eficacia de tratamientos. Ya sea utilizando resinas compuestas o ionómeros de vidrio, la fijación de aparatos ortodóncicos ha ido simplificándose de manera importante. Así mismo es menester mencionar que la simplicidad de la adhesión puede ser engañosa; indudablemente la técnica puede ser mal utilizada, no sólo por un clínico inexperto sino también por ortodontistas más experimentados que no ejecutan con cuidado los procedimientos. El éxito en la adhesión requiere comprensión y cumplimiento de los principios aceptados de la ortodoncia y la odontología preventiva (24).

#### a. Ventajas de la adhesión de Brackets sobre el bandado.

La ejecución óptima de la adhesión de adminículos ortodóncicos ofrece muchas ventajas si la comparamos con el bandeado convencional utilizado por muchos años y que por cierto no ha quedado descartado en la actualidad pero que vale la pena mencionar pues es importante recalcar que el avance técnico galopante nos beneficia cada vez más (25).

Las principales ventajas son:

- Estéticamente hablando, muestran una notoria superioridad. Actualmente los pacientes se han inclinado mucho por recibir tratamientos de ortodoncia y uno de los factores que más solicitaban es justamente el aspecto estético. La tecnología hoy nos brinda alternativas muy acogedoras q no sólo

satisfacen ese requerimiento, sino que también conservan las propiedades y bondades de los accesorios bandados. La posibilidad de realizar tratamientos ortodóncicos que cumplan con los requisitos estéticos exigidos por los pacientes, es hoy en día una realidad (brackets cerámicos, alambres de teflón, retenedores invisibles, etc.)

- Rapidez y sencillez en su utilización. Un clínico que ostente un un poco de experiencia y que cuente con la ayuda de personal calificado reduce considerablemente el tiempo de trabajo en boca.
- Comodidad y confianza en el paciente. La utilización de accesorios adheridos ocasiona menos molestias al paciente pues recordemos que para colocar bandas, se requerían procedimientos como la adaptación y el uso de separadores que son bastante incómodos.
- Se conserva la longitud de arco original. Esta medida se alteraba cuando se utilizaban las bandas convencionales pues recordemos que ocupan el espacio proximal con el consiguiente aumento de la longitud de arco. Cuando se retiraban las bandas, estos espacios se tenían que cerrar a expensas de comprometer la futura estabilidad del tratamiento
- Precisión en la ubicación de los brackets. Permite la aplicación más exacta de los accesorios pues los enfrentamos directamente al diente.
- La adhesión es más higiénica que las bandas con lo cual es posible un mejor estado gingival y periodontal y hay mejor acceso para la limpieza (25,26).
- Se pueden incluir en los tratamientos a las piezas que aún no han erupcionado completamente.
- Permite la realización de desgastes de las superficies proximales lo que se conoce como Stripping, procedimiento bastante utilizado para conseguir espacio para el tratamiento.
- Podemos adherir accesorios a superficies diferentes al esmalte como es el caso de piezas que tengan restauraciones protésicas ya sea deacrílico, cerómeros, porcelanas, metal, etc.

- Las áreas ínter proximales quedan accesibles para reconstrucciones con composite.
- Se elimina el riesgo de caries bajo bandas sueltas. Las caries ínter proximales pueden ser detectadas y tratadas, Las invaginaciones dentales en incisivos pueden ser controladas.
- No hay espacios ocupados por bandas que deban cerrarse al final del tratamiento.
- No hace falta tener un gran inventario de bandas.
- Los brackets pueden ser reciclados, lo que disminuye aún más los costos. En lo que personalmente no estamos de acuerdo.
- Se pueden usar brackets por lingual (o palatino) cuando el paciente rechaza aparatos ortodónticos visibles.

Es probable que las más importantes de estas ventajas consistan en la mejor apariencia, la higiene, las menores molestias para el paciente y la facilidad de aplicación (27).

#### **b. Desventajas de la adhesión de Brackets en ortodoncia**

Sin embargo, algunas desventajas de la adhesión son obvias o han surgido al tiempo de usarlas:

- Menor resistencia de unión que una banda cementada. De ese modo, es más probable que un bracket se suelte y no que se afloje una banda.
- Algunos adhesivos no forman una unión suficientemente fuerte.
- El mejor acceso para la limpieza no garantiza necesariamente mejor higiene oral y estado gingival, sobre todo si más allá de la base del bracket se extiende un exceso de adhesivo.
- Falta la protección contra caries ínter proximales que aportan las bandas cementadas bien contorneadas.

- La adhesión es más complicada cuando se requieren elementos auxiliares por lingual o cuando se vinculan casquetes extraorales.
- La re adhesión de brackets sueltos requiere más preparación que el bandeado de una banda floja.
- El despegado lleva más tiempo que retirar una banda ya que la remoción de adhesivo es más dificultosa que la del cemento (28).

Las ventajas de la adhesión en comparación con el bandeado tienen que ser evaluadas de acuerdo con las preferencias, la habilidad y la experiencia de cada profesional. Es evidente que ni la adhesión ni las bandas satisfacen todas las necesidades. La adhesión debe ser considerada sólo como parte de un moderno paquete preventivo que incluye también un programa de higiene oral estricta, administración de suplementos de fluoruros y uso de aparatos simples pero eficaces. En otras palabras, una mecánica complicada con abundante uso de resortes espirales, arcos multianzas, etc., es menos apta para la adhesión y puede comprometer fácilmente la integridad del esmalte dental y de la encía en torno de los brackets ubicados sobre pequeñas bases de adhesión. Como la adhesión sigue siendo un procedimiento en estudio, no sorprende que algunos clínicos hayan experimentado problemas (25).

Los problemas citados más habitualmente a este respecto son, el aflojamiento de brackets, la ubicación inexacta de éstos, descalcificación durante el tratamiento y el considerable consumo de tiempo en el despegado. Uno de los principales objetivos de este capítulo de la tesis consiste en demostrar que tales problemas son innecesarios y que en muchos casos las malas experiencias en la adhesión se basan en información inadecuada (28).

#### **1.4. Procedimiento para la adhesión en ortodoncia**

Se contemplan dos pasos fundamentalmente para la realización tanto directa como indirecta de accesorios ortodóncicos en las piezas dentales. Estos son:

### a. Limpieza

Es el primer procedimiento realizado previo a la adhesión, Se utiliza una suspensión acuosa de piedra pómez o algunas veces una pasta para profilaxis que tiene como fin remover la placa bacteriana y la película orgánica que normalmente cubre todos los dientes y dejarlos completamente limpios y pulidos. Se utilizan unos cepillos de cerdas suaves que son montados en micromotores a los que se les agrega la pasta pulidora. El cepillo con cerda limpia más eficazmente, y se recomienda que sea de cabezal pequeño y que su aplicación sea muy cuidadosa de las estructuras gingivales y evitando dañarlas y originar sangrados que contaminan las superficies por la humedad que generan. Para mayor comodidad del paciente, la limpieza debe hacerse antes de aplicar los elementos para controlar la humedad, por ejemplo, separadores de labios y carrillos, eyector de saliva y rollos de algodón. Otro método consiste en el uso de enjuague con bicarbonato de sodio con aire y agua (26).

Recientemente se cuestionó la necesidad del pulido convencional con pómez previo al grabado ácido, aunque se ha demostrado que la aplicación de esta pasta no interfiere la adhesión de adminículos a esmalte. Pakshir y cols. obtuvieron resultados más consistentes cuando las superficies vestibulares de los dientes se abrasionaban ligeramente con una fresa de carburo tungsteno N° 1172 a baja velocidad, que cuando se las pulía con piedra pómez 10 segundos antes del grabado. El paciente puede enjuagarse poco después (esta será la última vez que lo haga antes de que concluya el procedimiento de adhesión) o bien se pueden eliminar los restos de pómez y agua con el eyector de saliva (29).

### b. Adhesión

En la técnica directa de adhesión de brackets (que es la más utilizada en la actualidad), una vez que se realizó el paso anterior de la limpieza, se procede a hacer el aislamiento parcial utilizando retractores labiales, algodones o gasas. Inmediatamente después, se aplica una capa fina de agente acondicionador que en este caso es el ácido ortofosfórico al 37% por unos 30 segundos y sólo a nivel de la zona de la cara vestibular que recibirá el accesorio. Una vez pasado ese tiempo, se procede a retirarlo con ayuda de un succionador de punto y luego a la

aplicación de chorro continuo de agua común por 10 segundos aproximadamente con una jeringa triple. Una vez realizados esto, procedemos a aplicar aire seco sobre la superficie grabada y comprobamos que la zona queda con un color distinto tipo blanco tiza. Si se da el caso que no se aprecia ese color, se tiene que volver a aplicar una nueva de agente acondicionador. Posterior a eso y dependiendo del sistema adhesivo utilizado, se aplica una fina capa de adhesivo que puede ser de auto curado o de foto curado debiéndose apreciar una superficie brillante que comprueba la presencia del adhesivo.

Realizado esto, y con la ayuda de pinzas especiales para sostener brackets, se procede a aplicar el cemento resinoso elegido sobre la base del bracket. Algunos sistemas por indicación del fabricante señalan que se debe aplicar una pequeña y fina capa de adhesivo también en la base del bracket previo a la colocación del cemento resinoso.

Hay muchos adhesivos para la unión directa y continuamente aparecen otros nuevos. Sin embargo, la técnica básica para la adhesión sólo se modifica levemente para los diferentes materiales, de acuerdo con las instrucciones del fabricante. El método de adhesión más fácil consiste en aplicar adhesivo sobre la base del bracket con un ligero exceso, para luego ubicarlo sobre la superficie dental en su posición correcta.

Al adherir brackets uno por vez con una mezcla homogénea recién hecha de adhesivo de curado relativamente rápido es operador puede trabajar relajado y obtener óptima fuerza de unión para cada bracket. No hay necesidad de apresurarse, pues se dispone de mucho tiempo para ubicar el bracket en su posición correcta, controlarlo y, de ser necesario, reubicarlo, todo dentro del tiempo de trabajo del adhesivo. Tan pronto como un bracket haya sido ubicado y ajustado en su posición correcta se puede pegar el bracket siguiente, mientras polimeriza la unión anterior. Con los adhesivos de curado rápido hay menos tiempo para que ocurra contaminación por humedad, menos riesgo de desprendimiento de brackets vecinos y menos tiempo de espera para hacer las ligaduras que cuando se usan adhesivos con tiempo de trabajo prolongado. Un adhesivo debe tener viscosidad suficiente, de modo que el bracket adherido no se desplace de su posición antes de que el adhesivo endurezca.

El procedimiento recomendado para adherir brackets (cualquiera sea el adhesivo) consiste en los siguientes pasos:

- **Transferencia:** El bracket se prende con pinzas de algodón o conocida como pinzas de acción invertida y se le aplica la mezcla de adhesivo en el dorso de su base. Acto seguido se pone el bracket sobre el diente, próximo a su posición correcta.
- **Ajuste:** A continuación, se da vuelta la uña raspadora y con contacto en un solo punto con el bracket se empuja firmemente contra la superficie del diente. El íntimo ajuste dará como resultado buena fuerza de adhesión, poco material a eliminar al despegar el bracket y escaso deslizamiento cuando el exceso de material se extruye periféricamente. Es importante retirar la uñeta una vez que el bracket esté en posición correcta y no intentar mantener el bracket en su sitio con el instrumento. Hasta un leve movimiento puede alterar el curado del adhesivo. Para conseguir adecuada resistencia de la unión es esencial un curado totalmente imperturbado.
- **Remoción de excesos:** Un ligero exceso de adhesivo es fundamental para minimizar la posibilidad de espacios vacíos y para estar seguros de que esté untada toda la base de malla cuando se esté ajustando el bracket. El exceso resulta particularmente útil en dientes con morfología anormal. Ese exceso no sufrirá desgaste por el cepillado ni por otras fuerzas mecánicas hay que eliminarlo con el raspador (en especial a lo largo del reborde gingival) antes de que el adhesivo haya curado o removerlo con fresas después de endurecido.

Para no perturbar la posición del bracket durante el curado, actualmente se prefiere remover el exceso después de que el adhesivo haya endurecido. Para ese fin es bueno usar cuidadosamente una fresa oval o cónica de carburo de tungsteno.

Remover el exceso de adhesivo es importante para evitar o minimizar la irritación gingival y el crecimiento de placa en torno de la periferia de la base de adhesión. Esto reducirá el daño del periodonto y la posibilidad de descalcificación. Por otra parte, la remoción del exceso de adhesivo puede

mejorar la estética no sólo porque la apariencia será más neta y limpia, sino también porque se elimina exceso de adhesivo que podría colorearse en el medio oral.

Los beneficios de la cuidadosa remoción de excesos quedan demostrados claramente, inclusive en la región de los incisivos inferiores, con notable punteado cerca de la conclusión de un tratamiento ortodóncico completo. Cuando el procedimiento recién descrito haya sido repetido para todos los brackets a adherir se controla meticulosamente la posición de cada bracket. Todo bracket que no esté en buena posición puede ser removido con pinzas y vuelto a adherir inmediatamente. Acto seguido se inserta un arco de alambre nivelador, se instruye al paciente sobre la forma de cepillar correctamente en torno de los brackets y arcos de alambre y se le entrega un programa para cumplir diariamente con colutorios fluorizados. (NaD al 0.05%) (30).

