



**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**PROGRAMA DE SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL**



**EFICACIA DE LOS MÉTODOS DE REACONDICIONAMIENTO  
DE LOS BRACKETS METÁLICOS EN RELACIÓN A SU  
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN - ESTUDIO IN VITRO**

PRESENTADO POR:

**JUAN DANIEL COLCA ILAQUITA**

PARA OPTAR EL TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN  
ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR

JULIACA – PERÚ

2025



**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**PROGRAMA DE SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL**

**TRABAJO ACADÉMICO**

**EFICACIA DE LOS MÉTODOS DE REACONDICIONAMIENTO  
DE LOS BRACKETS METÁLICOS EN RELACIÓN A SU  
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN - ESTUDIO IN VITRO**

PRESENTADO POR:

**JUAN DANIEL COLCA ILAQUITA**

PARA OPTAR EL TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN  
ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR

APROBADO POR:

PRESIDENTE

:   
Dra. GLADYS MARUJA TORRES CONDORI

PRIMER MIEMBRO

:   
Dra. ESPERANZA CUEVA ROSSEL

SEGUNDO MIEMBRO

:   
Dr. ROBERTO PAYE COLQUEHUANCA

ASESOR

:   
Dra. EDITH CARI CHECA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : ODONTOLOGÍA, CIRUGÍA ORAL Y MEDICINA ORAL - SEG14



**RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 078 - 2025-D-SEP-EPG-UANCV/J**

Juliaca, 10 de noviembre del 2025

**VISTOS:**

El expediente N° 2025-C-3533, presentado por el (la) Egresado (a), **COLCA ILAQUITA JUAN DANIEL**, quien solicita nominación de jurados, Fecha y hora de sustentación del Trabajo Académico, de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" de la Sede Central Juliaca.

**CONSIDERANDO:**

Que, el (a) Egresado (a), **COLCA ILAQUITA JUAN DANIEL**, con DNI. **02416966**, con número de matrícula **1710100821**, ha solicitado asignación de jurados, Fecha y hora de sustentación del Trabajo Académico titulada: **EFICACIA DE LOS MÉTODOS DE REACONDICIONAMIENTO DE LOS BRACKETS METÁLICOS EN RELACIÓN A SU RESISTENCIA A LA TRACCIÓN – ESTUDIO IN VITRO** para optar el **TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR**, de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez";

Que, de conformidad con lo previsto en el artículo 18° del Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, **Comité de Investigación**;

Que, mediante Resolución Directoral N° **315-2024-SEP-EPG/UANCV SE APRUEBA Y AUTORIZA LA EJECUCIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN (TRABAJO ACADÉMICO) con Resolución Directoral N° 007-2025-SEP-EPG/UANCV se APRUEBA Y AUTORIZA EL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN titulada: EFICACIA DE LOS MÉTODOS DE REACONDICIONAMIENTO DE LOS BRACKETS METÁLICOS EN RELACIÓN A SU RESISTENCIA A LA TRACCIÓN – ESTUDIO IN VITRO** la misma que pertenece a la línea de investigación: **ODONTOLOGÍA, CIRUGÍA ORAL Y MEDICINA ORAL – SEG14**;

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos en su artículo 28° **DE LA SUSTENTACIÓN**.

Y estando, la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y el Director de la Escuela de Posgrado mediante acta de sorteo de jurado, con registro N° **0000056** de fecha 07 de octubre del 2025 se nombra jurados de tesis conforme a lo detallado en el acta.

Que, conforme al Artículo 66° del Reglamento General de la Escuela de Posgrado de la UANCV, establece que la sustentación de Tesis de Posgrado es un trabajo de investigación científica original de la actualidad y de alto valor científico; en uso de las atribuciones conferidas a la Dirección en el inciso "J" del artículo 17° del Reglamento General de la Escuela de Posgrado, y el Art. 76 del Estatuto Universitario;

**SE RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO. - DECLARAR APTO** para la Sustentación Presencial del informe final de la investigación (Trabajo Académico), del (a) Egresado (a), **COLCA ILAQUITA JUAN DANIEL**, para optar el título de **SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR**, en virtud de los considerandos expuestos.

**ARTÍCULO SEGUNDO. – NOMINAR JURADOS** para la sustentación presencial y defensa del Trabajo Académico a los siguientes docentes ordinarios:

<b>Presidente</b>	: Dra. <b>GLADYS MARUJA TORRES CONDORI</b>
<b>Primer Miembro</b>	: Dra. <b>ESPERANZA CUEVA ROSSEL</b>
<b>Segundo Miembro</b>	: Dr. <b>ROBERTO PAYE COLQUEHUANCA</b>
<b>Asesor</b>	: Dra. <b>EDITH CARI CHECA</b>

**ARTÍCULO TERCERO. -** El proceso de la Sustentación del Trabajo Académico en mención, se llevará a cabo:

<b>Fecha</b>	: <b>Viernes, 14 de noviembre del 2025</b>
<b>Hora</b>	: <b>03:00 p.m.</b>
<b>Local</b>	: <b>Aula N° 207 – CC3 SEGUNDO PISO - UANCV</b>

**ARTÍCULO CUARTO. –** El Director de la Escuela de Posgrado queda encargado del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, comuníquese y Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
 ESCUELA DE POSGRADO  
 Dr. Javier Rómulo Quispe Zapana  
 DIRECTOR (e)

Cc. Arch. EPG (1)  
 Intermedio (1)  
 Presidencia (1)  
 RRHH (1)  
 RRQ (1) (e)

**RESOLUCIÓN DIRECTORAL N°007-2025-SEP-EPG/UANCV**

Juliaca, 07 de enero del 2025

**VISTOS:**

El Expediente N° 2024-014535 de fecha 27 de noviembre del 2024, el (la) egresado (a): **COLCA ILAQUITA JUAN DANIEL** con DNI N° 02416966 código de matrícula N°1710100821 quien solicita Revisión de Informe Final de la Propuesta de Investigación (**Trabajo Académico**); **acorde al Informe N° 01288-2024-UI-EPG-UANCV** y el **Anexo (04) Ficha de Opinión del Informe Final de la Propuesta de Investigación (Trabajo Académico)** de fecha 20 de diciembre del 2024, que fue revisada por el Comité de Investigación de la Escuela de Posgrado.

**CONSIDERANDO:**

**Que**, las Unidades de Investigación son unidades académicas que agrupan a docentes y estudiantes de diversas disciplinas, en razón del desarrollo de Investigación Científica, Tecnológica y Humanista de acuerdo al Estatuto Universitario Modificado 2020 de nuestra primera Casa Superior de Estudios.

**Que**, con Expediente N° 2024-014535 el (la) egresado (a) **COLCA ILAQUITA JUAN DANIEL** solicita la revisión y aprobación del Informe Final de la Propuesta de Investigación (Trabajo Académico) titulado: **EFICACIA DE LOS MÉTODOS DE RECONDICIONAMIENTO DE LOS BRACKETS MÉTÁLICOS EN RELACIÓN A SU RESISTENCIA A LA TRACCIÓN – ESTUDIO IN VITRO** Línea de investigación: ODONTOLOGÍA, CIRUGÍA ORAL Y MEDICINA ORAL SEG-14, Para optar el **TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR**.

**Que**, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos plasmado en la Resolución N° 0294-2023-UANCV-CU-R.

**Que**, el Comité de Investigación emitió su opinión **FAVORABLE** al Informe Final de la Propuesta de Investigación (Trabajo Académico).

**Que**, el Director de la Unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado, corroboró el asesoramiento en el Informe Final de la Investigación (Trabajo Académico) del **ASESOR (A): Dra. EDITH CARI CHECA**; y,

**Estando**, la opinión favorable del Comité de Investigación, según **INFORME N°01288-2024-UI-EPG-UANCV** y el **Anexo (04) Ficha de Opinión del Informe Final de Propuesta de Investigación (Trabajo Académico)** en concordancia con el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos Resolución N° 0294-2023-UANCV-CU-R, de conformidad a lo que establece la Ley Universitaria N° 30220, Ley de Creación de la UANCV N° 23738 y Modificatoria N° 24661 y el Estatuto de la UANCV, que confiere facultades a la unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado.

**SE RESUELVE:**

**ARTICULO PRIMERO. - APROBAR Y AUTORIZAR EL INFORME FINAL DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN (TRABAJO ACADÉMICO)** para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, Titulado: **EFICACIA DE LOS MÉTODOS DE RECONDICIONAMIENTO DE LOS BRACKETS MÉTÁLICOS EN RELACIÓN A SU RESISTENCIA A LA TRACCIÓN – ESTUDIO IN VITRO**. presentado por el (la) Egresado (a): **COLCA ILAQUITA JUAN DANIEL** en virtud de los considerandos expuestos.

**ARTICULO SEGUNDO. - RATIFICAR**, como **ASESOR(a): Dra. EDITH CARI CHECA**.

**ARTICULO TERCERO. - DISPONER** que la Escuela de Posgrado, Secretaría Académica y Administrativa, quedan encargados del cumplimiento de la presente resolución.

Regístrese, comuníquese y archívese.



Dr. Leopoldo Villacastel Concha Cari  
DIRECTOR (S)



### RESOLUCIÓN DIRECTORAL N°315-2024-SEP-EPG/UANCV

Juliaca, 10 de setiembre del 2024

VISTOS:

El Expediente N°2024-08516 presentado por el (la) Egresado (a): COLCA ILAQUITA JUAN DANIEL con DNI N°02416966 código de matrícula N°1710100821 quien solicita Revisión de Propuesta de Investigación y el INFORME N°0195-2024-UI-EPG-UANCV y el Anexo (02) Ficha de Opinión de la Propuesta de Investigación, fue revisada por el Comité de Investigación de la Escuela de Posgrado.

CONSIDERANDO:

Que, las Unidades de Investigación son unidades académicas que agrupan a docentes y estudiantes de diversas disciplinas, en razón del desarrollo de investigación científica, tecnológica y humanista de acuerdo al Estatuto Universitario Modificado 2020 de nuestra primera Casa Superior de Estudios.

Que, con Expediente N°2024-08516 el (la) Egresado (a): COLCA ILAQUITA JUAN DANIEL quien solicita la revisión y aprobación de la Propuesta de Investigación Titulado:

EFICACIA DE LOS MÉTODOS DE REACONDICIONAMIENTO DE LOS BRACKETS METÁLICOS EN RELACIÓN A SU RESISTENCIA A LA TRACCIÓN – ESTUDIO IN VITRO Línea de Investigación: ODONTOLOGÍA, CIRUGÍA ORAL Y MEDICINA ORAL SEG-14, para optar el TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación conducente a Grados y Títulos plasmado en la Resolución N° 0294-2023-UANCV-CU-R.

Que, el Comité de Investigación emitió su opinión FAVORABLE a la propuesta de investigación.

Que, el Director de la Unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado, corroboró la propuesta del ASESOR el (la): Dra. Edith CARI CHECCA quien debe estar acreditado y facultado para orientar y ayudar al asesorado en el proceso de elaboración de la propuesta de investigación de acuerdo a la DIRECTIVA N° 004-2019-UANCV-VRAD-OI; y,

Estando, la opinión favorable del Comité de Investigación, según INFORME N°0195-2024 -UI-EPG-UANCV y el Anexo (02) Ficha de Opinión de la Propuesta de Investigación en concordancia con el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos Resolución N° 0294-2023-UANCV-CU-R, de conformidad a lo que establece la Ley Universitaria N° 30220, Ley de Creación de la UANCV N° 23738 y Modificatoria N° 24661 y el Estatuto de la UANCV, que confiere facultades a la unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado.

SE RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - APROBAR Y AUTORIZAR LA EJECUCIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN, titulado: EFICACIA DE LOS MÉTODOS DE REACONDICIONAMIENTO DE LOS BRACKETS METÁLICOS EN RELACIÓN A SU RESISTENCIA A LA TRACCIÓN – ESTUDIO IN VITRO presentado por el (la) Egresado (a): COLCA ILAQUITA JUAN DANIEL en virtud de los considerandos expuestos.

ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER, como ASESOR al (el) (la): Dra. EDITH CARI CHECA.