## **1.5. Brackets**

En la actualidad se dispone de tres tipos de vínculos para la adhesión de brackets ortodóncicos: con base plástica, con base cerámica y con base metálica (acero inoxidable). De estos, la mayoría de los clínicos prefieren los de base metálica, al menos en niños (22).

### **a. Brackets Metálicos**

Los brackets metálicos pequeños constituyen una mejora respecto de las bandas, aun cuando no sean tan satisfactorios desde el punto de vista estético como los brackets cerámicos o plásticos.

Los brackets metálicos dependen de la retención mecánica para su adhesión y el modo habitual de proveer esa retención es con una malla. También los hay disponibles con recesiones fotograbadas o torneadas.

En lo que se refiere a la fuerza de adhesión de brackets con base de malla, el área de la base en sí probablemente no sea un factor crítico.

El uso de bases metálicas pequeñas y poco notables ayuda a evitar la irritación gingival. Por esa misma razón, la base debe ser diseñada de manera que siga el

contorno del tejido a lo largo del margen gingival. No obstante, la base no debe ser más pequeña que las alas del bracket, por el peligro de desmineralización en torno de la periferia. Las alas de los brackets para molares y premolares inferiores deben ser mantenidas fuera de oclusión pues de lo contrario podrían aflojarse fácilmente. Por lo tanto, antes de la adhesión se recomienda 1) solicitar al paciente que muerda, para evaluar de ese modo el área dental disponible para la adhesión 2) siempre que sea posible, los brackets mandibulares posteriores tienen que ser pegados fuera de oclusión, lo cual puede requerir dobleces de ajuste en los arcos de alambre y 3) toda interferencia oclusal en los adminículos mandibulares posteriores debe ser evaluada inmediatamente después de la adhesión y las alas oclusales para ligadura que estén en contacto con cúspides de premolares o molares superiores tendrán que ser desgastadas (con piedra verde o similar). Con estos procedimientos en los últimos años siempre ha habido éxito en la adhesión de elementos sobre molares y premolares inferiores, en niños y en adultos.

La corrosión de brackets metálicos constituye un problema y se han notado manchas verdes y negras en adminículos adheridos de acero inoxidable. La corrosión en grieta del metal en áreas donde la adhesión fue mala puede deberse principalmente al tipo de aleación de acero inoxidable utilizada. Sin embargo, hay otros factores que pueden contribuir, a saber: la acción galvánica, el diseño y la construcción de la base de los brackets adheridos, con el objeto de evitar la posibilidad de manchas en el esmalte. Para minimizar este problema parecería preferible usar aleaciones de acero inoxidable más resistentes a la corrosión (22).

### **1.6. Fuerzas aplicadas durante el tratamiento de ortodoncia**

Durante el tratamiento de ortodoncia se va a conseguir movimiento de las piezas dentarias gracias a la aplicación en éstas, de vectores físicos denominados fuerzas. Son diferentes las fuerzas aplicadas pero las principales son: tensión, compresión, torsión y cizallamiento. Los movimientos ortodónticos generales como rotación, traslación, intrusión, extrusión y torque, son consecuencia de la aplicación de combinaciones de fuerzas o sistemas de fuerzas, es decir en la realidad clínica de la boca del paciente, los brackets están sometidos a la acción de todas estas fuerzas por

lo cual es importante que entre bracket y estructura de esmalte exista una adecuada fuerza de unión para que se llegue a dar el fenómeno ortodóncico a nivel de ligamento periodontal y hueso alveolar (31).

**a. Tensión**

Se define como el vector físico que, sometido a un cuerpo o estructura, trata de estirarlo o expandirlo tratando de modificarlo o alterar su posición. En la biomecánica ortodóncica, las fuerzas de tensión aplicadas a las piezas dentales, estiran las diferentes fibras del ligamento periodontal, provocando una remodelación del hueso alveolar. Este tipo de fuerza es aplicado en casi todos los movimientos ortodóncicos (32).

**b. Compresión**

Se define como el vector físico que aplicado a un cuerpo trata de oprimirlo o apretarlo tratando de reducirlo de volumen o modificar su posición. En la biomecánica ortodóncica, las fuerzas de tensión aplicadas a las piezas dentales, oprimen las fibras periodontales presionando también el hueso alveolar produciendo cambios en su estructura. Este tipo de fuerza es también aplicado en casi todos los movimientos ortodóncicos (32).

**c. Torsión**

Es definido como los vectores físicos que tratan de girar a un cuerpo, tratando de modificar su forma o girarlo total o parcialmente sobre un punto fijo. En ortodoncia este tipo de fuerza aplicada a las piezas dentales, provoca que estas cambien de posición girándolas sobre su eje, alterando la disposición de las fibras periodontales modificando la topografía del hueso alveolar. Este tipo de fuerza interviene en el movimiento de rotación (22).

**d. Desplazamiento o cizallamiento**

Es definido físicamente como la fuerza o grupo de vectores físicos que aplicados a un cuerpo tratan de cortarlo o desplazarlo verticalmente. En ortodoncia este tipo de fuerza es aplicada a las piezas dentales (mediante dos fuerzas de compresión) para provocar su desplazamiento en sentido de su eje axial

provocando procesos de remodelación en la estructura alveolar y periodontal. La fuerza de cizallamiento en ortodoncia puede ser producida por la acción de torsión sobre un material; por ejemplo, al aplicar una fuerza sobre la superficie del esmalte con un instrumento de bordes afilados, se ocasionará que el bracket se desprenda debido a la fuerza de cizallamiento aplicada sobre el agente cementante. Esta fuerza es aplicada a los dientes para provocar extrusión o intrusión. Este tipo de fuerza es a la que están sometidos los brackets durante el proceso de masticación (33).

## 2. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

- a. **Título:** Comparación de la resistencia al desprendimiento de los brackets con 2 diferentes tipos de adhesivos y con un agente contaminante (Saliva). México. 2018.

**Autor:** José Juan Cadena De La Garza Julio

**Resumen:** Se analizaron 80 premolares humanos extraídos, con brackets American Orthodontics® cementados con resina de fotocurado Transbond PLUS® (3M UNITEK). Los 4 grupos estuvieron compuestos de 20 premolares, 2 grupos de 20 premolares de grupo control, y 2 grupos contaminados con diferente adhesivo 3M y Ultradent. Los cuales después de haber sido preparados se colocaron en con la máquina Instrum Ultra-Taste que realizó la fuerza al desprendimiento de todos los grupos, se utilizó la prueba T Student de diferencia de medias para muestras entre grupos. Los resultados obtenidos fueron que el grupo experimental de 3M contaminado presentó una fuerza al desprendimiento de 13.93 Megapascuales con una desviación estándar de 4.72 Megapascuales, y el grupo experimental de Ultradent contaminado presentó una fuerza al desprendimiento de 17.08 Megapascuales con una desviación estándar de 4.58 Megapascuales. Se realizó una prueba T Student para ver la diferencia de medias y se encontró que existe diferencia significativa. Concluyeron que los brackets cementados con el adhesivo Ultradent tienen mayor fuerza al desprendimiento que con el adhesivo 3M (34).

- b. Título:** Efecto del tipo de activación en la Resistencia de Unión de brackets metálicos. Brasil. 2013

**Autores:** Bortolazzo Correr, Américo; Costa, Ana; Lucato, Adriana; Vedovello, Silvia; Valdrighi, Heloisa; Filho Mario

**Resumen:** El propósito de este estudio fue evaluar la Resistencia de unión al cizallamiento de brackets metálicos adheridos a dientes bovinos utilizando resinas compuestas fotopolimerizables y autopolimerizables. Fueron seleccionados 120 dientes bovinos divididos en 6 grupos según el material: Transbond XT; Enforce Dual; Enforce de autocurado; Enforce fotoactivado; Concise Ortodóncico; y RelyX Unicem. Los resultados de la Resistencia de unión obtenidos con la resina Concise presentaron valores significativamente mayores ( $17.72 \pm 4.45$  Mpa) que los otros grupos, demostrando la supremacía de este tipo de cemento sobre los demás (35).

- c. Título:** Resistencia de unión al cizallamiento de un adhesivo de autocondicionamiento de un solo paso utilizado en brackets ortodóncicos. USA. 2006

**Autores:** Bishara SE, Ostby AW, Ajlouni R, Laffoon JF, Warren JJ.

**Resumen:** Este estudio tuvo como objetivo determinar cómo un cemento autoadhesivo universal, RelyX Unicem (3M ESPE, Seefeld, Germany), puede ser utilizado satisfactoriamente para adherir brackets a la superficie del esmalte. Se utilizaron 40 molares humanos extraídos previamente preparados y divididos aleatoriamente en 2 grupos: 20 brackets fueron cementados utilizando RelyX Unicem, y 20 brackets cementados con el sistema adhesivo convencional Transbond XT (3M Unitex, Monrovia, Calif). Los accesorios fueron descementados 30 minutos posteriores a la adhesión inicial utilizando una máquina de ensayo universal. Se analizó la superficie del esmalte con estereo microscopía para determinar la cantidad de adhesivo remanente. Se utilizó la prueba T de Student para comparar los valores de Resistencia de unión al cizallamiento en ambos grupos. Los resultados mostraron que los brackets cementados utilizando el cemento resinoso dual de autocondicionamiento RelyX Unicem ofrecieron valores de  $3.7 \pm 2.1$  MPa, significativamente inferiores a los obtenidos con el sistema resinoso Transbond ( $5.97 \pm 4.2$  MPa). Concluyeron que los valores de adhesión del cemento RelyX

deberían de aumentarse para que pueda dar resultados favorables para su uso e ortodoncia (36).

- d. Título:** Resistencia de unión al cizallamiento y Remanente adhesivo de tres diferentes protocolos utilizados para cementar brackets en ortodoncia. Brasil 2016

**Autores:** Fernández de Morais et al.

**Resumen:** En este estudio, se evaluó la resistencia de unión al cizallamiento y la cantidad de adhesivo remanente en el esmalte post descementación de una resina ortodóncica convencional, una resina fluida, (Z 350) y un cemento resinoso dual de autocondicionamiento (RelyX U100). Se utilizaron para el estudio 30 incisivos bovinos extraídos y divididos en tres grupos según el tipo de adhesivo a utilizar. Todos los grupos recibieron pretratamiento previo con ácido ortofosfórico. Los grupos 1 y 2 recibieron primera previa a la adhesión. Se utilizaron brackets metálicos para la prueba. Posteriormente se le sometió a una máquina de medición de fuerzas para determinar los valores de adhesión alcanzados dando como resultado que el grupo de accesorios adheridos utilizando el cemento Transbond presentó los valores más altos de adhesión sobre los otros dos. Los grupos que recibieron Transbond XT y RelyX U100 dejaron mayor cantidad de adhesivo remanente que los que recibieron la resina fluida. Concluyeron que los tres cementos observaron valores considerados aceptables para la práctica clínica destacando el grupo que recibió la Transbon XT (37).

- e. Título:** Resistencia a las fuerzas de tracción del sistema de adhesión tradicional versus sistema de adhesión autograble en la unión dientes-bracket. Estudio in vitro. Universidad de Cartagena. Colombia. 2017

**Autor:** Camelo Solano, Díaz Arroyo

**Resumen:** La presente investigación tuvo como objetivo comparar la resistencia a las fuerzas de tracción del sistema de adhesión tradicional versus sistema de adhesión autograble en la unión diente-bracket. Se realizó un estudio cuasiexperimental In vitro, en el cual se incluyeron 40 dientes premolares humanos recién extraídos, que se dividieron en 2 grupos de estudio. El grupo 1 constó de 20 dientes manejados con el sistema de adhesión tradicional y el grupo 2 conformado por 20 dientes manejados

con el sistema de adhesión autograbable; ambos grupos fueron sometidos a fuerzas de tracción utilizando un texturometro y se evaluó el índice de resina remanente (ARI) sobre la superficie del diente luego de la tracción. Los resultados mostraron que la resistencia a la descementación con la técnica de adhesión de autograbado fue de 85,7 N (DE: 32, 6), mientras que con la técnica tradicional fue de 137.4 N (DE: 30, 2). No se encontró asociación entre el índice de resina remanente y la técnica de cementación de los brackets ( $p=0,208$ ) Concluyeron que la técnica de adhesión tradicional mostró ser más efectiva que la de autograbado, aunque esta última emplea menor tiempo para su colocación (38).



## CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

### 1. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES

#### 1.1. Técnica

Se utilizó la técnica de **OBSERVACIÓN EXPERIMENTAL** para la recopilación de datos con el fin de obtener información de las unidades de estudio.

##### 1.1.1. Procedimiento

###### a. Selección, Limpieza y Obtención de los Dientes.

Se seleccionaron al azar 34 dientes humanos premolares superiores libres de fracturas y carie obtenidos de diferentes fuentes. Las piezas dentales fueron limpiadas con curetas periodontales y lavadas bajo agua corriente y jabón líquido (no se utilizó detergente a fin de no alterar la estructura del esmalte), almacenadas en agua destilada y sobre refrigeración a  $-5^{\circ}\text{C}$  (Titley et al., 1998) con cambios de agua cada semana, hasta el momento de su uso, según especificación de la ISO/TS 11405 año 2003 (39).

Las raíces fueron removidas en sentido transversal, cortadas mediante discos de diamante en cortadera (ISOMET 1000, Bluehler) a nivel de la unión del tercio medio y el tercio cervical de la raíz. Con utilización de sondas endodónticas tipo tira nervios (Maillefer Swiss) se removieron los restos de tejido pulpar.