ARTICULO TERCERO. - DISPONER que la Escuela de Posgrado, la Secretaría Académica y administrativa, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, comuníquese y archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
ESCUELA DE POSGRADO  
DIRECCIÓN  
Dr. Leopoldo Villanueva Cárdenas Cari  
DIRECTOR (e)

DIRECCIÓN EPG, INTERESADO.  
C.C./ARCH.  
LWCC/mha



# 13% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

## Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

## Fuentes principales

- 11% Fuentes de Internet
- 2% Publicaciones
- 12% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



## Metadatos complementarios

TÍTULO	
EFICACIA DE LOS MÉTODOS DE REACONDICIONAMIENTO DE LOS BRACKETS METÁLICOS EN RELACIÓN A SU RESISTENCIA A LA TRACCIÓN - ESTUDIO IN VITRO	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	JUAN DANIEL COLCA ILAQUITA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02416966
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0003-1503-3166">https://orcid.org/0000-0003-1503-3166</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	EDITH CARI CHECA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	01556817
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0001-6100-1099">https://orcid.org/0000-0001-6100-1099</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y Apellidos	GLADYS MARUJA TORRES CONDORI
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02360070
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0002-5861-0392">https://orcid.org/0000-0002-5861-0392</a>
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	ESPERANZA CUEVA ROSSEL
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02558176
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0002-7453-3382">https://orcid.org/0000-0002-7453-3382</a>

<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	ROBERTO PAYE COLQUEHUANCA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02145441
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0001-8237-5735">https://orcid.org/0000-0001-8237-5735</a>
<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	ODONTOLOGÍA, CIRUGÍA ORAL Y MEDICINA ORAL - SEG14
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p><b>Dirección:</b> CIUDAD DE JULIACA</p> <p><b>País:</b> PERÚ</p> <p><b>Departamento:</b> PUNO</p> <p><b>Provincia:</b> SAN ROMÁN</p> <p><b>Distrito:</b> JULIACA</p> <p>-15.4893015, -70.169023</p> <p><b>URL Maps</b> <a href="https://maps.app.goo.gl/nYdUWJgVM7aRRab16">https://maps.app.goo.gl/nYdUWJgVM7aRRab16</a></p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2024 - 2025
URL de disciplinas OCDE <a href="https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html">https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html</a> - Librería	<p><b>Odontología, Cirugía oral, Medicina oral</b> <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#3.02.14">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#3.02.14</a></p> <p><b>Medicina clínica</b> <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#3.02.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#3.02.00</a></p>



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CERÓN CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA DE POSGRADO

*Dr. Jesús Mamani Mamani*  
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN - EPG

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo JUAN DANIEL COLCA ILAQUITA, identificado con DNI Nro. 02416966, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional  
 Programa de Segunda Especialidad,  
 Programa de Maestría o Doctorado

ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación,  Trabajo Académico denominada:

EFICACIA DE LOS MÉTODOS DE REACONDICIONAMIENTO DE LOS BRACKETS METÁLICOS EN RELACIÓN A SU RESISTENCIA A LA TRACCIÓN - ESTUDIO IN VITRO

Asesorado por: Dra. EDITH CARI CHECA

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

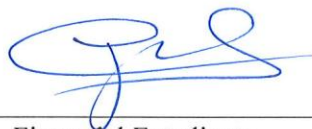
Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 03 de DICIEMBRE del 2025



Firma del Asesor  
(obligatoria)



Firma del Estudiante  
(obligatoria)



Huella



## DEDICATORIA

A Dios y a la Virgencita del Carmen por toda su bendición, a mi padre Juan Colca y a mi madre Jacoba Ilaquita, en especial a mi esposa Felicitas, por brindarme el apoyo en el presente trabajo de investigación para lo cual aportaré con su desarrollo y mejoramiento a la facultad odontológica y población en general



## AGRADECIMIENTO

A la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca, en permitirme y darme la oportunidad de desarrollarme, mejorar como persona y profesionalmente, también agradecer a mi asesora la Dra. Edith Cari Checa por guiarme y brindarme el apoyo necesario para que así mi persona pueda realizar el presente trabajo de investigación satisfactoriamente



## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE .....	v
ÍNDICE DE TABLAS .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
INTRODUCCIÓN .....	xi

### CAPÍTULO I

#### EI PROBLEMA

1.1 EXPOSICIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	1
1.2 FORMULACIÓN DEL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2.1 Problema general.....	3
1.2.2 Problemas específicos .....	3
1.3 OBJETIVOS.....	3
1.3.1 Objetivo General .....	3
1.3.2 Objetivos Específicos .....	4
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	4

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	6
2.1.1 Antecedentes Internacionales .....	6



2.1.2	Antecedentes nacionales .....	12
2.2	MARCO TEÓRICO .....	16
2.2.1	Odontología Restaurativa.....	16
2.2.2	Brackets .....	17
2.3	MALLA DE LOS BRACKETS.....	19
2.4	ESMALTE DENTAL .....	20
2.4.1	Composición química aproximada: .....	20
2.4.2	Composición química del esmalte.....	21
2.5	ADHESIÓN .....	23
2.5.1	Tipos de adhesión .....	24
2.5.2	Resistencia a la adhesión.....	25
2.5.3	Técnica para adherir los brackets .....	26
2.6	MÉTODOS DE REACONDICIONAMIENTO.....	27
2.7	EFFECTOS DE REACONDICIONAR LOS BRACKETS.....	31
2.8	MARCO CONCEPTUAL .....	35
2.9	HIPÓTESIS.....	36
2.9.1	Hipótesis General .....	36
2.9.2	Hipótesis Específicas .....	37
2.10	VARIABLES .....	37

## CAPÍTULO III

### PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	DISEÑO .....	39
3.1.1	Tipo .....	39



3.1.2. Método .....	39
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	40
3.2.1. Población.....	40
3.2.2. Muestra .....	40
3.3. TÉCNICAS, FUENTES E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN .....	41
3.3.1. Técnicas .....	41
3.4. Validación y confiabilidad del instrumento .....	41
3.4.1. Validez .....	41
3.4.2. Diseño de contrastación de hipótesis.....	41

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

RESULTADOS .....	43
DISCUSIÓN .....	50
CONCLUSIONES.....	52
RECOMENDACIONES .....	53
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	54
ANEXOS .....	59



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resistencia al desalojo de brackets. ....	43
Tabla 2 Medición de resistencia al desalojo de Brackets metálicos.....	44
Tabla 3 Medición de resistencia al desalojo de brackets metálicos arenados por 20segundos a una distancia de 15mm con óxido de aluminio de 200 micras.....	44
Tabla 4 Comparación de la resistencia a tracción de brackets metálicos .....	45
Tabla 5 Comparación de la resistencia in vitro al desalojo de brackets metálicos ....	46
Tabla 6 Comparación de la resistencia in vitro al desalojo de brackets metálicos ....	47
Tabla 7 Comparación de la resistencia in vitro al desalojo de brackets metálicos..	48
Tabla 8 Grupos homogéneos respecto a la resistencia in vitro al desalojo de brackets .....	49



## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo encontrar la diferenciación de la comparación de la resistencia a tracción de los brackets metálicos reacondicionados con brackets nuevos en un modelo - in vitro; es de enfoque cuantitativo de tipo aplicada, diseño cuasiexperimental de alcance comparativo donde se realizó como técnica la observación e instrumento aplicado fue ficha de observación; la muestra estuvo conformada por 40 dientes humanos por muestreo no probabilístico que fue seleccionada de manera intencional por el investigador donde estuvo conformada por un grupo control de 10 dientes y tres grupos experimentales cada uno de 10 dientes humanos se procedió en el paquete de estadística SPSS con ANOVA ya que se trabajó con más de dos grupos; cuyos resultados después de verificar la diferencia estadística en la resistencia in vitro de los brackets metálicos a la migración mediante ANOVA, podemos ver mediante la prueba post hoc de Tukey que los dientes tratados con aire abrasivo de 60 micras tienen mayor resistencia a la migración que los dientes tratados con aire abrasivo de 120 micras y también las alternadas a 200 micras; también se observó que los brackets metálicos entre dientes tratados con aire con abrasivos de 200 y 60 micras eran igualmente resistentes al desplazamiento in vitro. Donde se concluye que existe diferenciación entre los grupos experimentales.

**Palabras clave:** Resistencia, tracción, brackets, óxido de aluminio, ortodoncia.



## ABSTRACT

The objective of this research was to find the differentiation of the comparison of the tensile strength of reconditioned metal brackets with new brackets in an in vitro model; It is an applied quantitative approach, quasi-experimental design of comparative scope where observation was carried out as a technique and the instrument applied was an observation sheet; The sample was made up of 40 human teeth by non-probabilistic sampling that was intentionally selected by the researcher where it was made up of a control group of 10 teeth and three experimental groups each of 10 human teeth. The SPSS statistical package was used with ANOVA since we worked with more than two groups; whose results, after verifying the statistical difference in the in vitro resistance of the metal brackets to migration through ANOVA, we can see through the Tukey post hoc test that the teeth treated with 60 micron abrasive air have greater resistance to migration than the teeth treated with abrasive air at 120 microns and also those alternated at 200 microns; It will also be noted that metal brackets between teeth treated with air with 200 and 60 micron abrasives were equally resistant to displacement in vitro. Where it is concluded that there is differentiation between the experimental groups.

Keywords. Resistance, traction, braces, aluminum oxide, orthodontics.



## INTRODUCCIÓN

El tratamiento de ortodoncia con brackets metálicos es ampliamente utilizado para corregir maloclusiones dentales y mejorar la funcionalidad y estética del sistema estomatognático. En este contexto, la durabilidad y eficacia de los brackets son esenciales para garantizar resultados clínicos óptimos (15). Sin embargo, durante el curso del tratamiento, puede ser necesario retirar y reacondicionar los brackets para su reutilización, ya sea por desalojo accidental, reposicionamiento o ajustes en el plan terapéutico. Este proceso plantea un desafío clínico significativo, ya que el reacondicionamiento podría afectar la resistencia adhesiva del brackets a la superficie dental, comprometiendo su funcionalidad y la seguridad del trabajo.

El reacondicionamiento de brackets metálicos implica la eliminación de residuos de adhesivo sin alterar la estructura original del dispositivo, con el objetivo de garantizar una adhesión efectiva durante su reubicación. Diversos métodos han sido propuestos para este propósito, incluyendo técnicas mecánicas, químicas y el uso de aire abrasivo, cada una con sus ventajas y limitaciones. No obstante, el impacto de estos métodos sobre la resistencia a la tracción de los Brackets reacondicionados sigue siendo un tema de discusión en la investigación.

Estudios previos han demostrado que factores como el tipo de tratamiento abrasivo, el grosor del adhesivo residual y las características del bracket metálico pueden influir en la fuerza de adhesión posterior al reacondicionamiento. Esto es particularmente relevante en contextos clínicos donde se busca optimizar el equilibrio entre la resistencia adhesiva y la conservación de las propiedades estructurales del bracket. Además, existe un interés creciente en evaluar estas



variables a través de estudios in vitro, que permiten un control riguroso de las condiciones experimentales y ofrecen datos valiosos para guiar la práctica. (23)

Este estudio se centra en evaluar la eficacia de diversas técnicas de reacondicionamiento de Brackets metálicos con respecto a su resistencia a la tracción. A través de un enfoque in vitro, se busca no solo identificar las técnicas más efectivas, sino también aportar evidencia que permita establecer recomendaciones para la práctica clínica y contribuir al desarrollo de protocolos estandarizados en ortodoncia. Esta comprensión es crucial para garantizar que los pacientes tengan acceso a tratamientos que sean efectivos y seguros, y al mismo tiempo económicamente sostenibles.

La presente investigación está compuesta por cuatro capítulos; la primera Planteamiento del problema; la segunda por las teorías que corresponde a las variables; el tercer aspecto se refiere a la metodología de recopilación de datos empleada, mientras que el cuarto se centra en cómo se presentan los resultados, lo que en última instancia conduce a las discusiones, conclusiones y recomendaciones.