Los dientes ya cortados y depulpados, fueron estabilizados en una matriz de acrílico de auto polimerización incluidos en tubos de PVC de 20 mm de diámetro y 20 mm. de altura, las cuales fueron sumergidas en agua para controlar la liberación de calor generada por el acrílico y evitar que esto interfiera sobre el grado de conversión de la resina, durante 30min a  $T^{\circ} 30-33^{\circ}\text{C}$ . Luego de la inclusión de los especímenes

y de la reacción de endurecimiento, las muestras fueron mantenidas en agua destilada dentro de una estufa bacteriológica bajo temperatura controlada de 37° C hasta el momento de la realización del test.

Una vez confeccionados los cuerpos de prueba, se evaluaron las zonas en las que se realizará la adhesión del bracket, es decir en el centro de la corona, (tomando en cuenta que las dimensiones del bracket están entre 2-2,5 mm a/ancho). Se utilizaron 54 brackets metálicos para premolares superiores derechos o izquierdos marca Morelli - Brasil. La división de los grupos fue de la siguiente forma;

Grupo 1: Brackets adheridos con resina ortodóncica convencional

Grupo 2: Brackets adheridos con resina dual de autocondicionamiento

#### **b. Preparación de los dientes para la prueba**

Estos fueron limpiados con piedra pómez y escobilla para profilaxis y las muestras fueron secadas con eyección de aire.

#### **c. Tratamiento de los brackets**

Las bases de todos los brackets se limpiaron con ácido ortofosfórico en gel a 37% (3M ESPE) con el objetivo de liberar energía superficial y como antimicrobiano.

#### **d. Condicionamiento ácido**

Se realizó al azar, pieza por pieza **sólo en el grupo control**. El condicionamiento ácido del esmalte duró 30 segundos en las zonas en las que fueron adheridos los brackets; luego se limpiaron las superficies con abundante agua durante 20 segundos adicionales y se secaron con eyector de aire, libre de aceite hasta que la superficie se vea blanca-opaca. Este procedimiento se repitió en los casos que dicha condición no se presentó.

### e. Cementación

El sistema adhesivo- resinoso fue aplicado según los grupos, pieza por pieza, siguiendo las instrucciones del fabricante; así, la metodología de cementación fue como sigue:

#### **Grupo 1:** Brackets adheridos con resina ortodóncica convencional

Se aplicó una capa del sistema adhesivo Trulock Light Activated Bonding Resin (Rocky Mountain Orthodontics USA) sobre la superficie del esmalte previamente grabado, utilizando un micropincel (diámetro: 1,3, Southern dental industries Australia); se observó el brillo del esmalte y si alguna parte se presentó opaca, se aplicó una capa nueva de adhesivo. Se eliminó la acetona del sistema mediante chorro de aire bajo, libre de aceite, a una distancia de 10 cm durante 15 segundos. Inmediatamente, se procedió a aplicar mediante una espátula para resina de acero inoxidable (Hu-Friedy) una porción de pasta de resina ortodóncica convencional Trulock Light Activated Bonding Adhesive (Rocky Mountain Orthodontics USA) aplicada en la base del bracket. Luego, el bracket se posicionó siguiendo las indicaciones mencionadas en el marco teórico, los excesos se removieron y se irradió con aparato de foto activación LED Elipar Deep Cure (3M ESPE) XL 3000 (3M ESPE) con intensidad  $\pm 550-500 \text{ mW}^2$  durante 5 segundos por lado del bracket (instrucción del fabricante), estando la puntera o filtro de la lámpara cercana al bracket.

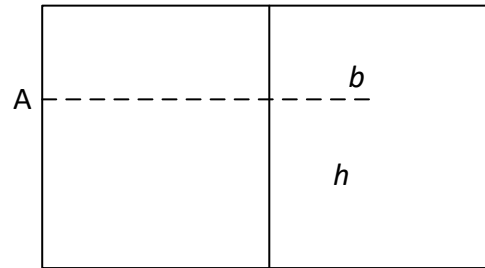
#### **Grupo 2:** Brackets adheridos con resina dual de autocondicionamiento

Se procedió a aplicar mediante una espátula de resina de acero (Hu-Friedy) el cemento resinoso dual de autocondicionamiento RelyX 3M USA sobre la base del bracket. Luego, este se posicionó siguiendo las indicaciones mencionadas en el marco teórico, los excesos se removieron y se irradió con aparato de foto activación LED Elipar Deep Cure (3M ESPE) durante 5 segundos por lado del bracket (instrucción del fabricante), estando la puntera o filtro de la lámpara cercana al bracket.

#### f. Resistencia de Unión al Cizallamiento

Para el registro de los valores finales de la resistencia de unión, se utilizó una máquina de ensayo universal instalada en el Laboratorio de Materiales de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de la Universidad Católica de Santa María. El cuerpo de prueba (ya en su base de acrílico) fue fijado en una garra de acero especialmente diseñada por el autor de la tesis y confeccionada por el laboratorio de Ingeniería de Materiales de la PUCP. Luego de estabilizar y fijar la posición más adecuada del diente en la garra, se procedió a posicionar la cuchilla de activación en la unión base de bracket y esmalte. Inmediatamente conseguido esto, se inició el ensayo de cizallamiento. Cabe mencionar que, por motivos de cumplimiento de protocolos propios de un laboratorio de ensayo, no se nos permitió asistir a la prueba mecánica y tan sólo se nos hicieron llegar los resultados en tablas Excel adjuntas en la sección de anexos del presente trabajo de investigación. La máquina inició la prueba con una fuerza de desplazamiento que partió de cero y con una velocidad de 1 mm por minuto, la cuchilla fue presionando la interfase diente bracket. La fuerza aumentó progresivamente hasta conseguir el cizallamiento de los brackets, momento en el cual se percibe el sonido del desprendimiento, inmediatamente, se registró la cantidad de kilogramos fuerza requeridos para producir el efecto deseado. Este procedimiento se repitió exactamente de la misma manera para todos los cuerpos de prueba.

La resistencia adhesiva se obtuvo a partir de la fuerza aplicada y el área de adhesión siguiendo la siguiente fórmula  $\sigma = C/A$ , donde  $C$  = carga para ruptura del cuerpo de prueba (kgf),  $A$  = área adhesiva interfaseal ( $\text{mm}^2$ ). Para el cálculo del área de unión ( $A$ ) de los cuerpos de prueba se empleó la fórmula de rectángulo  $A=b.h$ , donde  $h$  = altura y  $b$  = base, según la figura.



Diseño esquemático correspondiente a la base del bracket (figura geométrica de un rectángulo)

Estas medidas  $h$  (altura) y  $b$  (base) del cuerpo de prueba se midieron antes y después del ensayo con paquímetro.

Como el resultado de la resistencia adhesiva “0” inicialmente se obtuvo en  $\text{kgf/mm}^2$  esta medida se transformó posteriormente en MPa, multiplicándose el valor de “0” por 9,8 considerando la siguiente equiparación de medidas:  $1 \text{ kgf/mm}^2 = 9,8 \text{ N/mm}^2 = 9,8 \text{ Mpa}$ .

## 1.2. Instrumentos

### a. Instrumento documental

#### a.1. Precisión del instrumento

Se utilizó una **FICHA DE OBSERVACIÓN EXPERIMENTAL** para la recolección de datos que registró los valores de resistencia de unión obtenidos y su elaboración fue específica e inédita para el presente estudio.

#### a.2. Estructura del instrumento

| VARIABLE             | EJES | INDICADORES  |
|----------------------|------|--|
| Resistencia de unión | 1    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Muy baja (de 4 a 8 Mpa)</li> <li>• Baja (de 8.1 a 12 Mpa)</li> <li>• Regular (de 12.1 a 16 Mpa)</li> <li>• Buena (de 16.1 a 20 Mpa)</li> <li>• Muy buena (de 20.1 a más Mpa)</li> </ul> |

### a.3. Modelo del instrumento

El modelo del instrumento figura como anexos.

### b. Instrumentos mecánicos

- Máquina de Ensayo Universal.
- Pinzas porta brackets
- Eyector de aire y agua
- Espátulas mezcladoras
- Platinas de Vidrio.
- Unidad de fotopolimerización LED Elipar Deep Cure 3M ESPE USA
- Estabilizador de corriente
- Estufa de cultivo
- Depósitos de almacenamiento
- Cámara Fotográfica Nikon 5 300 Japan
- Computadora

### 1.3. Materiales de verificación

- Tubos de PVC.
- Acrílico transparente de autocurado (polvo y líquido)
- Ácido ortofosfórico al 37% American orthodontics USA
- Micropincel de 1,3 mm de diámetro (Southern dental industries Australia)
- Resina ortodóncica convencional Trulock Light Activated Bonding Sistem (Rocky Mountain Orthodontics USA)
- Resina dual de auto acondicionamiento RelyX 3M ESPE (USA)
- Agua destilada
- Alcohol etílico al 95%
- Guantes
- Barbijos
- Lentes de protección
- Materiales de escritorio

## 2. CAMPO DE VERIFICACIÓN

### 2.1. Ubicación espacial

#### a. Área general

Universidad Católica de Santa María, ciudad de Arequipa

#### b. Área específica

Laboratorio de la Consulta Privada

Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica

### 2.2. Ubicación temporal

La investigación se realizó los meses de Julio – Setiembre del año 2021

### 2.3. Unidades de estudio

El presente trabajo de investigación contó con Unidades de Estudio constituidas por 34 piezas dentarias en este caso premolares superiores e inferiores. Estas piezas dentarias fueron obtenidas, almacenadas y procesadas siguiendo las especificaciones del reglamento ISO 2003 para trabajos de investigación referidos a adhesión en esmalte.

#### 2.3.1. Determinación de los grupos

Se tomaron en cuenta dos grupos de estudio constituidos por 17 piezas dentarias cada uno y denominados Grupo Experimental y Grupo control.

#### 2.3.2. Igualación de los grupos

##### a. Criterios de Inclusión

- Piezas dentarias: primeros o segundos premolares superiores derechos o izquierdos
- De reciente extracción (no más de tres meses)

- Piezas dentarias libres de caries o fracturas en las caras libres (vestibular o palatina)
- Piezas dentarias sin alteraciones morfológicas o anatómicas evidentes

#### **b. Criterios de exclusión**

- Otro tipo de pieza dentaria
- Dientes de extracción mayor a tres meses
- Piezas dentarias cariadas o con fracturas en las caras libres (vestibular o palatina)
- Piezas dentarias con alteraciones morfológicas o anatómicas evidentes

#### **2.3.3. Asignación**

Se utilizó la aleatorización en la elección de los dientes para su inclusión en cada grupo utilizando el programa Excel de aleatorización.

#### **2.3.4. Tamaño de los grupos**

Considerando que nuestro “n” es desconocido, entonces apelamos a las fórmulas que permitieron determinar el número de unidades de estudio a considerar, tomando en cuenta que nuestro estudio es de tipo experimental, así como que nuestras variables han sido tipificadas como dicotómicas (estímulo) y cuantitativa continua (respuesta). Los datos utilizados para la ubicación del número de unidades de estudio según la tabla, son los siguientes:

$$E/s = 0.70$$

$$\alpha = 0.025$$

$$\beta = 0.20$$

### 3. ESTRATEGIA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

#### 3.1. Organización

- La secuencia de ejecución del proyecto se inició desde la recolección de las piezas premolares a utilizar. Esto se hizo mediante la utilización de piezas extraídas en nuestro consultorio privado e inmediatamente fueron lavadas y almacenadas siguiendo los requerimientos del reglamento ISO para trabajos de adhesión en esmalte.
- Se procedió a la confección de los cuerpos de prueba, mediante la fabricación de las bases de acrílico que contenían a las raíces previamente preparadas. Posterior a eso, se llevaron estos al laboratorio de ensayos en el que se ejecutó la prueba mecánica de cizallamiento. Dicho procedimiento fue realizado por el personal del laboratorio y considerando sus reglamentos y protocolos, no pudimos estar presentes durante la ejecución del ensayo.
- Los resultados obtenidos fueron entregados y procesados para su interpretación. Una vez realizado esto, procedimos a su análisis y a la realización de la parte estadística y de resultados del trabajo.

#### 3.2. Recursos

##### a. Recursos humanos

**Investigador** : Bach. Bernal Riquelme, Pedro Paul

**Asesor** : Dra. Pacheco Chirinos, Bethzabet Marina

##### b. Recursos físicos

Laboratorio de la Consulta Privada

Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica

##### c. Recursos económicos

Presupuesto autofinanciado por el investigador.

#### **d. Recursos institucionales**

Universidad Católica de Santa María.

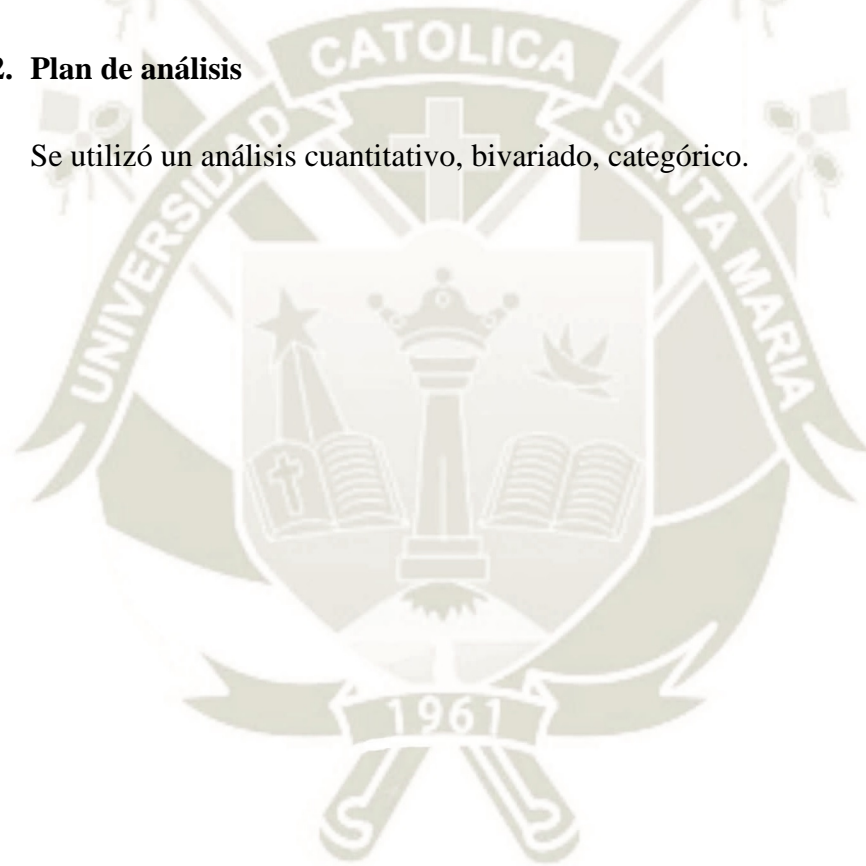
### **4. CRITERIOS PARA EL MANEJO DE RESULTADOS**

#### **4.1. Plan de procesamiento**

Se empleó un procesamiento manual y computarizado de acuerdo al paquete informático SPSS, Versión 24. Se ordenó la información obtenida a través de una matriz de registro y control, matrices de conteo, tablas y gráficas.

#### **4.2. Plan de análisis**

Se utilizó un análisis cuantitativo, bivariado, categórico.



## CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1. RESULTADOS

TABLA N° 1

Análisis descriptivo de la resistencia de unión de los brackets adheridos con cemento resinoso dual de autoacondicionamiento

| ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA | Resistencia/Mp |
|-------------------------|----------------|
| Media                   | 15.31          |
| Moda                    | 14.40          |
| Des. Típica             | 1.63           |
| Rango                   | 7.30           |
| Valor mínimo            | 12.40          |
| Valor máximo            | 19.70          |
| Total                   | 17             |

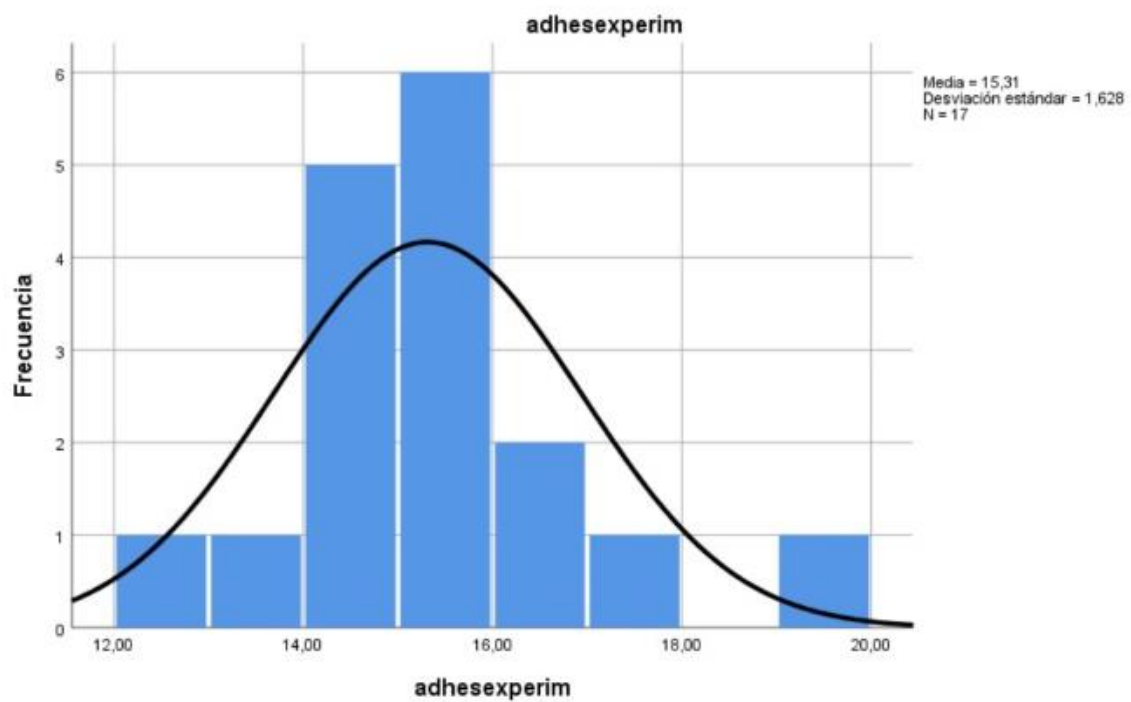
**Fuente:** Elaboración personal (Matriz de Registro y Control)

El promedio de la distribución de los respectivos datos es de 15.31 Mp, la moda de 14.40 Mp, ambas coincidentes con una resistencia regular.

El rango de 7.30 Mp es amplio, producto de la diferencia entre el valor máximo y mínimo 19.70 Mp y 12.40 Mp respectivamente, que permite inferir que los datos son heterogéneos.

FIGURA N° 1

Análisis descriptivo de la resistencia de unión de los brackets adheridos con cemento  
resinoso dual de autoacondicionamiento



Fuente: Elaboración personal (Matriz de Registro y Control)

TABLA N° 2

**Resistencia de unión de los brackets adheridos con cemento resinoso dual de autoacondicionamiento**

| <b>Resistencia de unión con cemento resinoso dual de autoacondicionamiento</b> | <b>N°</b> | <b>%</b>     |
|--|-----------|--------------|
| Buena  | 4         | 23.5         |
| Regular  | 13        | 76.5         |
| Baja   | 0         | 0            |
| Muy baja   | 0         | 0            |
| <b>Total</b>   | <b>17</b> | <b>100.0</b> |

**Fuente:** Elaboración personal (Matriz de Registro y Control)

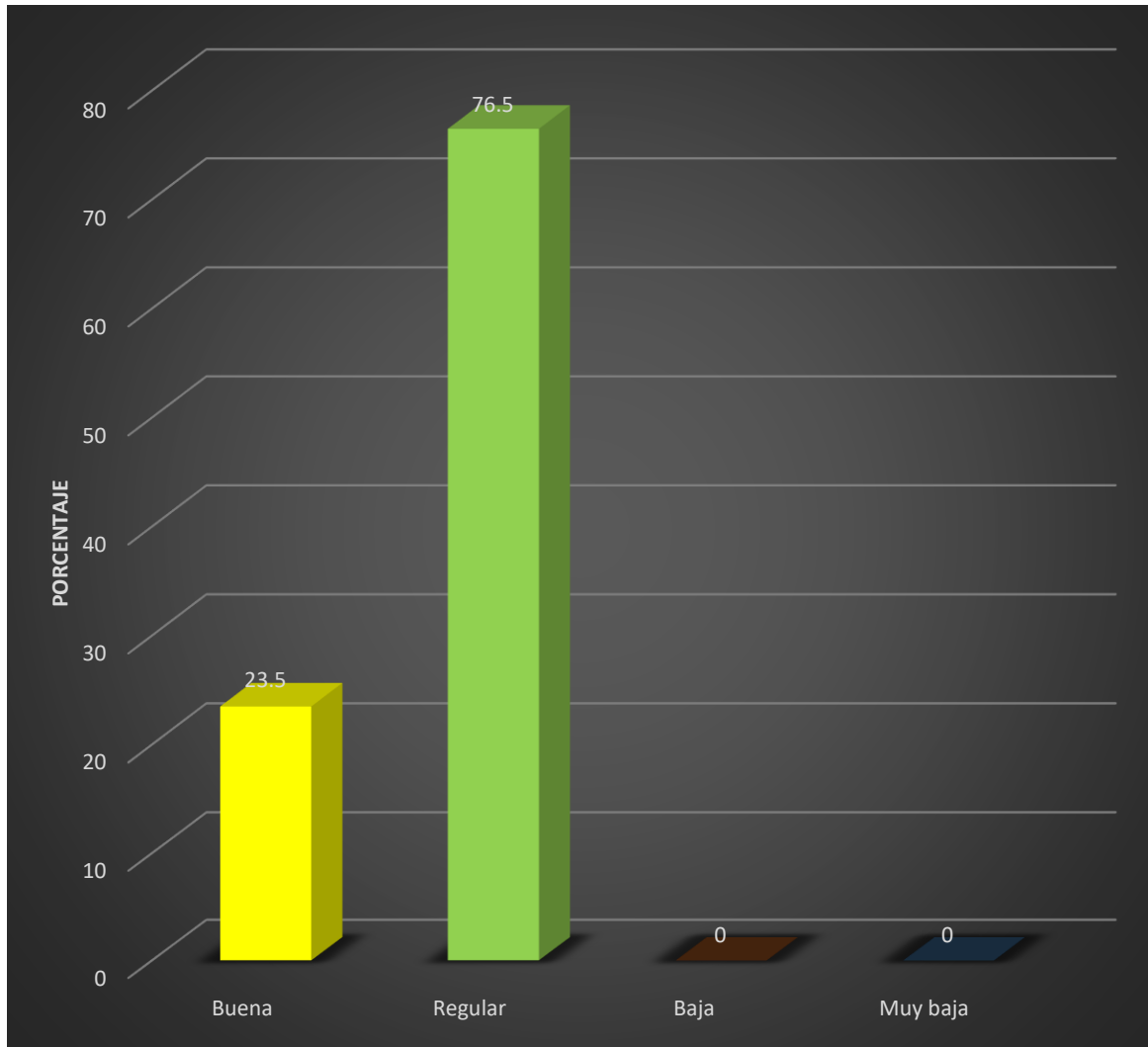
**Valoración:**

|          |                |
|----------|----------------|
| Muy baja | (4 a 8 Mp)     |
| Baja     | (8.1 a 12 Mp)  |
| Regular  | (12.1 a 16 Mp) |
| Buena    | (16.1 a 20 Mp) |

Se puede observar que del total de brackets adheridos con cemento resinoso dual de autoacondicionamiento a la superficie dentaria de premolares, un 76.5% de ellos han mostrado una resistencia regular y sólo 23.5% una resistencia buena.

**FIGURA N° 2**

**Resistencia de unión de los brackets adheridos con cemento resinoso dual de autoacondicionamiento**



**Fuente:** Elaboración personal (Matriz de Registro y Control)

TABLA N° 3

**Análisis descriptivo de la resistencia de unión de los brackets adheridos con cemento ortodóncico convencional**

| ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA | Resistencia/Mp |
|-------------------------|----------------|
| Media                   | 18.07          |
| Moda                    | 17.90          |
| Des. Típica             | 0.94           |
| Rango                   | 3.30           |
| Valor mínimo            | 16.70          |
| Valor máximo            | 20.10          |
| Total                   | 17             |

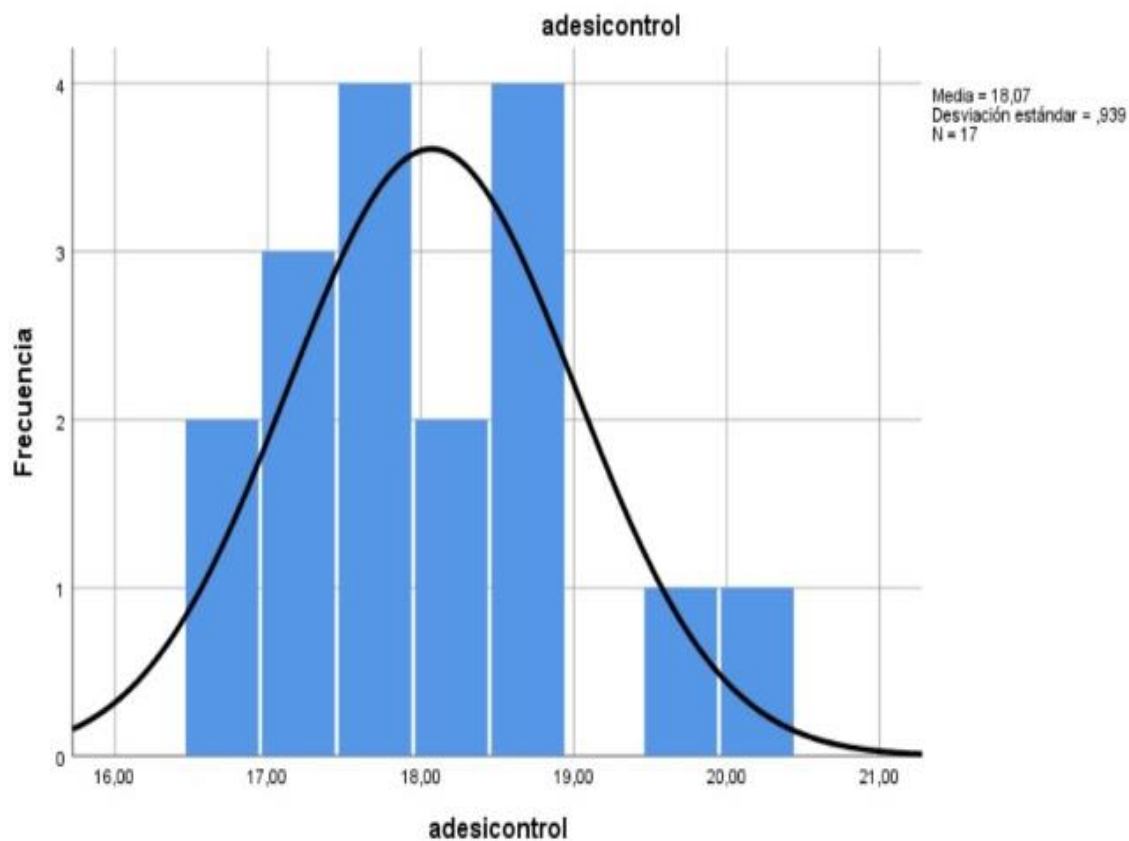
**Fuente:** Elaboración personal (Matriz de Registro y Control)

Se puede observar que, el promedio de los datos a la resistencia de unión de los brackets adheridos con cemento ortodóncico convencional es de 18.07 Mp y la moda de 17.90, coincidentes con una resistencia buena.