## CAPÍTULO I

### EI PROBLEMA

#### 1.1 EXPOSICIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

La ortodoncia es un campo especializado centrado en la prevención, diagnóstico y corrección de desalineaciones dentales y problemas de desarrollo óseo para mejorar tanto la función como la estética dental. Esta disciplina ha ganado importancia en la odontología, desempeñando un papel vital en el éxito general de los tratamientos dentales. En consecuencia, en los últimos años ha aumentado la demanda de procedimientos de ortodoncia destinados a mejorar la apariencia de la salud bucal. Para garantizar la eficacia de los tratamientos de ortodoncia fija, es fundamental conseguir una fuerte unión entre los brackets y el esmalte dental mediante sistemas adhesivos adecuados. (1)

Las consultas diarias, la colocación de aparatos ortopédicos es un procedimiento de rutina para los especialistas en ortodoncia, y se ha observado que muchos de estos aparatos se caen debido a la fuerza de masticación, la fuerza del hilo o el descuido del paciente, por lo que deben volver a aplicarse. Coloca los brackets que faltan, pero si aumentas la



adherencia a los dientes, aumentará su resistencia a la tracción, por lo que este estudio intentará dar respuesta a esta pregunta. (2,3)

Se han realizado numerosos estudios sobre la fuerza de unión entre los brackets y el esmalte, arrojando resultados diversos y a veces contradictorios. Algunos investigadores han demostrado que pulir brackets nuevos antes de pegarlos puede mejorar la resistencia del esmalte, lo que resulta en una fuerza de adhesión que supera la de una superficie no preparada sin chorro de arena. (4,5)

La instalación y la longevidad de los brackets en dientes específicos siguen siendo un desafío persistente para los ortodontistas. Este problema se puede mitigar siguiendo las pautas del fabricante y reconociendo las propiedades físicas de los brackets. La elección de los materiales, junto con el manejo del instrumental de ortodoncia por parte del dentista y la higiene bucal del paciente, desempeñan un papel importante. Optar por brackets metálicos en lugar de cerámicos tiene un impacto particular para la estética y la ortodoncia, ya que el color es crucial y los brackets metálicos ofrecen mayor resistencia y durabilidad durante todo el tratamiento. Por el contrario, si bien los brackets cerámicos son visualmente atractivos, son más propensos a fragilizarse y romperse, lo que puede provocar retrasos repetidos en el trabajo y el tratamiento. Aunque numerosos investigadores han introducido diversos diseños y técnicas de brackets, sigue siendo difícil llegar a un consenso sobre la elección óptima o las condiciones ideales en cuanto a la superficie del diente, los factores del paciente y la técnica. (6,7)



## 1.2 FORMULACIÓN DEL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.2.1 Problema general

¿Cuál será la comparación de la resistencia a tracción de los brackets metálicos reacondicionados con brackets nuevos en un modelo - in vitro?

### 1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál será la resistencia a tracción de los brackets metálicos reacondicionados tratados con aire abrasivo por 20 segundos a una distancia de 15mm con óxido de aluminio a 60 micras en dientes humanos?
- ¿Cuál será la resistencia a tracción de los brackets metálicos reacondicionados tratados con aire abrasivo por 20 segundos a una distancia de 15mm con óxido de aluminio a 120 micras en dientes humanos?
- ¿Cuál será la resistencia a tracción de los brackets metálicos reacondicionados tratados con aire abrasivo por 20 segundos a una distancia de 15mm con óxido de aluminio a 200 micras en dientes humanos?

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo General

Establecer la comparación de la resistencia a tracción de brackets metálicos reacondicionados con brackets nuevos en un modelo - in vitro



## 1.3.2 Objetivos Específicos

- Medir la resistencia a la tracción de brackets metálicos arenados por 20 segundos a una distancia de 15mm con óxido de aluminio a 60 micras en dientes humanos.
- Medir la resistencia a la tracción de brackets metálicos arenados por 20 segundos a una distancia de 15mm con óxido de aluminio a 120 micras en dientes humanos.
- Medir la resistencia a la tracción de brackets metálicos arenados por 20 segundos a una distancia de 15mm con óxido de aluminio a 200 micras en dientes humanos.

## 1.4 JUSTIFICACIÓN

El desprendimiento de los brackets ha sido durante mucho tiempo un desafío en el tratamiento de ortodoncia, por lo que es crucial explorar formas de mejorar la fuerza de adhesión de los brackets metálicos al esmalte. Los ortodoncistas buscan continuamente métodos para mejorar la retención de estos brackets.

En la ortodoncia con aparatos fijos tradicionales, los premolares inferiores son los brackets cementados con más frecuencia, seguidos de los premolares superiores, ya que estos dientes generalmente son más susceptibles al desprendimiento debido a su ubicación en áreas de menor resistencia y a las mayores fuerzas de masticación que soportan. Los



efectos del arenado de los brackets sobre la fuerza de adhesión presentan resultados mixtos en las investigaciones existentes. (8)

Algunos estudios indican que los brackets arenados exhiben una mejor adhesión al esmalte en comparación con los brackets nuevos adheridos durante su fase inicial, mientras que otros estudios no encuentran diferencias significativas en la adhesión entre los dos. Además, existe una literatura limitada que examina la influencia de las partículas de carburo de silicio en varias bases de brackets, como se explora en este estudio, en comparación con otros tipos y tamaños de partículas de óxido de aluminio. Los hallazgos de esta investigación ayudan a esclarecer qué tratamientos de ortodoncia son más efectivos respecto al fenómeno de adhesión.



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

##### 2.1.1 Antecedentes Internacionales

**Ok U et al. 9 2021.** Desarrolló un trabajo en Turquía con el propósito de examinar lo efectivo de los sistemas adherentes de componente único en comparación con un grupo de control. La investigación, de carácter experimental, se llevó a cabo con 60 premolares mandibulares y maxilares que se extrajeron por razones ortodónticas y preservados en agua destilada. Las muestras fueron distribuidas aleatoriamente en tres conjuntos de 20 piezas dentales cada uno. El protocolo experimental incluyó el pulido y enjuague de los dientes, seguido de la aplicación de un ácido grabador al 37% en las piezas dentales de la muestra. Los grupos de estudio fueron los siguientes: el grupo Transbond, donde se utilizó el Transbond XT junto con el material adherente XT; el grupo Ortho Connect, que empleó la sustancia de fijación Ortho Connect GC; y el grupo Biofix, que utilizó la sustancia adherente adhesiva Biofix. Estos resultados promedio de resistencia al cizallamiento obtenidos fueron de 8,21 MPa para Biofix, 8,07 MPa para GC y 7,37 MPa para Transbond XT. El análisis



estadístico reveló que no existían diferencias significativas entre las muestras en términos de resistencia adhesiva. Como conclusión, se determina que los adherentes ortodónticos de componente único proporcionan una fuerza de adhesión adecuada, sin que su desempeño difiera significativamente del obtenido con la aplicación de imprimación. (9)

**Chamorro G. et al 2021** en Brasil realizó un estudio experimental con 135 primeros premolares para evaluar la adherencia de brackets metálicos utilizando los sistemas de adhesión Z100, Trulock y Transbond XT. Se encontró que Transbond XT presentó la mayor resistencia al cizallamiento, seguido de Z100 y Trulock, aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas. No obstante, todas las resinas evaluadas mostraron valores de adhesión clínicamente aceptables. (11)

**Burcur S. et al.12 2021** en Rumania realizaron un trabajo experimental con la finalidad del análisis de la resistividad al cizallamiento de brackets ortodónticos adheridos mediante dos elementos de adhesión: Fuji Ortho LC empleando ácido ortofosfórico ( $H_3PO_4$ ) y Transbond Plus Color Change con Transbond Plus Self-Etching Primer, evaluando su desempeño bajo distintas condiciones del esmalte (humectado con saliva, humectado con agua destilada y seco). El experimento se realizó con 120 premolares distribuidos en seis grupos. Los tres primeros grupos utilizaron Transbond Plus Self-Etching Primer y Transbond Plus Color Change en diferentes condiciones: esmalte seco (Grupo 1), esmalte humedecido con agua destilada (Grupo 2) y esmalte humedecido con saliva (Grupo 3). Los siguientes tres grupos emplearon Fuji Ortho LC bajo las mismas condiciones: esmalte seco (Grupo 4), humedecido con agua destilada



(Grupo 5) y humedecido con saliva (Grupo 6). El resultado promedio de resistencia al cizallamiento obtenidos fueron: 15,86 MPa en el Grupo 1, 12,31 MPa en el Grupo 2, 13,04 MPa en el Grupo 3, 15,27 MPa en el Grupo 4, 14,14 MPa en el Grupo 5 y 13,11 MPa en el Grupo 6. Se llegó a concluir que los dos sistemas adhesivos presentan niveles de adherencia adecuados en todas las condiciones evaluadas. Sin embargo, se observará una mayor resistencia en el esmalte seco en comparación con las superficies humedecidas, ya fuera con agua destilada o con saliva. (12)

**Fonseca T. et al. 2020** en Brasil realizó un estudio experimental con el objetivo de realizar un análisis de la resistividad al cizallamiento de distintos elementos de adhesión empleados en la fijación de brackets metálicos y cerámicos sobre las superficies dentales. La investigación incluyó 120 premolares extraídos, los cuales fueron clasificados en grupos según elemento de adhesión y el tipo de bracket utilizado: Ortholink VLC, Transbond XT, Biofix, Orthobond Plus, Orthocem + Ambar Universal Primer y Orthocem.

Este análisis descriptivo reveló que, en los brackets metálicos, las resistencias promedio al cizallamiento fueron de  $7,8 \pm 3,6$  MPa para Orthocem,  $11,3 \pm 2,7$  MPa para Orthocem + Ambar Universal,  $9,2 \pm 3,2$  MPa para Orthobond Plus,  $12,1 \pm 6,5$  MPa para Biofix,  $16,0 \pm 5,3$  MPa para Transbond XT. y  $16,2 \pm 3,5$  MPa para Ortholink VLC. En los soportes cerámicos, la información registrada fue de  $14,3 \pm 9,3$  MPa,  $12,7 \pm 2,8$  MPa,  $26,4 \pm 10,6$  MPa,  $10,0 \pm 4,5$  MPa,  $31,7 \pm 11,6$  MPa y  $20,3 \pm 7,0$  MPa, respectivamente, en los sistemas de adhesión de la investigación. Estos valores indicaron que los productos de adhesión Ortholink VLC y Transbond



XT exhibieron una mejor resistividad al cizallamiento en soportes metálicos. Asimismo, se observó que Transbond XT y Orthobond Plus lograron un mejor desempeño en adherirlos brackets de tipo cerámico. (13)

**Burcur S. et al.14 2020** en Rumania, se llegó a realizar un trabajo experimental con la meta de contrastar tres capacidades adhesivas de diferentes productos ortodontológicos: Transbond Plus Color Change, Ketac Cem y Fuji Ortho LC, para adherir brackets metálicos al esmalte dental. La investigación se realizó in vitro, utilizando 30 premolares maxilares y mandibulares extraídos por razones ortodónticas. Los dientes fueron distribuidos equitativamente en tres grupos, a cada uno de los cuales se les fijaron brackets metálicos empleando uno de los tres sistemas adhesivos mencionados. Los resultados mostraron que Fuji Ortho LC presentó la mayor resistencia al descementado, con un valor medio de 13,53 MPa, seguido de Transbond Plus Color Change con 10,16 MPa y Ketac Cem con 8,91 MPa. Los procesos de estadística mostraron diferencias de significancia entre los grupos, concluyendo que Fuji Ortho LC proporcionó una mejor capacidad de adhesión al compararla con los sistemas de adhesión evaluados conjuntamente. (14)

**Delavarian M. et al.15 2019 en Irán.** El propósito de este tratado fue contrastar la resistividad al cizallamiento (RC) de los brackets de cerámica y metalfijados al esmalte usando como sustancia adhesivas Transbond XT composite y Grelgloo Color Change. La investigación fue de tipo experimental y empleó 120 premolares, los cuales fueron divididos en 4 subconjuntos: (1) Grelgloo con brackets de metal, (2) Grelgloo con brackets de cerámica, (3) Transbond XT con brackets de metal y (4)



Transbond XT con brackets de cerámica. Estos datos obtenidos indicaron que el bracket utilizado presenta un efecto de significancia estadística sobre la resistencia al cizallamiento ( $P = 0,368$ ). Por otro lado, el tipo de compuesto sí genera un efecto estadísticamente significativo en la resistencia al cizallamiento ( $P < 0,001$ ), siendo la resistencia del adhesivo Grengloo superior a la de Transbond XT. Se llegó a concluir que, dado el elevado valor de resistencia al cizallamiento y la región de seguridad de fallo de adhesión observados con la sustancia Grengloo en ambos tipos de brackets, esta sustancia adhesiva que varía su coloración se presenta como una opción aceptable en situaciones que requieran elevado índice de adhesión, como en la reparación de brackets que se han desunido o para adherir brackets a materiales cerámicos. (15)

**Rodrigues M. et al.21 (2017)** en Chile presentaron este estudio con el fin de analizar la capacidad adhesiva al cizallamiento de brackets fijados usando un fijador de resina cementada. Se trató de un estudio experimental en la que se emplearon noventa piezas de dentadura bovina, distribuidos aleatoriamente en seis grupos ( $n=15$ ). Los grupos fueron: Grupo I, brackets de metal fijados con Transbond XT; Grupo II, brackets metálicos APC fijados con ningún compuesto adherente extra; Grupo III, brackets metálicos APC fijados con material autograbante y adherente; Grupo IV, brackets metálicos fijados con RelyX U200; Grupo V, brackets experimentales adheridos con Transbond XT; y Grupo VI, brackets experimentales fijados con RelyX U200. Los resultados revelaron que los resultados de mayor resistencia al cizallamiento (RC) se encontraron en los grupos I (20,60 MPa) y III (20,59 MPa), mientras que el grupo 4 mostró la



menor resistencia (0,98 MPa). El mejor grupo fue el primero, que presentó los resultados promedio de mayor valor y en comparación con los otros grupos, presentó una diferencia de relevancia estadística. Se concluyó que los resultados promedio de resistencia al cizallamiento (RC) en los grupos para experimentación superaron a los de los grupos sin modificaciones. (21)

**Mashallah, M. et al.22 (2017)** en Irán realizaron un estudio con el objetivo de contrastar la resistividad al cizallamiento de brackets de metal adheridos utilizando los sistemas de fijación Assure y Single Bond, tanto en estado seco como en situaciones contaminadas con la saliva. Se trató de un trabajo experimental con la selección de 60 premolares, a los cuales se les colocaron en el esmalte superficial brackets de acero inoxidable, utilizando ambos adhesivos, en condiciones secas y con contaminación por saliva. Los resultados mostraron que la fuerza de unión de los brackets a la estructura dental fue de  $9,29 \pm 8,56$  MPa con el adhesivo Assure en estado de sequedad y de  $21,25 \pm 8,93$  MPa en condiciones contaminadas con saliva. Para el adhesivo Single Bond, los valores fueron de  $10,13 \pm 6,69$  MPa en condiciones secas y de  $14,09 \pm 6,6$  MPa en presencia de saliva. La contaminación por saliva causó una menor capacidad de fijación de significancia cuando se utilizó el adhesivo Assure ( $p < 0,001$ ). En conclusión, el uso de los adhesivos Assure y Single Bond proporcionó una capacidad de fijación apropiada para los brackets, pero la contaminación por saliva redujo considerablemente la capacidad de fijación con Assure como adhesivo en contraste con el estado de sequedad. (22)



**Oliveira et al.23 (2017)** en Brasil llevaron a cabo un análisis con el finde conocer el impacto de distintos materiales adhesivos y agentes de unión resistentes al cizallamiento de brackets de metal adheridos en dentadura bovina. Se trató de una investigación experimental que utilizó 160 piezas dentarias de la mandíbula bovina, distribuidos de 20 en 20 piezas para conformar 8 grupos, acorde al material de fijación y el adherente utilizado. Transbond se empleó en los grupos 1 y 5, Fill Macis se usó en los grupos 2 y 6, Biofix en los grupos 3 y 7 y Orthocem en los grupos 4 y 8. En los grupos 2, 3 y 4 se empleó el componente Single Bond Universal como adhesivo, que fue polimerizado durante 10 segundos. Los brackets fueron fijados a las superficies dentales con los adhesivos mencionados y polimerizados durante 40 segundos. La resistencia al cizallamiento fue evaluada a las 24 horas y después de someter los dientes a un termociclado (7,000 ciclos entre 5 °C y 55 °C). Los resultados mostraron valores de 10,3 MPa y 6,9 MPa para Transbond (con y sin primer), 9,0 MPa y 5,0 MPa para Fill Magic, 8,3 MPa y 4,3 MPa para Biofix, y 7,8 MPa y 4,2 MPa para Orthocem. Fue detectada una diferencia de significación ( $p < 0,05$ ) en la resistencia al cizallamiento entre las condiciones con y sin primer. En conclusión, el uso de primer mejoró significativamente los valores de resistencia al cizallamiento. (23)

### 2.1.2 Antecedentes nacionales

**Alvarado, K. y Ramirez, M. (2022)** en Lima llevaron a cabo un estudio titulado "Resistividad al cizallamiento de brackets de metal colocados con 3 componentes de adhesión in vitro", cuyo fin fue contrastar la resistividad al cizallamiento de brackets de metal adheridos mediante tres compuesto de



adhesión en un entorno in vitro. Se trató de un trabajo preexperimental con 30 premolares extraídos por motivos ortodónticos, los cuales fueron conservados al 0.9% en suero fisiológico y distribuidos de 10 en 10 para formar 3 grupos. Biofix se usó para adherir los elementos del grupo 1, Bracepaste se empleó en el grupo 2 y Orthocem en el grupo 3. Luego, se procedió a evaluar la resistividad al cizallamiento (RC) mediante una maquinaria para ensayo universal. Los resultados fueron analizados utilizando el software SPSS y el análisis de varianza (ANOVA). El grupo 1 mostró el valor promedio más alto de RC ( $8,76 \pm 2,90$  MPa), posteriormente el grupo 2 ( $6,72 \pm 1,58$  MPa) y al concluir el grupo 3 ( $3,21 \pm 1,05$  MPa). Se encontraron diferencias de significación estadística ( $p < 0,001$ ) en la media de los grupos evaluados. En conclusión, Biofix presentó un valor más elevado de fijación al cizallamiento al compararlo con productos como Orthocem. (24)

**Chumacero RM.10 (2019)** en Trujillo, el propósito de este estudio fue el análisis de la resistividad al corte de brackets al emplear dos componentes para fijación. Se realizó un trabajo experimental utilizando sesenta y cuatro premolares obtenidos por motivos de ortodoncia, distribuidos en 32 dientes por grupo. En el Grupo A, el ácido de grabado se aplicó usando Unitek, seguido de la imprimación Eagle MTP y la Bracepaste como resina de adhesión. Un grupo B utiliza Transbond XT como resina adherente e imprimante y el ácido de grabado Unitek. Se visualizó un valor promedio de 8,1291MPa usando Bracepaste como adherente y un valor promedio de 8,7906MPa usando Transbond XT como sustancia de adhesión. No obstante, no se encontró ninguna diferencia de significancia



estadísticamente hablando en la fuerza de corte entre los dos sistemas de unión ( $p = 0,262$ ), lo que indica que ambos tienen una menor fuerza de unión y no causan ruptura del esmalte cuando se aplican fuerzas de corte a los brackets. En conclusión, el sistema adhesivo Bracepaste mostró una ligera ventaja en la capacidad al cizallamiento de los brackets al comparar con Transbond XT como elemento adherente. (25)

**Huaita J.16 (2018) en Trujillo.** El propósito de este estudio fue contrastar la fortaleza a la fijación al esmalte de la dentadura humana de tres compuestos odontológicos. Este trabajo experimental utilizó cuarenta y cinco premolares obtenidos por motivos de ortodoncia y los sumergieron en una solución de cloramina-T durante alrededor de siete días. Luego, los elementos muestrales se mantuvieron empleando agua destilada a  $4^{\circ}\text{C}$  y conformaron grupos de 15 elementos. Cada grupo utilizó brackets de metal: el grupo 1 utilizó resina Orthocem para la unión; El grupo 2 utilizó resina ortodóncica Heliosit; El grupo 3 utilizó resina Transbond XT. El valor promedio de resistencia al pelado fue más alto en el grupo 3 ( $6,88 \pm 2,24$  MPa), posteriormente el grupo 2 ( $6,25 \pm 1,62$  MPa) y finalmente el grupo 1 ( $5,07 \pm 1,42$  MPa). Se llegó a concluir la existencia de valores diferentes con significancia estadística entre las marcas Transbond XT y Orthocem. Finalmente, todos los componentes adherentes manifestaron ser adecuados para su uso en el ámbito de la odontología. (26)

**Castellanos, Peña y Estupiñan (2010)** Se realizó una investigación que comparó las técnicas de reciclaje de stents de metal mediante medición electroquímica. La tecnología utilizada para reciclar estos brackets debe



asegurar un correcto funcionamiento durante el tratamiento de ortodoncia y no provocar reacciones alérgicas, afirmaron en el estudio. Aunque este último problema ha sido superado, el acero utilizado en su construcción sigue siendo susceptible a la corrosión. Aplicando técnicas de reciclaje habituales como el arenado y la quema, así como procedimientos recientemente propuestos, se intenta examinar los procesos corrosivos a los que están desplegados utilizando saliva artificial como electrolito. Los valores recabados durante la examinación confirman al arenado como a técnica más eficaz a pesar de los nuevos hallazgos. (27)

**Luque, Pérez, Carhuamaca y Coronado en Huánuco (2008)** Se La falla de adherencia y el reposicionamiento de los brackets ocurren con frecuencia durante el tratamiento de ortodoncia y se cree que son relevantes. En situaciones similares, el odontólogo puede accederá volver a cementar los mismos brackets del paciente o utilizar brackets nuevos. La meta de este análisis in vitro, fue establecer las variaciones en la fuerza adhesivade brackets reparados mediante técnicas de llama y microarena en comparación con brackets nuevos. Se extrajeron sesenta premolares saludables para indicaciones de ortodoncia y se dividieron 3 grupos con aleatoriedad: Grupo 1, brackets reparados con tecnología de microarenado; Grupo 2, brackets reparados con tecnología de llama; Grupo 3, con aparatos ortopédicos nuevos, sirvió como grupo de control. Todos los brackets se adhirieron utilizando resina autopolimerizable No Mix (Prime Dental Manufacturing INC).Al inicio, los nuevos brackets se fijaron a los elementos de cada grupo para medir la capacidad adhesiva primera (prueba de corte N°1); Posteriormente realizaron hasta tres evaluaciones



mediante la exposición a la maquinaria universal. Los datos obtenidos muestran que a medida que se incrementa el número de ensayos de corte, disminuye la fuerza de unión de todos los grupos; sin embargo, la capacidad adhesiva de los brackets microarenados es de mayor significancia que la de los brackets con llama y los brackets nuevos. (28)

## 2.2 MARCO TEÓRICO

### 2.2.1 Odontología Restaurativa

La odontología restaurativa se ocupa de reparar y preservar la salud dental de los pacientes que han recibido tratamiento ortodóntico, especialmente aquellos que tienen dientes afectados por malformaciones, caries o desgaste. Este enfoque se dedica a restaurar dientes dañados o estéticamente alterados, utilizando técnicas y materiales que complementan los resultados obtenidos en el tratamiento de ortodoncia. La aplicación de materiales adhesivos y restauraciones estéticas, como carillas, coronas o empastes, es crucial para garantizar la apariencia y la funcionalidad de los dientes una vez completado el proceso de alineación dental. El Ministerio de Salud del Perú también ha implementado programas como el Plan de Salud Escolar, que no solo se enfoca en la prevención de enfermedades bucales, sino que también incluye tratamientos restaurativos en instituciones educativas para reducir el elevado predominio en la población de caries a nivel escolar.

Adicionalmente, en comunidades con recursos limitados, se han introducido técnicas como la Restauración Atraumática (ART), que permite



realizar restauraciones dentales con mínima remoción de tejido y sin necesidad de equipos sofisticados.

Sin embargo, aún existen desafíos, como la necesidad de una formación más integral para los odontólogos, el fomento de la salud oral preventiva y la mejora en el acceso a servicios odontológicos de calidad, especialmente en áreas más alejadas. A pesar de estos retos, la odontología restaurativa en el Perú sigue evolucionando, integrando tecnología, educación y políticas públicas en el mejoramiento de las condiciones de salud dental en los pobladores. (29)

## 2.2.2 Brackets

### Tipos De Brackets

#### Brackets metálicos

Los brackets metálicos utilizados en ortodoncia están hechos de materiales que garantizan su resistencia y durabilidad frente a las fuerzas que se aplican durante el tratamiento. El material más común es el acero inoxidable (INOX), que tiene una elevada resistencia a erosionarse como característica, longevidad y facilidad de moldeado. Este acero se compone principalmente de hierro (Fe), níquel (Ni) y cromo (Cr), con adiciones de molibdeno (Mo) y carbono, siendo el cromo el que mejora su resistencia a la corrosión y el níquel el que proporciona flexibilidad y fuerza.