El rango de 3.30 Mp es estrecho lo que quiere decir que los datos son homogéneos, como lo reflejan el valor máximo y mínimo 20,10 Mp y 16.70 Mp, ambos coincidentes con buena resistencia.

FIGURA N° 3

Análisis descriptivo de la resistencia de unión de los brackets adheridos con cemento  
ortodóncico convencional



Fuente: Elaboración personal (Matriz de Registro y Control)

**TABLA N° 4**

**Resistencia de unión de los brackets adheridos con cemento ortodóncico convencional**

| Resistencia de unión con cemento ortodóncico convencional | N°        | %            |
|---|-----------|--------------|
| Buena   | 17        | 100.00       |
| Regular   | 0         | 0            |
| Baja  | 0         | 0            |
| Muy baja  | 0         | 0            |
| <b>Total</b>  | <b>17</b> | <b>100.0</b> |

**Fuente:** Elaboración personal (Matriz de Registro y Control)

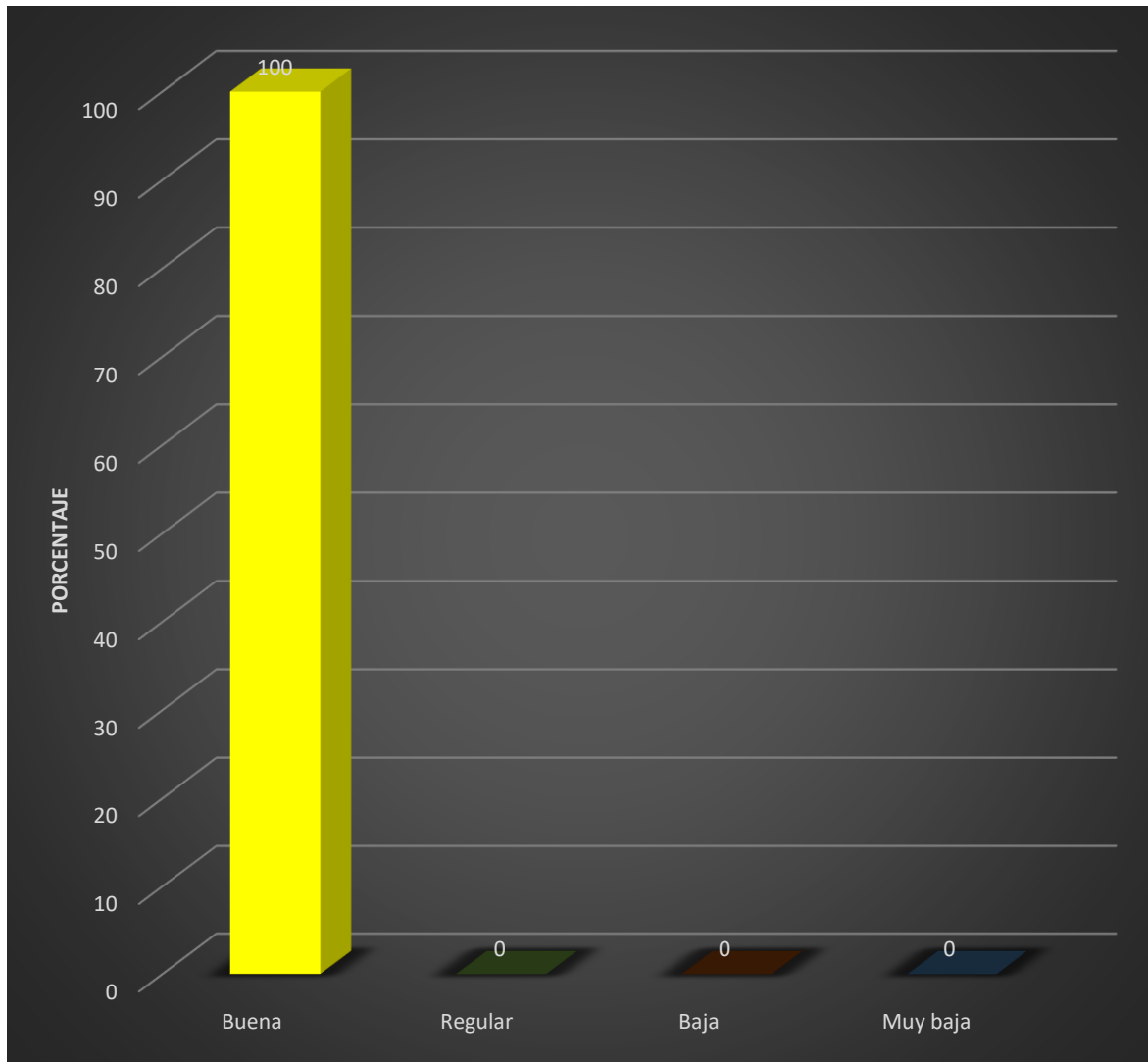
**Valoración:**

|          |                |
|----------|----------------|
| Muy baja | (4 a 8 Mp)     |
| Baja     | (8.1 a 12 Mp)  |
| Regular  | (12.1 a 16 Mp) |
| Buena    | (16.1 a 20 Mp) |

Se aprecia que los brackets adheridos a la superficie dentaria de premolares con cemento ortodóncico convencional han exhibido en su totalidad (100%) buena resistencia.

**FIGURA N° 4**

**Resistencia de unión de los brackets adheridos con cemento convencional**



**Fuente:** Elaboración personal (Matriz de Registro y Control)

TABLA N° 5

Comparación numérica de la resistencia de unión de los brackets adheridos con  
ambos tipos de cementos

|   | $\bar{X}(Mp)$ | T Student<br>significancia |
|---|---------------|----------------------------|
| Cemento resinoso dual<br>autocondicionamiento | 15.31         | 0.000                      |
| Cemento ortodóncico<br>convencional           | 18.07         |                            |

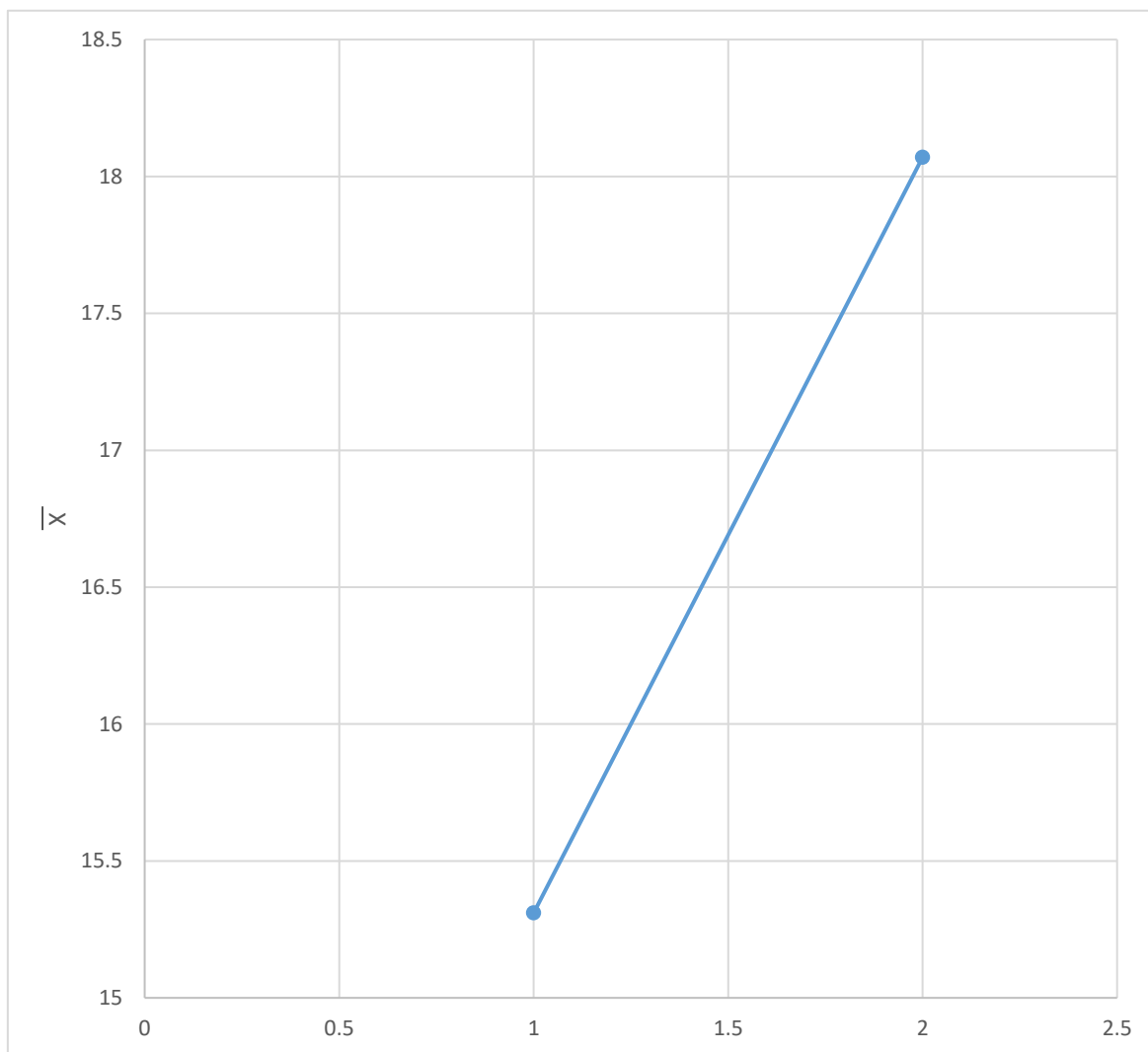
**Fuente:** Elaboración personal (Matriz de Registro y Control)

Se puede observar la diferencia que existe entre las medias, entre ambos cementos 15.31 y 18.07. La significancia dado por la T Student de 0.00, permite inferir que existe diferencia estadística significativa en la resistencia de unión de los brackets adheridos a la superficie dentaria de premolares al comparar ambos cementos.

La media dada por el cemento resinoso dual de autocondicionamiento corresponde a una resistencia regular y la del cemento ortodóncico convencional de buena.