En algunos casos, se pueden usar aleaciones de titanio para los brackets, ya que el titanio (Ti) tiene menor peso que el acero inoxidable y tiene una excelente compatibilidad biológica, reduciendo la posibilidad de reacciones alérgicas. También, en ciertas aleaciones, se puede incluir aluminio para

mejorar la resistividad y disminuir el peso de los brackets. Además, se incorporan otros materiales como molibdeno (Mo) o tungsteno (W) que mejoran la propiedad mecánica y la resistencia a la fatiga.

Estos materiales son seleccionados por su capacidad para soportar las fuerzas de masticación y de ortodoncia, su biocompatibilidad y su resistencia a la degradación durante el tiempo del tratamiento.

### **Brackets estéticos**

El bracket de estética está representado primeramente por el bracket de cerámica y de zafiro.

#### **2.1.1.1 Brackets plásticos**

En ciertos casos, los brackets estéticos se hacen de plásticos compuestos, que son livianos y transparentes. Aunque proporcionan una apariencia discreta, tienden a ser menos resistentes que la cerámica o la zirconia. (31)

#### **2.1.1.2 Brackets Cerámicos**

Muchos brackets estéticos están hechos de cerámica, un material que tiene un aspecto similar al esmalte dental. Aunque la cerámica es resistente, es más frágil que el acero inoxidable, por lo que es adecuada para tratamientos ortodónticos que no impliquen fuerzas excesivas.

#### **2.1.1.3 Brackets de Zirconia**

Es un tipo de cerámica más resistente y duradera que la cerámica convencional. La zirconia es fuerte y tiene gran resistencia al desgaste, lo que hace popular esta alternativa en el grupo de pacientes que desean estética sin comprometer la durabilidad.

### 2.3 MALLA DE LOS BRACKETS

La base de los brackets forma un aspecto fundamental para la mantener la posición de los brackets, ya que su estructura puede facilitar la infiltración del componente adherente. Además, las dimensiones de la base generan un impacto relevante. Se ha observado la existencia de vínculo entre la capacidad de retención y la base que soporta cada bracket. Las ranuras más anchas en los brackets, como se ilustra en la Figura 1A, permiten una mayor penetración de la resina compuesta en comparación con esas comisuras más ceñidas mostradas en la Figura 1B. Aquellas bases con comisuras amplias distribuyen las fuerzas torsivas con mayor equilibrio que un bracket tradicional. La base de los brackets posee es diseñado siguiendo comisuras con centro único y una línea de flujo que generan una mejor distribución de las tensiones en comparación con las bases convencionales. **(Figura1C).**

**Figura: 1A.** Malla de comisura ceñida **1B.** Malla de comisura amplia **1C.** Malla tradicional



**Fuente:** Merone G et al.

Las superficies de los brackets con endiduras angostas mostraron menores valores de adhesión a causa de la insuficiente inserción de la resina. Esto evidencia que si se diseña adecuadamente la base, puede aumentar la



infiltración del material. Según Mac Coll y sus colaboradores, más elevada es la resistividad al cizallamiento cuando se incrementa el tamaño de la base del bracket. Además, las bases con malla influyen de manera significativa en la resistividad a la tensión. Existen mallas de diseños antiguos, que se sueldan a la estructura principal del bracket, tienden a disminuir la presión en las áreas de unión y retención. También se han reportado situaciones en los que la malla se desune de la estructura principal del bracket, lo que suele ocasionar daños en las soldaduras de forma puntual, ya que la placa en acumulación favorece el efecto corrosivo en esas zonas. (33)

## 2.4 ESMALTE DENTAL

Representa el tejido más resistente y con mayor contenido mineral del organismo humano. Recubre la parte visible del diente, conocida como corona, y cumple una función protectora frente a factores mecánicos, químicos y térmicos. Su estructura está compuesta esencialmente por cristales de hidroxiapatita, organizados de forma precisa, lo que le proporciona su notable dureza.

### 2.4.1 Composición química aproximada:

- 96% material inorgánico, dominado por cristales de hidroxiapatita (fórmula:  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ ).
- 3% es agua, presente en pequeñas cantidades.
- 1% es material orgánico, compuesto por proteínas como amelogenina y enamulina.

Cabe destacar que la hidroxiapatita puede integrar en su estructura iones como fluoruro o carbonato, lo cual puede modificar su resistencia frente a la desmineralización ácida. (34)

## 2.4.2 Composición química del esmalte

### 2.4.2.1. Matriz orgánica

La matriz orgánica del esmalte es una estructura proteica esencial durante la formación del esmalte, conocida como amelogénesis. Aunque en el esmalte maduro representa menos del 1% de su composición total, cumple un papel crucial en la organización y mineralización inicial del tejido.

Esta matriz está integrada principalmente por:

Amelogeninas, que constituyen cerca del 90% de las proteínas presentes y se encargan de controlar el crecimiento y la orientación de los cristales minerales.

Enamelinas, que favorecen la formación inicial de los cristales y su posterior endurecimiento.

Otras proteínas, como ameloblastinas y tuftelinas, que contribuyen a la estructura del esmalte y a la interacción con las células formadoras (ameloblastos).

Durante la maduración del esmalte, esta matriz proteica es progresivamente descompuesta y eliminada mediante enzimas específicas, como las metaloproteinasas y la enamelysina, lo que permite que el esmalte se vuelva casi totalmente mineralizado.



#### 2.4.2.2. Matriz inorgánica

Representa cerca del 96% de su estructura total y está compuesta predominantemente por cristales de hidroxiapatita ( $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ ). Estos cristales se organizan en forma de prismas bien alineados, lo que le otorga al esmalte su gran resistencia y dureza. Además, la hidroxiapatita puede incorporar otros iones como fluoruro, carbonato, sodio o magnesio, los cuales influyen en sus propiedades fisicoquímicas, especialmente en su respuesta ante los ácidos. (35)

- **Agua**

El agua constituye el componente de tercer lugar en la estructura esmalte dental desde una perspectiva química y se sitúa principalmente en la zona externa de los cristales, formando lo que se denomina una capa de hidratación. Con el envejecimiento, la cantidad de agua presente en el esmalte disminuye de forma gradual.

#### Propiedades físicas

Las propiedades físicas del esmalte se muestran a continuación:

- **Dureza:** En los dientes, el esmalte es el tejido con mayor resistencia del cuerpo humano gracias a su elevada concentración de cristales minerales. Su dureza se sitúa entre 5 y 6 en la escala de Mohs, lo que le permite soportar la fricción, el desgaste y las fuerzas de la masticación.
- **Elasticidad:** Aunque muy duro, el esmalte tiene una baja capacidad de deformación. Posee elevada rigidez, por ello es vulnerable a fracturarse

si no cuenta con el respaldo estructural de la dentina. Su elasticidad es limitada comparada con otros tejidos dentales

- **Color y Transparencia:** Este tejido es traslúcido, y su tonalidad natural puede ir del blanco al amarillo claro, dependiendo de su grosor y del color de la dentina que se encuentra debajo. Factores como la hidratación y el envejecimiento también influyen en su apariencia.
- **Permeabilidad:** A pesar de su alta mineralización, el esmalte permite el paso de algunas sustancias, como agua e iones. Esta permeabilidad parcial se da a través de los espacios microscópicos entre cristales, y es fundamental para procesos como la remineralización dental.
- **Radiopacidad:** Debido a su elevado contenido mineral, el esmalte es muy radiopaco, lo que significa que aparece de forma clara y brillante en las radiografías. Esta característica permite distinguirlo fácilmente de otros tejidos dentales menos densos, como la dentina. (36)

## 2.5 ADHESIÓN

La aplicación de brackets es la intervención clínica en la que los aparatos ortodónticos (brackets) se fijan a la superficie del esmalte de los dientes usando materiales adhesivos, combinados con resinas compuestas. Este proceso tiene como objetivo asegurar una unión mecánica y/o química sólida y duradera entre el bracket y el diente, permitiendo la transmisión eficaz de las fuerzas ortodónticas para mover el diente. (38)

### **El procedimiento se lleva a cabo en varias fases:**

Acondicionamiento del esmalte, generalmente con ácido fosfórico al 37%, que genera microporos para mejorar la adherencia.

Aplicación de un sistema adhesivo (primer o bonding).

Colocación del bracket con resina compuesta fotopolimerizable o autopolimerizable.

Una adherencia de calidad obedece a factores como la técnica de fijación, la limpieza de la superficie dental, el control de la humedad y el tipo de material adhesivo empleado. (36)

### 2.5.1. Tipos de adhesión

- **Adhesivo mecánico:** En este tipo, el material se introduce en las irregularidades o microporos de la superficie dental, creados generalmente por el acondicionamiento con ácido, formando una conexión "mecánica". La fuerza de adherencia se debe a la penetración del adhesivo en estas pequeñas estructuras, lo que genera un ajuste firme entre el bracket y el diente
- **Química:** Aquí, la unión entre el bracket y el diente se produce a través de reacciones químicas entre los componentes del adhesivo y los minerales del esmalte dental. Esta interacción crea enlaces químicos que refuerzan la adhesión.
- **Física:** Este tipo de adhesión se basa en las fuerzas de atracción física, como las fuerzas de Van der Waals o la interacción electrostática. Aunque la adherencia física no es tan fuerte como la mecánica o química, puede contribuir al proceso de fijación, especialmente cuando el adhesivo tiene propiedades que favorecen este tipo de interacción
- **Híbridas:** Son aquellas que combinan una o más de las categorías anteriores. Este tipo es altamente efectivo. (35)



## 2.5.2. Resistencia a la adhesión

Esta propiedad se refiere a la capacidad del material adhesivo para mantener una unión firme y duradera entre el bracket y la superficie dental frente a diversas fuerzas externas. Esta resistencia es esencial para garantizar que el bracket permanezca en su lugar durante todo el tratamiento ortodóntico, permitiendo la transmisión efectiva de las fuerzas sin que el bracket se desprenda.

La resistencia a la adhesión depende de varios factores, tales como:

**Calidad del material adhesivo:** Las propiedades del adhesivo, como su capacidad para penetrar en los microporos del esmalte y formar enlaces mecánicos o químicos, afectan la fuerza de la unión. (37)

**Técnica de aplicación:** La forma en que se aplica el adhesivo, cómo se acondiciona el esmalte (normalmente con ácido fosfórico) y la colocación correcta del bracket son claves para asegurar una buena adherencia.

**Condiciones clínicas:** Factores como la limpieza de la superficie dental, el control de la humedad y el tiempo de exposición al adhesivo también influyen en la resistencia a la adherencia.

**Propiedades del esmalte dental:** El estado del esmalte, su grado de mineralización y las condiciones previas (como caries o desgaste) pueden afectar la eficacia de la adhesión.

**Factores mecánicos:** Las fuerzas generadas por el movimiento de los dientes durante el tratamiento ortodóntico deben ser absorbidas por la adhesión sin que el bracket se desprenda.

Una alta resistencia a la adherencia es crucial para que el tratamiento ortodóntico sea efectivo, evitando problemas como la pérdida prematura

del bracket o la necesidad de reemplazos durante el proceso. (39)

### 2.5.3. Técnica para adherir los brackets

- Limpieza del esmalte o profilaxis. **(Figura2A)**
- Acondicionamiento ácido.
- Lavado.
- Agente de enlace. (38)
- Colocación precisa de los Brackets **(Figura2B)**

#### Sistemas de endurecimiento de las sustancias adhesivas

El tiempo de fraguado variará según el sistema empleado. Si se utiliza un sistema autopolimerizable, el profesional necesitará entre 30 y 45 segundos para colocar correctamente el bracket. Por otro lado, si se opta por un sistema fotopolimerizable, el estomatólogo dispondrá de un periodo mayor para posicionar los brackets con mayor precisión, de modo que la polimerización será realizada mediante luz halógena proveniente de una lámpara. Es aconsejable seguir las recomendaciones de tiempo de la empresa que fabrica las resinas y emplear lámparas de alta calidad que reduzcan los posibles fallos al momento de adherir los bracket. **(Figura2C)**



**Figura: 2A.** Profilaxis de la pieza dental **2B.** Colocación del bracket **2C.** Fotopolimerización

**Fuente:** Msc. Lizette Albertí Vázquez; Dra. Maheli Más Sarabia; Dra. Silvia Martínez Padilla; Dra. María Josefina Méndez Martínez.

## 2.6 MÉTODOS DE REACONDICIONAMIENTO

En ortodoncia, el reacondicionamiento de los brackets es un procedimiento esencial para restaurar la adherencia entre el bracket y el diente cuando este se despegga o necesita reposicionarse. Existen diversos métodos que se emplean para lograr una correcta adhesión.

### 2.6.1. Arenado o Microabrasión

El arenado es un proceso que utiliza un chorro de partículas abrasivas de alta presión para limpiar la superficie del bracket y la parte del diente donde estaba adherido. Este método elimina restos de adhesivo y crea microporos en el esmalte dental, lo que favorece la adherencia del nuevo material adhesivo. La microabrasión es útil para limpiar y mejorar la capacidad de adherencia sin dañar el esmalte dental (También se utiliza óxido de aluminio de 90 y 50 micras para el arenado con lo que logran facilitar la adherencia de un bracket metálico. (32)

- **Técnica de arenado**

Se proyecta de manera horizontal sobre la base del soporte desde una distancia de 10 mm, aplicando óxido de aluminio ( $Al_2O_3$ ) con partículas de  $50 \mu m$ , a una presión de 250KPa, durante treinta segundos mediante un dispositivo de arenado. Luego, los elementos restantes se eliminan mediante aire seco en chorro por el lapso de 10 segundos.

- **Flameado**

El flameado implica aplicar calor directo mediante una llama o dispositivo especializado para eliminar los residuos de adhesivo en la base del soporte. El calor a  $950^\circ C$  con una distancia de 10 mm lo que derrite el

adhesivo, facilitando su eliminación sin afectar el bracket ni la estructura dental. Considerando después un lavado con agua destilada para posteriormente secar el entorno por un lapso de 30 segundos con aire. (35)

#### **2.6.2. Calentamiento a horno**

El calentamiento en el horno se utiliza para eliminar los restos de adhesivo de la base del soporte. Este proceso se realiza en un horno especializado, que calienta los brackets a una temperatura de 454 °C y de forma controlada en el periodo de 45 minutos para evitar deformaciones, garantizando la preparación adecuada para una nueva aplicación de adhesivo. Después se asean mediante ultrasonido durante 10-15 minutos, son secados y luego se someten a un electro pulido que dura de 30 a 45 segundos. (38)

#### **2.6.3. Grabado ácido.**

El grabado de ácido es una técnica utilizada para preparar la superficie dental antes de aplicar el adhesivo. Se aplica ácido fosfórico al 37% sobre el esmalte, creando microporos que mejoran la retención del adhesivo. Aunque no se usa directamente sobre los brackets, es esencial para una correcta adhesión del material.

#### **2.6.4. Imprimadores**

Los imprimadores o primers son sustancias químicas aplicadas sobre el diente o el bracket antes de colocar el adhesivo. Su función es mejorar la penetración del adhesivo, garantizando una unión más fuerte y duradera entre el bracket y el diente. Los imprimadores crean una capa intermedia que favorece la adhesión.

El reacondicionamiento de los brackets es un aspecto clave en la



ortodoncia, especialmente cuando los brackets se despegan o necesitan reposicionarse. La decisión de la técnica de reacondicionamiento es acorde a múltiples factores, siendo algunos el adhesivo usado y las necesidades del paciente. Las técnicas descritas, como el arenado, flameado, calentamiento a horno, grabado ácido e imprimadores, son esenciales para garantizar una correcta adhesión y la durabilidad del tratamiento ortodóntico.

#### 2.2.4. Acondicionamiento del esmalte

Olsen et al., en el año 2000 se realizó una investigación en la ciudad de Iowa donde se comparó cuan resistentes eran los brackets al desalojo mediante acondicionar de 3 maneras distintas el esmalte dental:

- a. Aire abrasivo de 90 micras durante 3 segundos
  - b. Aire abrasivo con  $Al_2O_3$  (Óxido de aluminio) de 50 micras.
  - c. Grabado con  $H_3PO_4$  (Ácido orto fosfórico) diluido al 37 % durante 30 segundos. (32)
- **Fotocuración**

Oysead y Ruyter indican que, en la década de 1980, los adhesivos fotopolimerizables se curaban mediante luz ultravioleta visible que se transmitía a través de la estructura dental. Estos adhesivos eran populares para el cementado de brackets de metal o plástico con perforación; no obstante, los especialistas prefirieron las resinas autopolimerizables por causa del difícil acceso a la resina situada debajo de los brackets para la



fotopolimerización. Se sabe que las resinas se tienen un límite máximo de curación fotopolimerizable que está influenciada por el set periodo de exposición, origen de la luz empleada y la fórmula del composite. La mejora en la presión resistida para remover el cemento de los brackets de metales objeto de diversas teorías, cuyos valores han sido variados y controvertidos. Diversos estudios de investigación han explorado técnicas variadas para comparar los brackets nuevos y su resistividad a ser desalojados, así como aquellos que han sido adheridos y re-adheridos utilizando distintos procedimientos con un fin de reciclaje y brindarles una nueva utilización. Además, se ha analizado los brackets y su resistividad a ser desalojados empleando periodos de grabación del esmalte, resinas diversas y varios compuestos adherentes fotocurables y autopolimerizables (Primer), así como aplicar aire con abrasivos a la base en malla de los brackets de plástico, cerámica y metal. Las investigaciones evidencian el interés por identificar los compuestos, las técnicas y métodos que son más eficaces en prevenir que los dispositivos ortodónticos se desprendan de forma accidental.

- **Bracket y arenado**

El método de aire con abrasivos ha encontrado diversas formas de aplicar en el ámbito odontológico, dentro de ellos la ortodoncia. Este método fue introducido en 1940 por Black y Goldstein previo al grabado ácido. El método de aire con abrasivos fácilmente logró aceptación en el ámbito odontológico gracias varios beneficios, como la supresión de ruido, vibración y presión, así como su capacidad para no generar calor, lo que



aumentaba la comodidad del paciente. Sin embargo, al culminar los años 50 su popularidad comenzó a declinar por las desventajas importantes: la incapacidad para ejercer preparación de cavidades bien definidas y la necesidad de un alto poder de aire abrasivo. Con la llegada de las piezas manuales de mayor revolución, se fue relegando la manipulación del aire con abrasivos.

También se emplea el aire con abrasivos (Arenador) en el micrograbado del esmalte de los dientes, la preparación amalgamas para restauración de piezas en la cara vestibular y el tratamiento de coronas completas de oro (Au) mediante la aplicación de aire con óxido de aluminio de 50-90 micras aplicados a presión para facilitar la adherencia de un bracket de metal. MacColl y sus colegas analizaron el efecto del aire con abrasivos en la resistividad a los brackets desalojados, evaluando dos técnicas:

- a. Aplicación de aire con abrasivos a la malla con brillo de los brackets.
- b. Dos tipos de ácido para grabar y cuatro dimensiones de bases para brackets.

## **2.7 EFECTOS DE REACONDICIONAR LOS BRACKETS**

### **2.7.1. Variación en la fortaleza adherente**

Si se desprende un bracket y se vuelve a cementar, ya sea de manera accidental o intencional, se lleva a cabo el procedimiento de arenado. Esta técnica implica el uso de una composición de partículas de óxido de aluminio muy finas aplicadas mediante aire comprimido, esta se administra

en la base del bracket sin cemento de modo que se eliminen los retos de resina que puedan quedar. Esta técnica elimina la resina restante de un bracket desprendido y deja la base con un área con irregularidades y rugosidades, ello contribuye al mejoramiento de la resistividad al movimiento.

### 2.7.2. Deformación de los brackets

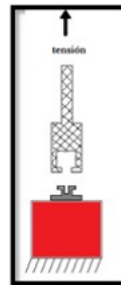
Al subyugar los brackets reacondicionados al procedimiento de alisado para restaurar su brillo, existe el riesgo de que se pierdan las numeraciones o marcas registradas, lo que puede dificultar el posicionamiento correcto de cada uno de ellos. Además, este procedimiento puede debilitar los brackets al desgastar su superficie.

- **Tracción**

Se refiere al esfuerzo interno que experimenta un cuerpo cuando se aplican dos fuerzas en direcciones opuestas, lo que provoca que el cuerpo tiende a estirarse (ver Figura 3).

La evaluación de tracción de una sustancia implica en exponer una muestra estandarizada a una fuerza axial de tracción en aumento hasta el límite donde se logra una fractura. Este tipo de evaluación calcula cuanto resistente es un material al momento de aplicar un esfuerzo de manera gradual. La rapidez de deformación en este tipo de prueba suele ser bajo. En el caso del corte aplicado por fuerza con dirección ocluso-gingival sobre la interfaz entre la resina y los brackets, se emplean velocidades de 1,5mm/min, que es la media utilizada en otras investigaciones. Otros

trabajos han optado por utilizar una velocidad de 2 mm/min. (29)



**Figura 3.**

**Fuente:** Macchi, Ricardo. "Materiales dentales". 3a edición, 2007, editorial Medica panamericana, Buenos Aires sección I Págs. |38 – 42

**Figura 3. Representación gráfica de tracción**

La resistencia a la tracción de los brackets se refiere a la capacidad de los mismos para resistir las fuerzas de tracción aplicadas durante el tratamiento ortodóntico, sin que se desorganicen, desplacen o despeguen. Esta resistencia es fundamental para asegurar que los brackets permanezcan fijos a los dientes a lo largo del tratamiento. Las características clave de la resistencia a la tracción de los soportes incluyen:

**Fuerza de adhesión:** La resistividad a la tracción depende principalmente de la fortaleza adhesiva entre el esmalte dental y los brackets, que requiere ser la necesaria para soportar las fuerzas ortodónticas sin que el bracket se despegue.

**Material del bracket:** Los brackets pueden estar hechos de materiales como acero inoxidable, aleación de titanio o cerámica. Cada uno de estos materiales tiene diferentes propiedades mecánicas que afectan su



resistividad a tracción. Los brackets metálicos, por ejemplo, generalmente ofrecen mayor resistencia a la tracción en comparación con los de cerámica.

**Tamaño y diseño del bracket:** Los brackets más grandes o con diseños especiales pueden proporcionar una mayor resistencia a la tracción, ya que tienen una mayor área de contacto con el diente y distribuyen mejor las fuerzas.

**Tipo de adhesivo utilizado:** Los adhesivos o resinas compuestas son claves para asegurar una adecuada resistencia a la tracción. Los adhesivos de alta calidad y los sistemas híbridos, que combinan adhesión química y mecánica, mejoran significativamente la resistencia.

**Condiciones clínicas:** Factores como la calidad del esmalte dental, el control de la humedad y la limpieza de la superficie dental también influyen en la resistencia a la tracción. Un esmalte bien preparado y libre de contaminantes asegura una mejor adherencia y, por fin, una mayor resistencia.

**Cargas ortodónticas:** Las fuerzas aplicadas a través de los alambres ortodónticos, ligaduras y otros componentes del aparato deben ser controladas adecuadamente para evitar superar la tracción resistiva del bracket. Si las fuerzas exceden esa capacidad, pueden causar el despegue o caída en la adherencia del soporte.

**Tiempo de exposición:** Con el tiempo, la resistencia a la tracción puede verse afectada debido a factores como el desgaste, la exposición a alimentos y bebidas, o la acumulación de placa bacteriana, lo que podría reducir la adherencia. (18)



## 2.8 MARCO CONCEPTUAL

### 1. Aparato facial:

Es un aparato que el estomatólogo posiciona en la dentadura con el fin de modificar la forma maxilar o moverla. (15)

### 2. Arco:

Es un alambre metálico colocado dentro de la boca empleada en direccionar la movilidad dentaria. Es cambiado de manera periódica durante el tratamiento conforme los dientes se mueven hacia sus posiciones correctas. (18)

### 3. Banda:

Aro de metal que se ajusta en el contorno de un diente y se asegura con un adhesivo especial conocido como cemento ortodóntico. (24)

### 4. Barra Palatina:

Metal arqueado unido a dos tubos o bandas, el paladar le brinda su forma mediante adaptación. (25)

### 5. Bracket:

Pieza de cerámica o metal que se implanta a la dentadura de forma directa y que mantiene la correcta posición del arco. (17)

### 6. Cementación de Bandas ("Banding"):

Etapas que implican la adaptación y fijación de las bandas a los dientes utilizando cemento ortodóntico. (16)

### 7. Cementación o Adhesión ("Bonding"):

Proceso mediante el cual se adhieren los brackets a la dentadura utilizando un cemento o adherente odontológico específico. (26)

### Cera:



Material utilizado para afinar el roce de los brackets durante los primeros días, evitando así la irritación de las mucosas. (32)

## **8. Descementar Bandas ("Debanding"):**

Proceso que implica la retirada de las bandas ortodóncicas fijadas a las piezas dentarias.