FIGURA N° 5

Comparación numérica de la resistencia de unión de los brackets adheridos con  
ambos tipos de cementos



**Fuente:** Elaboración personal (Matriz de Registro y Control)

**TABLA N° 6**

**Comparación categórica de la resistencia de unión de los brackets adheridos con  
ambos tipos de cementos**

| CEMENTOS                      | RESISTENCIA DE UNIÓN |       |         |      |      |   |          |   | TOTAL |       |
|-------------------------------|----------------------|-------|---------|------|------|---|----------|---|-------|-------|
|                               | Buena                |       | Regular |      | Baja |   | Muy baja |   |       |       |
|                               | N°                   | %     | N°      | %    | N°   | % | N°       | % | N°    | %     |
| Dual de autoacondicionamiento | 4                    | 23.5  | 13      | 76.5 | 0    | 0 | 0        | 0 | 17    | 100.0 |
| Ortodóncico Convencional      | 17                   | 100.0 | 0       | 0    | 0    | 0 | 0        | 0 | 17    | 100.0 |

**X<sup>2</sup>: 21.048**

**P: 0.00**

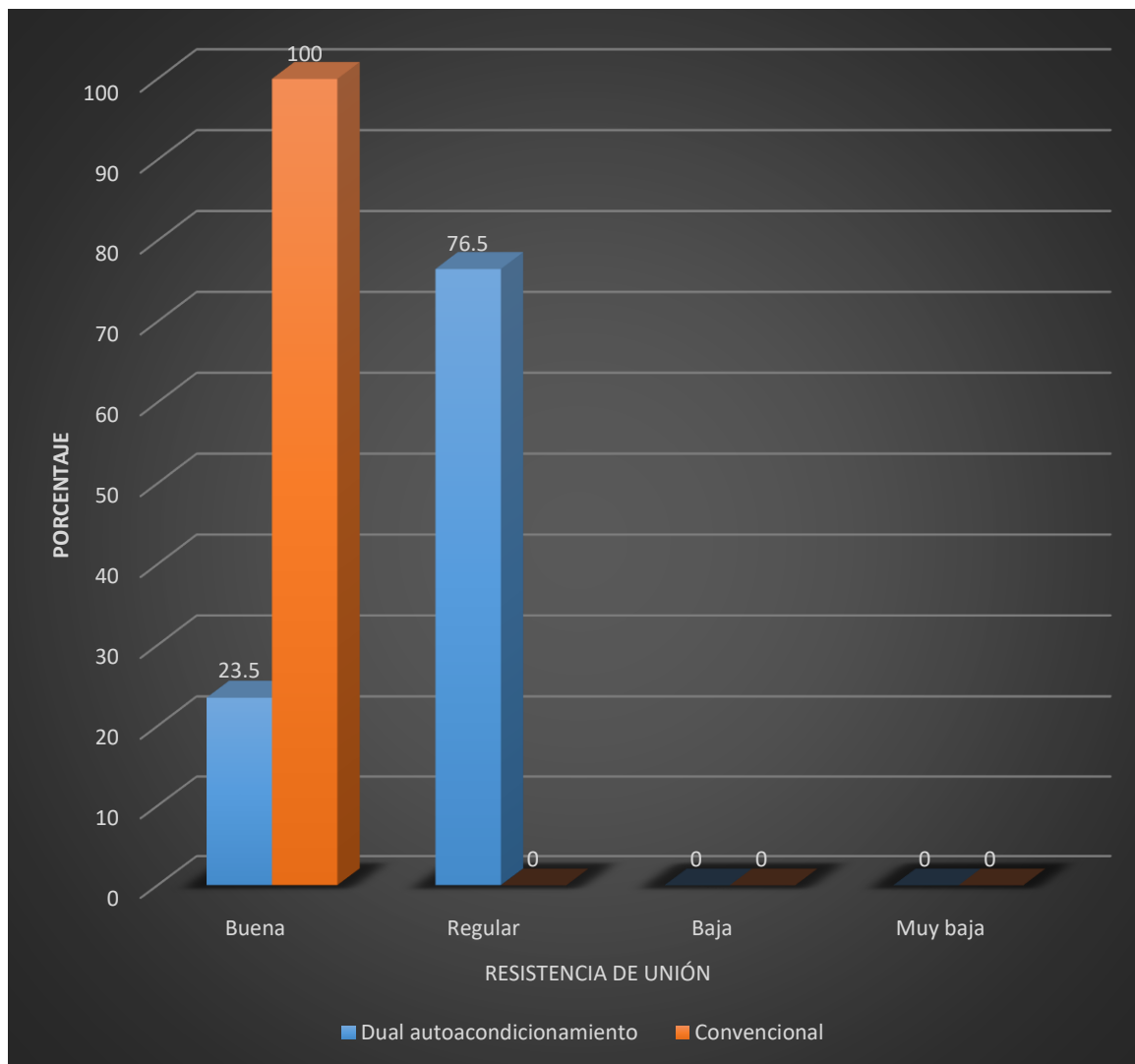
**Fuente:** Elaboración personal (Matriz de Registro y Control)

Se observa la gran diferencia en la valoración de la resistencia de unión de los brackets adheridos con el cemento convencional que en totalidad es buena, a diferencia del cemento dual de autoacondicionamiento que en 76.5% es regular.

La significancia de 0.00 dada por el X<sup>2</sup>, permite determinar que existe diferencia estadística significativa en la resistencia de unión de los brackets adheridos con ambos tipos de cementos.

FIGURA N° 6

Comparación numérica de la resistencia de unión de los brackets adheridos con  
ambos tipos de cementos



**Fuente:** Elaboración personal (Matriz de Registro y Control)

## 2. DISCUSIÓN

Son innumerables los trabajos de investigación destinados a evaluar el comportamiento de los componentes que intervienen en la adhesión de los accesorios ortodóncicos colocados a un paciente que se somete a un tratamiento para la corrección de una maloclusión. Se ha evaluado tanto al agente cementante como a los sustratos (esmalte y bracket), obteniendo invaluable información a fin de determinar qué factores pueden ser los determinantes en el éxito de la adhesión. Así, se han probado diferentes sistemas adhesivos, variaciones en las técnicas de aplicación de estos, pretratamiento de la base de los brackets, pretratamiento del esmalte utilizando diferentes agentes químicos, diferentes agentes acondicionantes y concentraciones, diferentes tiempos de grabado, etc. Durante los tratamientos de ortodoncia, las piezas dentarias son sometidas constantemente a fuerzas de cizallamiento (tracción, presión y torsión) y es la calidad de adhesión la que va a permitir que estos accesorios no se desprendan con facilidad esta calidad de adhesión va en relación directa con las especificaciones y la prolijidad de la técnica de aplicación que el fabricante señala.

Mengoa (2010) reporta que el cemento en base a resina, el más apropiado para conseguir el éxito clínico tan esperado para la adhesión; dentro de estos cementos, destacan por su facilidad de manipulación, su inocuidad al esmalte y otras características más, los cementos duales de autocondicionamiento, en su trabajo en el que comparó in vitro la resistencia al cizallamiento de tres sistemas adhesivos, siendo uno de ellos el cemento resinoso dual de autocondicionamiento RelyX U 100 de la 3M el cual ofreció valores de resistencia al cizallamiento promedio de 7,81 MPa y que en comparación con el sistema adhesivo convencional de ortodoncia, mostró ligera disminución, concordando con nuestros resultados que aunque se trata de valores más altos los obtenidos en nuestro experimento, se mantiene la superioridad del cemento ortodóncico convencional (40).

Olcese (2011) quien evaluó los niveles de adhesión de agentes cementantes autocondicionantes, considerándolos menores que los que recibieron grabado ácido previo. Una de las posibles causas a examinar es la referida a que el potencial de grabado ácido del componente autocondicionante, no es lo suficientemente eficiente para generar micro perforaciones de la manera como lo hace el agente grabador convencional (ácido ortofosfórico al 37%) (41).

Bradley and cols. NY USA (2012), evaluaron la efectividad de dos cementos resinosos duales autocondicionantes Clearfil SA y RelyX en comparación con el cemento ortodóncico convencional Transbond XT en el pegado de accesorios ortodóncicos en el esmalte, encontrando que ambos cementos resinosos de autocondicionamiento mostraron valores menores a la resistencia de descementado en comparación con el cemento ortodóncico convencional (42).

Igualmente, Bishara y Cols, (2006) comparó la efectividad del cemento resinoso dual RelyX Unicem en la resistencia al descementado de 40 brackets metálicos en comparación con la resina ortodóncica Transbond XT llegando a la misma conclusión a la que nosotros en el sentido que los valores de resistencia fueron menores en el grupo de brackets cementados con el Relyx Unicem recomendando que se realicen otro tipo de procedimientos previos a la utilización de éste último cemento como por ejemplo la desproteinización del esmalte o de pronto el uso de un agente grabador por unos pocos segundos (43).

Una de las posibles causas que explique el menor nivel de resistencia de unión que ofrecen los brackets adheridos a la superficie del esmalte utilizando cementos resinosos de autocondicionamiento, podría ser también que éstos ofrecen valores más altos de microfiltración en la interfase esmalte resina lo que genera debilidad en la adhesión, tal como lo explica Tancan et al. (2008) quienes compararon in vitro la microfiltración de brackets tanto metálicos como cerámicos adheridos con resinas ortodóncicas convencionales y resinas duales de autocondicionamiento, encontrando que estas últimas ofrecían mayores niveles de microfiltración lo que podría originar su menor resistencia adhesiva. En la misma idea, Alkis et al.(2019) sometieron a evaluación el uso del cuatro tipos de cementos resinosos entre ellos los autocondicionantes y evaluaron su efectividad a nivel de microfiltración encontrando que no existía diferencia significativa respecto a la variable evaluada en ninguno de ellos, pues todos presentaron los mismos niveles de filtración, concluyendo que la microfiltración no depende de la resina que se use, discrepando claramente con el postulado de Tancan et al (44).

Como mencionamos anteriormente, los cementos resinosos autocondicionantes gozan de muchos beneficios aún mayores que los convencionales, entre otras cosas por su facilidad de manipulación, ahorro de tiempo y su menor daño residual en el esmalte post

descementación. Y es en ese intento que varias investigaciones han continuado testeando dicho material, adicionando algunas modificaciones que mejoren su performance.

Fernández de Morais et al. (2016) quienes evaluaron la resistencia al cizallamiento de brackets adheridos a incisivos bovinos, con tres sistemas diferentes entre ellos el ortodónico convencional (Transbond XT), el resinoso fluido (Z350 3M) y el dual de acondicionamiento (RelyX 3M) con la peculiaridad de que previo al cementado de los accesorios, se procedió a hacer un acondicionamiento ácido al esmalte con agente ortofosfórico al 37% por 30 segundos. Los resultados mostraron que la fuerza de adhesión del grupo que utilizó el Transbond presentó mayores niveles de adhesión que los demás especialmente del que recibió el cemento dual RelyX, lo que lleva a inferir que el grabado realizado no mejoró las condiciones de resistencia al cizallamiento (45).

Resultados similares fueron encontrados por Rodríguez & Toneto, et al. (2017) quienes sometieron a evaluación la resistencia adhesiva de brackets en esmalte bovino utilizando sistemas autoadhesivos, demostrando que los valores obtenidos eran menores que los obtenidos en la adhesión utilizando cementos resinosos convencionales (46).

En la misma intención, Saravia Rojas (2018) realizó una investigación en la cual evaluó la aplicación de agente condicionante (ácido ortofosfórico al 37%) en diferentes intervalos de tiempo por 5", 10" y 20" previo a la aplicación de una resina dual de autocondicionamiento (RelyX) para la adhesión de brackets en dientes bovinos, encontrando que los valores de resistencia de unión mejoraron la adhesión pero sin importar el tiempo de aplicación del agente acondicionante (47).

Y es en ese orden que las investigaciones señalan que podemos mejorar los estándares de adhesión dados por los cementos resinosos duales autoadhesivos, modificando en este caso el sustrato esmalte. Es ese aparentemente el camino indicado para poder encontrar al fin el sistema adhesivo ideal a ser utilizado en la cementación de accesorios fijos utilizados para los tratamientos de ortodoncia.

## CONCLUSIONES

### PRIMERA

La resistencia de unión de brackets metálicos adheridos a la superficie dentaria de premolares con cemento resinoso dual de autoacondicionamiento es regular.

### SEGUNDA

La resistencia de unión de brackets metálicos adheridos a la superficie dentaria de premolares con cemento resinoso ortodóncico convencional es buena.

### TERCERA

Según la prueba estadística se ha encontrado que existe diferencia entre la resistencia de unión de los brackets adheridos a la superficie del esmalte producida por ambos cementos, siendo ésta diferencia, a favor del cemento resinoso ortodóncico convencional.

### CUARTA

Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación con una significancia del 0,05 y una confiabilidad de 95%.

## RECOMENDACIONES

A los tesisistas de la Maestría de Odontología de la UCSM, se recomienda:

1. Realizar trabajos de investigación similares adicionando alguna variable que mejore la resistencia de unión utilizando los cementos resinosos de autocondicionamiento como por ejemplo, desproteinizar el esmalte o aplicar por pocos segundos, ácido ortofosfórico previa a la aplicación del cemento.
2. Realizar trabajos de investigación que evalúen la adhesión en otro tipo de accesorios utilizados en el tratamiento ortodóncico, como tubos, botones, etc.
3. Realizar trabajos de investigación testeando otro tipo de resina dual de autocondicionamiento que esté disponible en el mercado actualmente ya que existen otras empresas que también las producen.
4. Realizar trabajos de investigación similares, adicionando algún tipo de pre tratamiento a la base de los brackets antes de proceder a adherirlos en el esmalte dental, como por ejemplo la aplicación de arenado con óxido de aluminio a dichas bases.
5. Realizar trabajos de investigación que evalúen si los valores de resistencia de unión varían conforme pasa más tiempo posterior a la adhesión primaria del accesorio ortodóncico sobre el diente, indistintamente se use uno u otro tipo de agente cementante.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. D'Attilio M, Traini T, Di Iorio D, Varvara G, Festa F, Tecco S. Shear bond strength, bond failure, and scanning electron microscopy analysis of a new flowable composite for orthodontic use. *Angle Orthodontist*. 2005; 75(3): p. 410-5.
2. Attar N, Taner TU, Tülümen E, Korkmaz Y. Shear bond strength of orthodontic brackets bonded using conventional vs one and two step self-etching/adhesive systems. *Angle Orthodontist*. 2007; 77(3): p. 518-23.
3. Bowen R. Use of epoxy resins in restorative materials. *J Dent Res*. 1956 junio; 35.
4. Dehoff P, Anusavice K, Wang Z. Three dimensional finite element analysis of the shear strength, Florida. 1995. ; 2: p. 126-131.
5. Fusayama T, Nakamura M, Kurosaki N, Iwaku M. Adhesión sin presión de una nueva resina de restauración adhesiva. *J Dent Res*. 1979 abril; 58(2).
6. Anusavice K. *Phillips ciencia de los materiales dentales (Cap.16 Cementos dentales. p 443-494)*. Onceava ed. España: Elsevier; 2004.
7. Hatrick C, Eakle W, Bird W. *Materiales dentales: aplicaciones clínicas*. Primera ed. México: El Manual Moderno; 2012.
8. Barceló F, Palma J. *Materiales dentales: conocimientos básicos aplicados*. Cuarta ed. México D.F.: Trillas; 2015.
9. Cova J. *Biomateriales dentales*. Primera ed. España: Amolca; 2010.
10. Buonocore M. A simple method on increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J. Dent. Res*. 1955; 34(6): p. 849-853.