## **9. Descementar Brackets y Tubos ("Debonding"):**

Procedimiento que consiste en despojarlos tubos odontológicos y los brackets y que permanecían adheridos a las piezas dentarias. (18)

## **10. Elásticos:**

Son pequeñas bandas elásticas que se colocan en distintos puntos del aparato ortodóntico para aplicar la fuerza necesaria y dirigir los dientes hacia su correcta alineación. (13)

## **11. Expansor Palatino o Disyuntor:**

Componente diseñado para ampliar el maxilar superior en su anchura. (15)

## **12. "Hook" o Gancho:**

Pieza del bracket que permite al elástico ser enganchado. (23)

## **2.9. HIPÓTESIS**

### **2.9.1. Hipótesis General**

La resistencia in vitro al desalojo de brackets metálicos tratados con aire abrasivo de 200 micras, será mayor que las tratadas con aire abrasivo de 120 micras y las tratadas con aire abrasivo de 60 micras, previo al cementado de dientes humanos.



## 2.9.2. Hipótesis Específicas

- Extenderá la resistencia in vitro al desalojo de los brackets metálicos tratados con aire abrasivo por 20 segundos a una distancia de 15mm con óxido de aluminio de 60 micras, previo al cementado en dientes humanos.
- Extenderá la resistencia in vitro al desalojo de los brackets metálicos tratados con aire abrasivo por 20 segundos a una distancia de 15mm con óxido de aluminio de 120 micras, previo al cementado en dientes humanos.
- Extenderá la resistencia in vitro al desalojo de los brackets metálicos tratados con aire abrasivo por 20 segundos a una distancia de 15mm con óxido de aluminio de 200 micras, previo al cementado en dientes humanos.

## 2.10. VARIABLES

### **Variable independiente**

Aire abrasivo

### **Variable dependiente**

Resistencia al desalojo de brackets

**OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES**

<b>Variables</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
DEPENDIENTE Resistencia al desalojo de brackets	La capacidad de los sólidos para soportar tensiones sin alterarse refiere a resistencia mecánica, que es la habilidad de un material para resistir fuerzas aplicadas sin romperse ni sufrir deformaciones permanentes.	Se mide a través de la resistencia al cizallamiento, que es la fuerza máxima que puede aplicarse antes de que ocurra un fallo adhesivo.	Mega pascal	Newton
INDEPENDIENTE Aire abrasivo	El aire abrasivo es un procedimiento que consiste en propulsar un fluido a alta presión, generalmente aire, junto con partículas abrasivas, como óxido de aluminio o sílice, para eliminar material dental dañado	Es un procedimiento que consiste en propulsar un fluido a alta presión, generalmente aire, junto con partículas abrasivas, como óxido de aluminio o sílice.	Óxido de aluminio	Gramos

Fuente: Elaboración Propia



## CAPÍTULO III

### PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. DISEÑO

En este estudio se desarrolló una investigación pre experimental la cual fue in vitro también controlada y finalmente se desarrolló la comparación entre grupos uno control y 3 experimentales, de tipo transversal, con designación al azar y de carácter abierto. Su objetivo está en evaluar la resistencia al desprendimiento de brackets metálicos, que fueron sometidos a tratamiento con aire abrasivo (arenado) antes de su adhesión al esmalte dentario de piezas humanas. (39)

##### 3.1.1. Tipo

Según las variables analizadas es de carácter aplicativo, puesto que no solo se examina, sino que también se manipulan las variables en la muestra de estudio. (40)

##### 3.1.2. Método

Acorde a lo que presenta Hernández Sampieri et al., este estudio es del enfoque cuantitativo y cuasi experimental, en él se emplearon los resultados medidos numéricamente, se aplica la ciencia estadística para comprobar la hipótesis planteada de forma previa. (41)



## 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

### 3.2.1. Población

Se destinaron 40 piezas dentales humanas buscando que la dimensión sea estándar. (39)

### 3.2.2. Muestra

Estuvo compuesto por 40 piezas dentarias humanas: Un grupo de control y tres grupos experimentales; mediante un muestreo no probabilístico de manera conveniente por el investigador para encontrar resultados eficientes.

(41) Figura (2)

Se eligieron 40 brackets metálicos Morelli estándar cuya marca dental y técnica fue Roth Minitwin, que cuentan con doble aleta y una malla N°80, con medidas de una ranura 0.22 x 0.028 destinada a premolares y sin relación de grabado. Se utilizó cemento ortodóntico (Orthocem) para su fijación.

Cuadro:

Tipo de Grupo	Número
G. Control	10
G. Experimental 1–60 $\mu$	10
G. Experimental 2–120 $\mu$	10
G. Experimental 3– 200 $\mu$	10
<b>Total</b>	<b>40</b>

Fuente: Elaboración Propia por el investigador

#### Criterios de Inclusión:

- Primeros premolares humanos superiores e inferiores, tanto derechos como izquierdos.

- Premolares humanos que estén libres de caries.
- Premolares humanos que no presenten restauraciones.
- Premolares humanos sin fracturas.
- Brackets metálicos nuevos.

#### **Criterios de Exclusión:**

- Premolares humanos que tengan fracturas en el esmalte.
- Premolares humanos con alguna patología bucal.
- Premolares humanos que hayan sido sometidos a tratamiento estomatológico.

### **3.3. TÉCNICAS, FUENTES E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.3.1. Técnicas**

**Tabla 1**

*Técnicas*

Variables	Técnica	Instrumento
<b>Independiente</b>	Observación	Guía de observación
<b>Dependiente</b>	Observación	Guía de observación

Fuente: Elaboración Propia por el investigador

#### **3.4. Validación y confiabilidad del instrumento**

##### **3.4.1. Validez**

El instrumento utilizado está validado, ya que fue empleado en otra investigación. Su ficha técnica se presenta en los anexos.

##### **3.4.2. Diseño de contrastación de hipótesis**

En el tratamiento y evaluación de los datos resultantes, se empleó el software estadístico SPSS. Este estudio incluyó el uso de métodos estadísticos tanto descriptivos como inferenciales.



## Plan de análisis de datos

La información obtenida durante la fase de recolección será examinada mediante el software SPSS, con la finalidad de identificar si hay variaciones significativas en los niveles de resistencia según las distintas concentraciones de óxido de aluminio utilizadas. (41).



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

**Tabla 1**

*Resistencia al desalojo de brackets.*

Estadísticos	Valores
N	10
Mín.	3.300
Máx.	12.368
Media	7.952
Desv. standard	2.037

Fuente: Instrumentos.

En la Tabla 1 se observa que la medición de la resistencia al desalojo de brackets metálicos tratados con aire abrasivo durante 20 segundos, a una distancia de 15 mm y utilizando óxido de aluminio de 60 micras, presenta un valor promedio de  $7,952 \pm 2,037$  MPa.

**según los resultados obtenidos al aplicar la medición in vitro respecto de la tracción efectuado con los Brackets arenados en función a 20 segundos, cuya distancia rodea entre 15mm con óxido de aluminio a 120 micras; resultado generado al aplicar en dientes previos al empleo del cementado.**

**Tabla 2**

*Medición de resistencia al desalojo de Brackets metálicos.*

Estadísticos	Valores
N	10
Mín.	3.251
Máx.	7.048
Media	4.588
Desv. standard	0.912

Fuente: guía de observación.

En la Tabla 2 se puede observar que la resistencia al desalojo de brackets metálicos tratados con aire abrasivo durante 20 segundos, a una distancia de 15 mm y utilizando óxido de aluminio de 120 micras, tiene un valor promedio de  $4,588 \pm 0,912$  MPa.

**Según los resultados obtenidos al aplicar la medición in vitro respecto de la tracción efectuado con los Brackets arenados en función a 20 segundos, cuya distancia rodea entre 15mm con óxido de aluminio a 120 micras; resultado generado al aplicar en dientes previos al empleo del cementado.**

**Tabla 3**

*Medición de resistencia al desalojo de brackets metálicos arenados por 20 segundos a una distancia de 15mm con óxido de aluminio de 200 micras.*

Estadísticos	Valores
N	10
Mín.	7.002
Máx.	9.257
Media	7.548
Desv. estándar	0.598

Fuente: Guía de observación.

En la Tabla 3 se puede observar que la resistencia al desalojo de brackets metálicos tratados con aire abrasivo durante 20 segundos, a una distancia de 15 mm y utilizando óxido de aluminio de 200 micras, presenta un valor promedio de  $7,548 \pm 0,598$  MPa.

**Tabla 4**

*Comparación de la resistencia a tracción de brackets metálicos*

Resistencia	Promedio	Desviación estándar	Diferencia por de medias
Sin tratamiento de superficie	3,779	0,723	4,161
Con tratamiento de superficie (60)	7,956	2,030	0,00

Fuente: Guía de observación

La Tabla 4 ilustra que los dientes no tratados exhiben una resistencia promedio in vitro al desprendimiento de los brackets metálicos de  $3779 \pm 0723$  MPa, que es considerablemente menor que el promedio de  $7956 \pm 2030$  MPa registrado para dientes tratados con óxido de aluminio de 60 micrones. Con un nivel de confianza del 95%, podemos concluir que existen diferencias estadísticamente significativas en la resistencia in vitro al desprendimiento de brackets metálicos entre dientes no tratados y aquellos tratados con óxido de aluminio de 60 micras, como lo indica un valor  $p < 0.0005$ .

**Tabla 5***Comparación de la resistencia in vitro al desalojo de brackets metálicos*

Resistencia	Promedio	Desviación estándar	Diferencia de medias	p.
Sin tratamiento de superficie	3,789	0,730	0,880	0,260
Con tratamiento desuperficie (120 $\mu$ )	4,686	0,909		

Fuente: Guía de observación

La Tabla 5 ilustra que la resistencia in vitro al desprendimiento de brackets metálicos en dientes no tratados tiene un promedio de  $3789 \pm 0730$  MPa, que es marginalmente menor que la resistencia promedio de brackets en dientes tratados con óxido de aluminio de 120 micrones, medida a  $4686 \pm 0909$  MPa. Con un nivel de confianza del 95%, se puede inferir que no existen diferencias estadísticamente significativas en la resistencia in vitro al desprendimiento entre dientes no tratados y tratados con óxido de aluminio de 120 micras, como lo indica un valor p de 0260, superando el umbral de 005.

**Tabla 6***Comparación de la resistencia in vitro al desalojo de brackets metálicos*

Resistencia	Promedio	Desviación estándar	Diferencia por de medias
Sin tratamiento de superficie	3,779	0,727	3,879
Con tratamiento de superficie (60	7,956	0.654	0,00

Fuente: Guía de observación

La Tabla 6 ilustra que la resistencia in vitro al desprendimiento de brackets metálicos en dientes no tratados tiene un promedio de  $3799 \pm 0727$  MPa, que es notablemente inferior al promedio de  $7679 \pm 0654$  MPa medido para dientes tratados con 200 micrones de óxido de aluminio. Con un nivel de confianza del 95%, se puede concluir que existen diferencias estadísticamente significativas en la resistencia in vitro al desprendimiento entre dientes no tratados y aquellos que fueron tratados con óxido de aluminio de 200 micras, como lo indica un valor de significancia de  $p < 0000\ 005$ .

**Tabla 7***Comparación de la resistencia in vitro al desalojo de brackets metálicos*

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
Sin tratamiento de superficie	10	3,789	0,730	3,003	5,250
Con tratamiento de superficie (200 $\mu$ )	10	7,679	0,654	3,400	10,368
Con tratamiento de superficie (120 $\mu$ )	10	4,686	0,909	3,231	7,043
Con tratamiento de superficie (60 $\mu$ )	10	7,956	2,030	7,002	9,257
ANOVA F = 34.115				p = 0.000	

Fuente: guía de observación.

La Tabla 7 demuestra que la resistencia in vitro al desplazamiento de los brackets metálicos aumenta significativamente en los dientes que se sometieron a un chorro de arena durante 20 segundos a una distancia de 15 mm utilizando óxido de aluminio de 60 micrones antes de la cementación. Con un nivel de confianza del 95%, el análisis ANOVA revela diferencias estadísticamente significativas en la resistencia al desplazamiento entre brackets metálicos tratados con varios tamaños de partículas de aire abrasivo antes de la cementación, con un valor p de 0,000005.

**Tabla 8***Grupos homogéneos respecto a la resistencia in vitro al desalojo de brackets*

HSD de Tukey	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Sin tratamiento	10	3,789	
Tratado con aire abrasivo de 120 micras	10	4,678	
Tratado con aire abrasivo de 200 micras	10		7,678
Tratado con aire abrasivo de 60 micras	10		7,962

Fuente: Guía de observación.