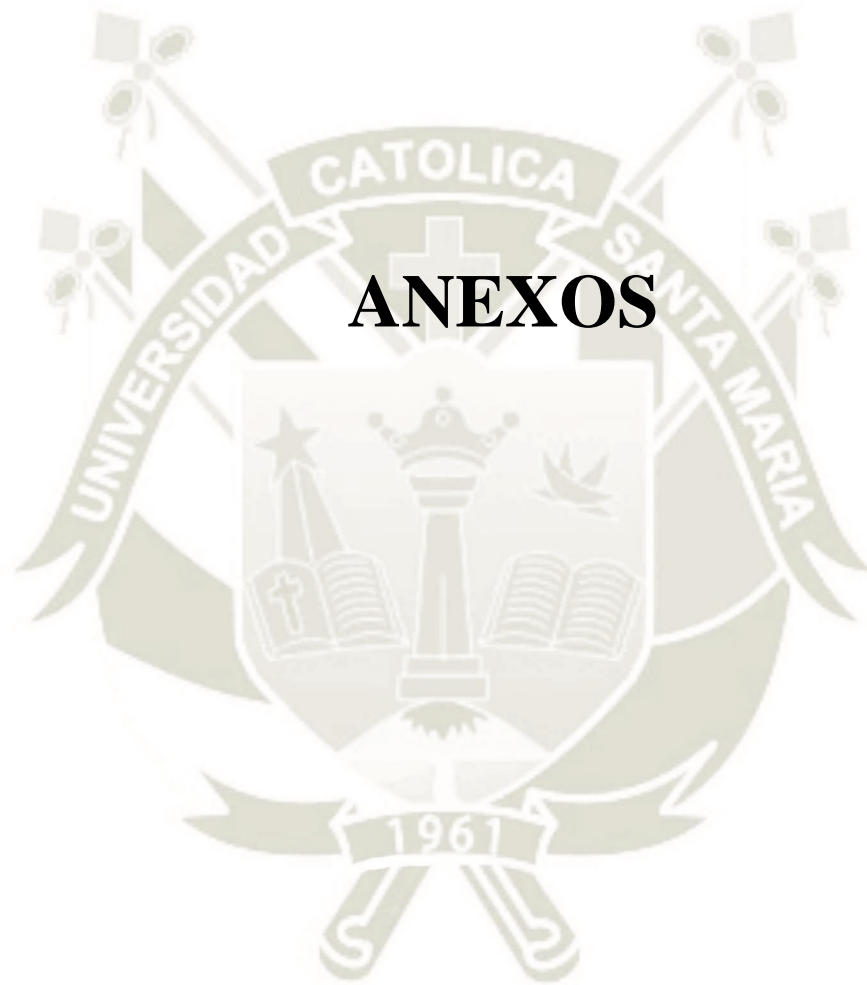
11. Boschian Pest L, Cavalli G, Bertani P, Gagliani M. Restauraciones post-endodónticas adhesivas con postes de fibra: pruebas de expulsión y observaciones SEM. Dent Mater. 2002 diciembre; 18(8): p. 596-602.
12. Bott B, Hannig M. Efecto de diferentes materiales de cementación sobre la adaptación marginal de las restauraciones de incrustaciones cerámicas de Clase I in vitro. Dent Mater. 2003 Junio; 19(4): p. 264-9.
13. Henoztrosa G. Adhesión en odontología restauradora España: Interamericana; 2003.
14. Kim C, Massa T, Rohrer G. Modelado de la relación entre las características microestructurales y la resistencia de los compuestos WC-Co. Revista internacional de metales refractarios y materiales duros. 2006; 24: p. 89-100.
15. Kitasako Y, Burrow M, Katahira N, Nikaido T, Tagamij J. Shear bond strengths of three resin cements to dentine over 3 years in vitro. Journal of Dentistry. Journal of Dentistry,. 2002; 4(1).
16. Attar N, Tam L, McComb D. Propiedades mecánicas y físicas de los agentes cementantes dentales contemporáneos. J Prosthet Dent. 2003 febrero; 89(2): p. 127-34.
17. Belli S, Zhang Y, Pereira P, Pashley D. Adhesive sealing of the pulp chamber. J Endod. 2001 Agosto; 27(8): p. 521-6.
18. Caughman W, Chan D, Rueggeberg F. Curing potential of dual-polymerizable resin cements in simulated clinical situations. J Prosthet Dent. 2001; 85: p. 479-84.
19. Pontius R. Detecting important categorical land changes while accounting for persistence. Ecosystems and Environment. 2004; 101.
20. Drummond BK. Jaw and tooth abnormalities detected on panoramic radiographs in New Zealand children aged 10-15 years. Dent. J. 200; 96(423): p. 10-3.
21. Boschian Pest L, Cavalli G, et al. Adhesive post-endodontic restorations with fiber posts: push-out test and SEM observation. Dent Mater. 2002; 18.

22. Graber Y, Vanarsdall R. Ortodoncia - Principios y técnicas actuales. Quinta ed. España: Elsevier; 2005.
23. Newman G. Epoxy adhesives for orthodontic attachments. Am J Orthod. thod. 1965; 51: p. 901-912.
24. Esteban Herrera I. Fracazos en la adhesión. Av. Odontoestomatol. 2005 abril; 21(2): p. 63-69.
25. Boyd R, Baumrind S. Consideraciones periodontales en el uso de ligaduras o bandas en molares en adolescentes y adultos. Angle Orthod. 1992; 62(2): p. 117-26.
26. Wertz R. Beginning bonding- State of the art. Angle Orthodontics. 1980; 50(3): p. 245-7.
27. Garcia Uribe SV. Aditamentos para ortodoncia. [Online]. [cited 2021 setiembre 23]. Available from:  
[https://www.academia.edu/41012562/ADITAMENTOS\\_PARA\\_ORTODONCIA](https://www.academia.edu/41012562/ADITAMENTOS_PARA_ORTODONCIA).
28. Alexander S. Efectos de los accesorios de ortodoncia sobre la salud gingival de los segundos molares permanentes. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1991 Octubre; 100(4): p. 337-40.
29. Pakshir H, Zarif Najafi H, Hajipour S. Efecto del tratamiento de la superficie del esmalte sobre la fuerza de unión de los brackets metálicos en el proceso de reboning. European Journal of Orthodontics. 2012; 34(6): p. 773-777.
30. Interlandi S. Ortodoncia bases de la iniciación. Primera ed. España: Artes Médicas; 2002.
31. Nanda R. Biomecánica en Ortodoncia Clínica. Primera ed. Buenos Aires: Medica Panamericana; 1998.
32. Marcotte M, ‘. Biomecánica en Ortodoncia. Primera ed. España: Ediciones Científicas y Técnicas S.A.; 1996.

33. De La Cruz Quintanilla I. Resistencia a las fuerzas de cizallamiento de dos resinas fotopolimerizables usadas para adherir brackets. Tesis para Cirujano Dentista. Huancayo, Perú: Universidad Continental; 2020.
34. Cadena de la Garza JJ. Comparación de la resistencia al desprendimiento de los brackets con 2 diferentes tipos de adhesivos y con un agente contaminante (saliva). Tesis para grado de Magister. México: Universidad Autónoma de Nueva León; 2018.
35. Bortolazzo Correr A, Costa A, Lucato A, Vedovello S, Valdrighi H, Mario F. Efecto del modo de activación sobre la resistencia al corte de los soportes metálicos. Braz. Mella. J. 2013 setiembre-octubre; 24(5).
36. Bishara S, Ostby A, Ajlouni R, Laffoon J, Warren J. Resistencia de unión al cizallamiento temprano de un autoadhesivo de un solo paso en brackets de ortodoncia. Angle Orthod. 2006 julio; 76(4): p. 689-93.
37. Fernandes de Morais J, et al. Shear Bond Strength and Adhesive Remnant of Three Protocols used for. Brazilian Research in Pediatric Dentistry and Integrated Clinic. 216; 16(1): p. 433-440.
38. Camelo Solano D, Díaz Arroyo E. Resistencia a las fuerzas de tracción del sistema de adhesión tradicional versus sistema de adhesión autograbable en la unión dientes-bracket. Estudio in vitro. Tesis. Uruguay: Universidad de Cartagena; 2017.
39. Titley K, Chernecky R, Rossouw P, Kulkarni G. The effect of various storage methods and media on shear- bond strengths of dental composite resin to bovine dentine. Archives of Oral Bioogy, Toronto. 1998 abril; 43(4).
40. Mengoa Herrera DJ. Comparacion in vitro de la resistencia al cizallamiento de tres agentes cementantes ortodonticos. Tesis para la obtención del Grado de Magíster. Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés; 2013.
41. Olcese Lavado O. Efecto del acondicionamiento ácido sobre la superficie adamantina haciendo uso de agentes cementantes autoacondicionantes: resistencia de tracción.

Tesis para la obtención del título de Cirujano Dentista. Lima, Perú: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2011.

42. Schnebel B, Mateer S, Maganzini A, Freeman K. Aceptabilidad clínica de dos resinas adhesivas autograbantes para la unión de brackets de ortodoncia al esmalte. *Revista de Ortodoncia*. 2012; 39(4).
43. Bishara S, Ostby A, Ajlouni R, Laffoon J, Warren J. Resistencia de unión al cizallamiento temprano de un autoadhesivo de un solo paso en brackets de ortodoncia. *Angle Orthod*. 2006 julio; 76(4): p. 689-93.
44. Uysal T, Ulker M, Ramoglu S, Ertas H. Microfiltraciones debajo de brackets metálicos y cerámicos adheridos con sistemas de imprimación de autograbado de ortodoncia. *Angle Orthod*. 2008 Noviembre; 78(6).
45. Fernandez de Morais , et al. Resistencia de union al cizallamiento y Remanente adhesivo de tres diferentes protocolos utilizados para cementar brackets en ortodoncia. *Dentistry and Integrated Clinic*. 2016; 16(1): p. 433-440.
46. Rodrigues-Tonetto M, Alves de Campos E, Fernández E, Kuga MC, Ferrarezi de Andrade M, Coelho-Bandéca M. Fuerza de adherencia e índice de remanente adhesivo de brackets experimentales adheridos con cemento resinos. *Rev. Clin. Periodoncia Implantol. Rehabil*. 2017; 10(2): p. 115-117.
47. Saravia Rojas MÁ. Influencia de diferentes periodos de tiempo de grabado del esmalte dentario con ácido fosfórico en la resistencia de unión de cementos resinosos autoadhesivos. Tesis para el Grado de Doctor. Lima, Perú: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2018.



# ANEXOS



**ANEXO N° 1:**  
**INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN**

## INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN

Ficha # \_\_

**ENUNCIADO:** EFECTO IN VITRO DE UN CEMENTO RESINOSO DUAL DE AUTOACONDICIONAMIENTO EN LA RESISTENCIA DE UNIÓN DE BRACKETS METÁLICOS ADHERIDOS A LA SUPERFICIE DENTARIA DE PREMOLARES. AREQUIPA 2021

| CUERPO DE PRUEBA N°             |                |
|---------------------------------|----------------|
| GRUPO CONTROL                   | ( )            |
| GRUPO EXPERIMENTAL              | ( )            |
| RESISTENCIA DE UNIÓN            | VALOR OBTENIDO |
| ○ Muy baja (de 4 a 8 Mpa)       | (.....)        |
| ○ Baja (de 8.1 a 12 Mpa)        |                |
| ○ Regular (de 12.1 a 16 Mpa)    |                |
| ○ Buena (de 16.1 a 20 Mpa)      |                |
| ○ Muy buena (de 20.1 a más Mpa) |                |

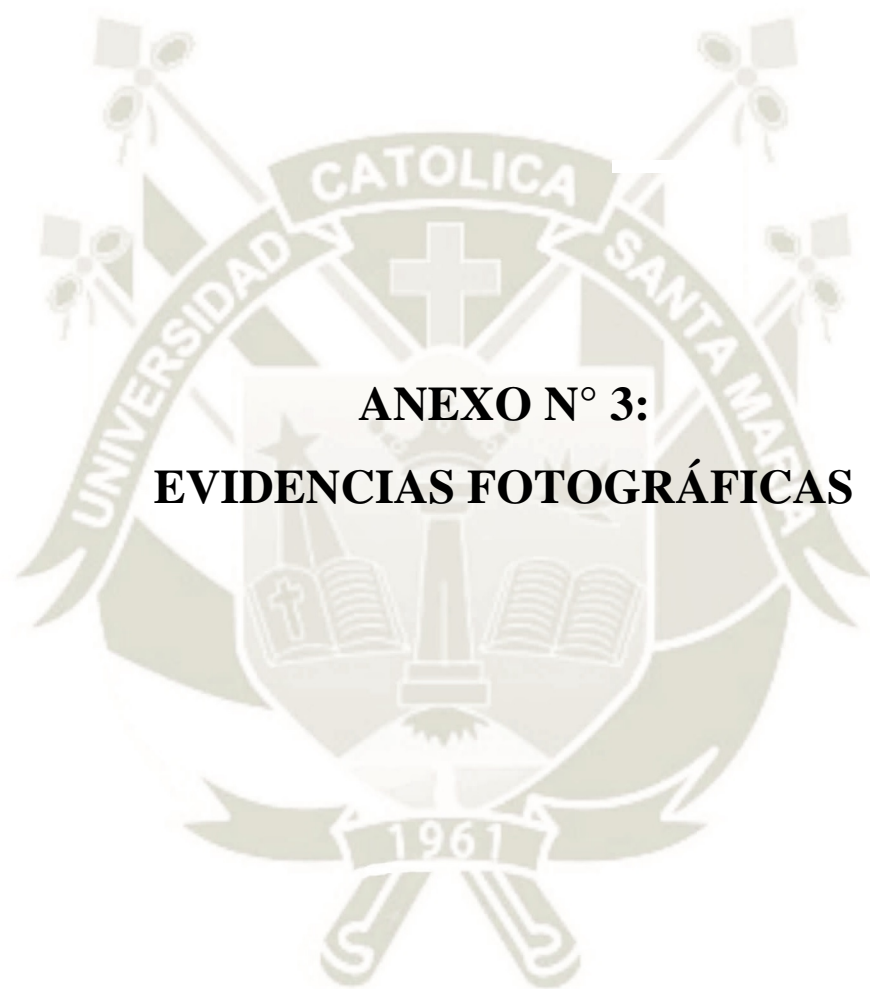


**ANEXO N° 2:**  
**MATRIZ DE REGISTRO Y CONTROL**

## MATRIZ DE REGISTRO Y CONTROL

**ENUNCIADO:** “EFECTO IN VITRO DE UN CEMENTO RESINOSO DUAL DE AUTOACONDICIONAMIENTO EN LA RESISTENCIA DE UNIÓN DE BRACKETS METÁLICOS ADHERIDOS A LA SUPERFICIE DENTARIA DE PREMOLARES. AREQUIPA 2021”

| Adhesión grupo Experimental | Fuerza grupo Experimental | Adhesión grupo Control | Fuerza grupo Control |
|-----------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------|
| 12,40                       | 3                         | 17,90                  | 4                    |
| 14,40                       | 3                         | 18,10                  | 4                    |
| 14,60                       | 3                         | 16,90                  | 4                    |
| 15,40                       | 3                         | 20,00                  | 4                    |
| 13,50                       | 3                         | 17,90                  | 4                    |
| 16,60                       | 4                         | 17,90                  | 4                    |
| 15,80                       | 3                         | 17,10                  | 4                    |
| 15,40                       | 3                         | 18,80                  | 4                    |
| 14,40                       | 3                         | 17,40                  | 4                    |
| 14,70                       | 3                         | 18,70                  | 4                    |
| 15,00                       | 3                         | 18,10                  | 4                    |
| 15,10                       | 3                         | 17,10                  | 4                    |
| 16,40                       | 4                         | 18,80                  | 4                    |
| 15,30                       | 3                         | 19,70                  | 4                    |
| 17,40                       | 4                         | 16,70                  | 4                    |
| 19,70                       | 4                         | 17,50                  | 4                    |
| 14,20                       | 3                         | 18,60                  | 4                    |



**ANEXO N° 3:  
EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS**

## EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS



**Foto N° 1:** Pieza dental premolar de reciente extracción indicada por motivos ortodóncicos



**Foto N° 2:** Motor de baja velocidad Strong 210



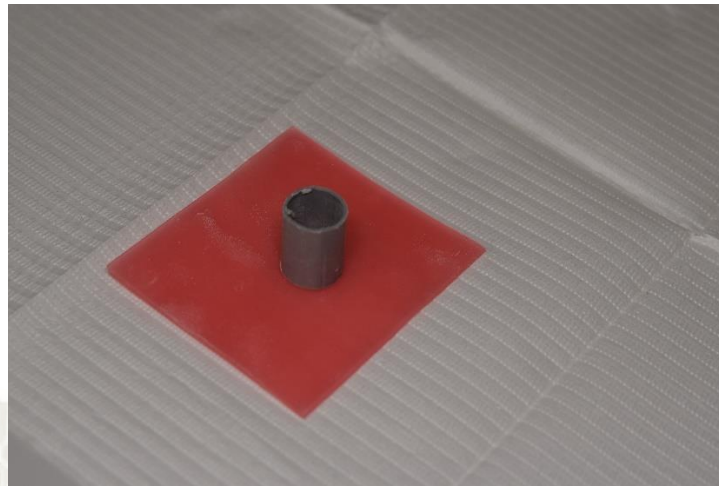
**Foto N° 3:** Recorte de raiz



**Foto N° 4:** Eliminación de tejido pulpar



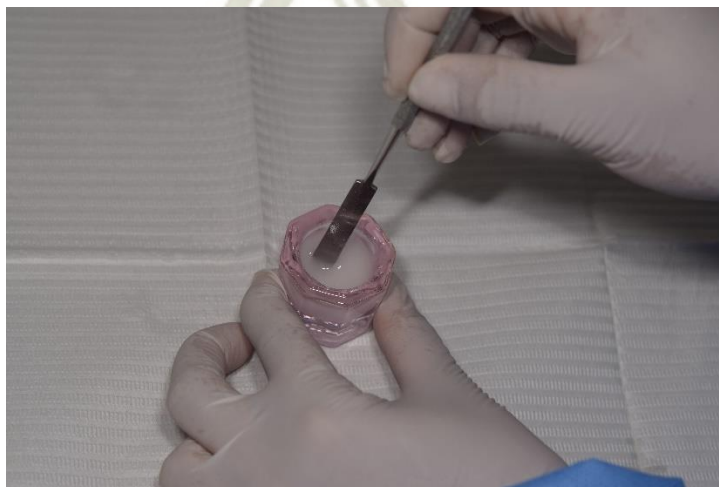
**Foto N° 5:** Recorte de sección de tubo PVC de 15 mm de diámetro



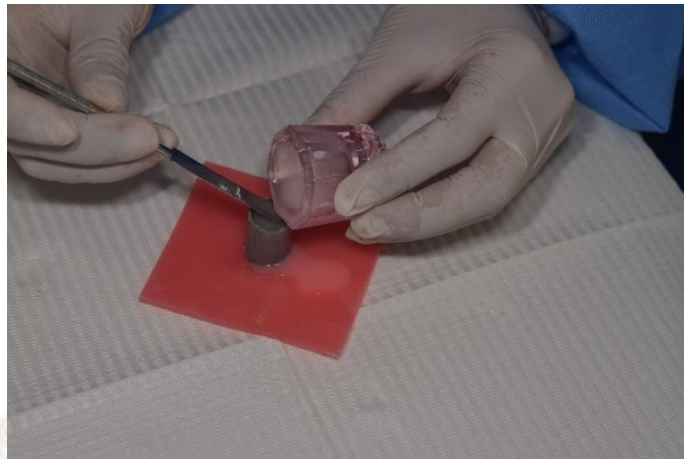
**Foto N° 6:** Asentamiento y posicionamiento de troquel en cera base



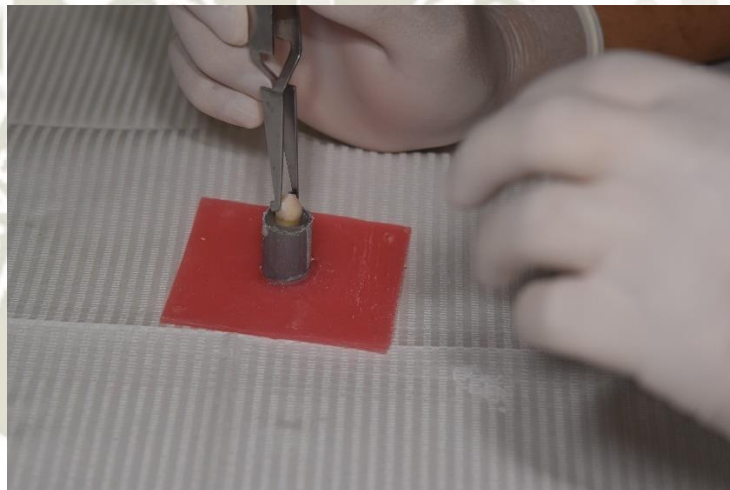
**Foto N° 7:** Acrílico de curado rápido transparente marca Vitalloy



**Foto N° 8:** Preparación de acrílico de curado rápido



**Foto N° 9:** Llenado del troquel de tubo PVC



**Foto N° 10:** Ubicación de pieza de pieza dental en el acrílico



**Foto N° 11:** Troquel finalizado y autocurado



**Foto N° 12:** Resina Ortodóncica convencional (Trulock by RMO USA)



**Foto N° 13:** Cemento resinoso dual de autocondicionamiento (RelyX 3M – USA)



**Foto N° 14:** Pasta profiláctica (Shine, MAquira Brasil)



**Foto N° 15:** Ácido Ortofosfórico al 37% (AmericanOrthodontics USA)



**Foto N° 16:** Limpieza de superficie vestibular con pasta profiláctica



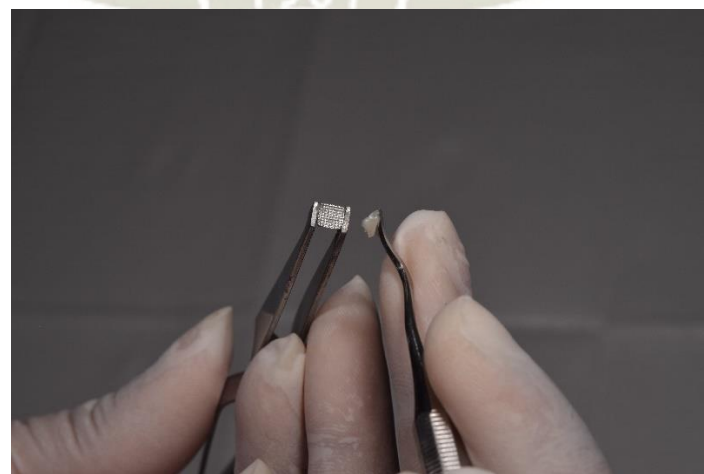
**Foto N° 17:** Aplicación de Ácido ortofosfórico al 37% por 30 segundos



**Foto N° 18:** Lavado con chorro de agua corriente y secado con jeringa triple



**Foto N° 19:** Bracket para premolar (Morelly Brasil)



**Foto N° 20:** Aplicación de agente cementante



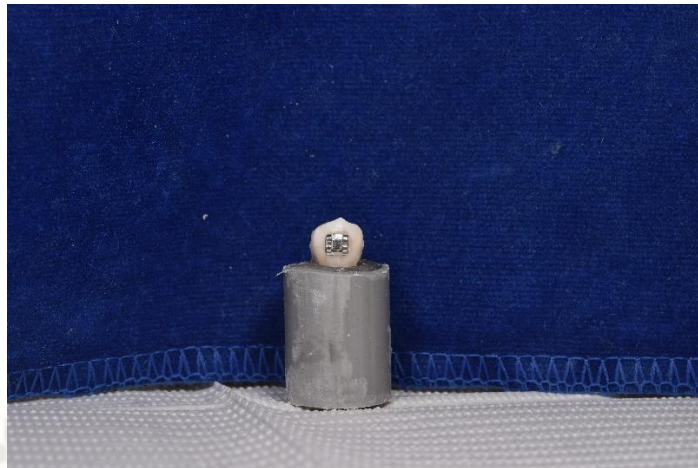
**Foto N° 21:** Ubicación y asentamiento del bracket en cara vestibular



**Foto N° 22:** Fuente de Luz LED (Elipar 3M ESPE USA)



**Foto N° 23:** Fotopolimerización



**Foto N° 24:** Troquel finalizado listo para sr sometido al ensayo



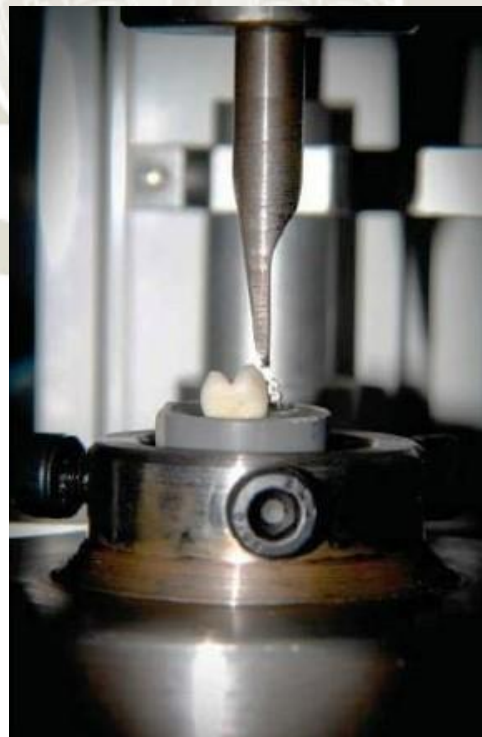
**Foto N° 25:** Troquel finalizado listo para sr sometido al ensayo



**Foto N° 26:** Troquel finalizado listo para sr sometido al ensayo



**Foto N° 27:** Máquina de ensayo Universal



**Foto N° 28:** Troquel posicionado en la garra adaptada a la máquina