Después de confirmar la variación estadística en la resistencia in vitro al desplazamiento de los brackets metálicos mediante análisis ANOVA, la prueba post hoc de Tukey presentada en la Tabla 8 revela que los dientes no tratados exhiben una resistencia al desplazamiento comparable a la de los dientes tratados con aire abrasivo de 120 micrones. Por el contrario, esta resistencia difiere de la de los dientes tratados con aire abrasivo de 200 micras y 60 micras. Además, se observa que la resistencia in vitro al desplazamiento es similar para los dientes tratados con aire abrasivo tanto de 200 micrones como de 60 micrones.



## DISCUSIÓN

El cemento exhibe una notable resistencia a la desalineación de los brackets y su resistencia aumenta cuando la superficie del diente esta ya tratada con ácido fosfórico. El estudio indicó un aumento general en la resistencia promedio de los metales.

El uso de un stent con óxido de aluminio de 60 micras a una distancia de 15 mm durante 20 segundos produjo una resistencia de 7956 MPa, con una desviación estándar de 2030 MPa. En 2005, Samir E. Bishara y sus colegas investigaron cómo las variaciones en la velocidad de la máquina de prueba afectaban la resistencia al corte, utilizando dos grupos unidos con Transbond XT a diferentes velocidades de corte: 50 mm/min y 0,5 mm/min.

Los hallazgos revelaron una diferencia significativa entre los dos grupos, midiendo 7046 MPa para el primero y 12240 MPa para el segundo. Además, la investigación indicó que la resistencia al desprendimiento de los brackets metálicos, probados durante 20 segundos a una distancia de 15 mm utilizando óxido de aluminio de 120 micrones, se midió en 4686 MPa con una desviación estándar de 909 MPa, que fue inferior a la obtenida anteriormente. cifras reportadas.

En un estudio de 2007 realizado por Andreas Faltermeier y sus coautores, compararon la resistencia al corte de varios adhesivos: un adhesivo de un componente, RelyX UNICEM (712 MPa), un adhesivo de un componente, Maxcem (706 MPa), un adhesivo de dos componentes, autoadhesivo. adhesivo de grabado, Multilink (940 MPa), y un adhesivo de dos componentes, Transbond XT (867 MPa). Sus resultados no mostraron diferencias significativas en la resistencia al corte entre los adhesivos probados, lo que indica que el primer ingrediente presentó una resistencia menor en comparación con el segundo y tercer ingredientes.



El estudio realizado por A Falter Meier et al. encontró que la resistencia al corte se midió en  $712 \pm 069$ . En contraste, esta investigación indicó que la resistencia al desplazamiento de soportes metálicos arenados durante 20 segundos fue de  $767.8 \pm 0644$  MPa, específicamente para aluminio de 200 micrones, revelando solo una modesta diferencia en resistencia.

En 1999, Bishara y sus colegas examinaron la fuerza de unión de Transbond con ácido poliacrílico al 20%, arrojando valores de resistencia de 104 MPa y 65 MPa, que fueron estadísticamente significativos. Este estudio actual, que utiliza ANOVA y la prueba post hoc de Tukey para evaluar la resistencia in vitro al desprendimiento de brackets metálicos, demostró que los dientes no tratados exhibieron una resistencia comparable a aquellos sometidos a aire abrasivo de 120 micrones.

Sin embargo, se encontraron variaciones notables al contrastar estos resultados con piezas tratadas con métodos abrasivos de 200 y 60 micras. Además, se observó que los dientes tratados con aire abrasivo de 200 micras mostraban niveles de resistencia in vitro similares a los tratados con aire abrasivo de 60 micras.



## CONCLUSIONES

**PRIMERA:** Después de verificar la discrepancia estadística en el trabajo de los brackets metálicos a la migración por medio de ANOVA, podemos ver mediante la prueba post hoc de Tukey que los dientes arenados con óxido de Al de 60 micras tienen mayor resistencia a la migración que los dientes tratados con aire abrasivo de 120 micras y también las alternadas a 200 micras; también se observó que los brackets metálicos entre dientes tratados con aire con abrasivos de 200 y 60 micras eran igualmente resistentes al desplazamiento in vitro.

**SEGUNDA:** La resistencia fue de  $7,956 \pm 2,030$  MPa durante un procedimiento in vitro con tratamiento con aire abrasivo de óxido de Al de  $60 \mu\text{m}$  a una distancia de 15 mm durante 20s antes de la unión de dientes humanos en brackets metálicos.

**TERCERA:** La resistencia fue de  $4,686 \pm 0,909$ MPa en un procedimiento in vitro tratado con aire abrasivo durante 20 segundos con óxido de Al de  $120 \mu\text{m}$  a una distancia de 15 mm antes de cementar dientes humanos en brackets metálicos.

**CUARTA:** a resistencia fue de  $7,679 \pm 0,654$ MPa en un procedimiento in vitro tratado con aire abrasivo durante 20 segundos con óxido de aluminio de 200 micrones a una distancia de 15 mm antes de cementar dientes humanos en brackets metálicos.



## RECOMENDACIONES

**PRIMERA:** Se recomienda a los de la especialidad de ortodoncia encontrar más información con la ayuda de esta investigación y considerar los valores de 50, 100, 150, 200 y 250 micras para determinar la fuerza de unión, establecer el margen de comportamiento y así diferenciar adecuadamente el comportamiento de los diferentes tamaños de las micras de aluminio.

**SEGUNDA:** Se recomienda que los dentistas investiguen una gran cantidad de dientes que se espera contar en el futuro y verifiquen la duración y como determinar en los casos la fuerza de pegado en la prueba de corte será mayor para poder aplicar esto a la práctica diaria en odontología.

**TERCERA:** En tratamientos con brackets que necesiten recementado en estos casos se recomienda a los especialistas en ortodoncia utilizar arenado, primero con óxido de aluminio de 60 micras, luego con 200 micras y finalmente con 120 micras, ya que los resultados obtenidos son similares a los de brackets nuevos, en la investigación actual.

**CUARTA:** Recomiendo a los especialistas en ortodoncia realizar estudios in vitro con diferentes dientes y en mayor número para conseguir los datos confiables y desarrollar más investigaciones relacionadas al tema para conocer mejor las características de los Brackets y realizar una mejor elección.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Alzainal et al. Orthodontic Bonding 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2020/8874909>
2. Ferreto I, Cáceres H, Chan J. Comparación de la fuerza de adhesión de brackets a esmalte dental, Consultado 22 de noviembre de 2021. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=324250005002>
3. Grazioli G, et al Residual Adhesive Removal Methods for Rebonding 2021 [Consultado 22 de noviembre de 2021] 14(20):6120: <https://doi.org/10.3390/ma14206120>
4. Hellak et al Shear Bond Strength of Three Orthodontic Bonding Systems on Enamel and Restorative Materials. 2016: <http://dx.doi.org/10.1155/2016/6307107>
5. Vinagre et al. Effect of time on shear bond strength of four orthodontic adhesive systems. 2021. 55(3):142-51. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rpemd.2014.08.003>
6. Scribante et al. Bracket Materials, Adhesives Systems, and Their Bond Strength.2016: <http://dx.doi.org/10.1155/2016/1329814>
7. Leite A, et al. Bond Strength of Orthodontic Brackets to Temporary 2021: <https://doi.org/10.1155/2021/9999933>
8. Prathima A, Vignesh K. Effect of sandblasting of the shear bond strength of recycled metal brackets: 2021. 19(3):377-88: <https://doi.org/10.1016/j.ortho.2021.05.007>
9. Ok U, et al. Single-component orthodontic adhesives: 2021.25(6): 3987:<https://doi.org/10.1007/s00784-020-03729-z>



10. Chumacero RM. Resistencia al cizallamiento de brackets utilizando dos sistemas adhesivos, 2021. <https://tinyurl.com/2chw5cc5>
11. Chamorro et al. Estudio in vitro da resistência da união na interface resina/bráquete 202. 10(2): 29-33. Disponible en: <https://doi.org/10.46875/jmd.v10i2.224>
12. Burcur et al. Observational study regarding Two Bonding Systems 2021. 11(15):2-10: <https://doi.org/10.3390/app11157091>
13. Fonseca et al. bond strength of steel and ceramic orthodontic brackets bonded with six different orthodontic adhesives. 2021: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-381X2020000400658>
14. Burcur et al. Bond strength of three adhesive systems used for bonding orthodontic brackets. 2021. 12(1):162-67. <https://tinyurl.com/2chw5cc5>
15. Delavarian et al. Shear bond strength of ceramic and metal brackets bonded to enamel using color-change adhesive. 2021 16(4):233-8: [www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/journals/1480](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/journals/1480)
16. Huaita J. Comparación de la fuerza de adhesión de tres cementos para ortodoncia en esmalte humano; 2018.. <https://tinyurl.com/2chw5cc5>
17. Shaik J, et al. *In vitro* evaluation of shear bond strength of orthodontic brackets bonded with different adhesives. 2021] 9(2): 289-92: [http://dx.doi.org/10.4103/ccd.ccd\\_15\\_18](http://dx.doi.org/10.4103/ccd.ccd_15_18)
18. Mohammadi et al. The effect of different force magnitudes for placement of orthodontic brackets, 2021] 10(6): 548-54.



<http://dx.doi.org/10.4317/jced.54733>

19. Vaheed et al. *In vitro* Analysis of Shear Bond Strength and Adhesive, 2021. 19(9): <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30287702/>
20. Thekiya et al. An evaluation of shear bond strength of admira (Ormocer) as an alternative material for bonding orthodontic brackets, 2017 : 10.4103/jispcd.JISPCD\_375\_17
21. Rodrigues et al. Bond strength and adhesive remnant index of experimental brackets, 2018: <http://dx.doi.org/10.4067/S0719-01072017000200115>
22. Mashallah et al. Comparative evaluation of shear bond strength of metallic brackets 2017.[consultado 28 de Noviembre del 2021] 80(2): 103-8: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcma.2016.10.003>
23. Oliveira et al. Influence of adhesive and bonding material on the bond strength of bracket to bovine tooth. 2021] 16(3): 1-7: <http://dx.doi.org/10.20396/bjos.v16i0.8650493>
24. Sofan et al. Classification review of dental adhesive systems. 2017 8(1): 1–17. <https://tinyurl.com/22bf73n2>
25. Esmalte dental:1992, p286. Disponible en: <https://tinyurl.com/2a35tjk9>
26. Cementos Dentales: 1972. Disponible en: <https://tinyurl.com/27qkg4rr>
27. Vaden J.L. A century of the edgewise appliance. 2022. 5:239-49. <https://tinyurl.com/22wbt2sn>
28. Abdelaziz et al. Characteristics of adhesive bonding with enamel deproteinization. 2022. 24(05):29. <https://tinyurl.com/27hxgpff>



29. Nawrocka A, Lukomska M. The indirect bonding technique in orthodontics a narrative literature review. 202. <https://tinyurl.com/2bjrob4v>
30. Estelita et al. Reliability of clinical crown center to predict marginal ridge leveling. 2022 87(4): 556-62. <https://tinyurl.com/275p4uwo>
31. Mercado C, Adhesive resistance to shear of three types of resinous. 2022. <https://tinyurl.com/2chw5cc5>
32. Brackets de ortodoncia 1992. Disponible en: <https://tinyurl.com/28qntpnp>
33. Valdés D. Desarrollo para la medición de las pruebas de tensión en máquinas universales, mediante el uso de la instrumentación virtual. 2022. <https://tinyurl.com/24s9mea8>
34. Patcas R. Enamel alterations due to orthodontic treatment. 2022. <https://tinyurl.com/28hynf4r>
35. Ogiński et al. Clinical Comparison of Failure Rates of Metallic and Ceramic Brackets: 2020 <https://tinyurl.com/27xho6er>
36. Herrera E. Fracaso en la adhesión. Avances en odontoestomatología [Internet] 2005 [consultado 13 de febrero del 2022] 21 (2): 200. Disponible en: <https://tinyurl.com/293xnjw9>
37. García M. et al. Propiedades estéticas de las resinas compuestas. 2022. 13:1 <https://tinyurl.com/22mm85s8>
38. Hernández et al. Metodología de la investigación. 2014. Pg 141 Disponible en: <https://tinyurl.com/27mm2c2s>



39. Valderrama S. elaborar tesis de investigación científica. 7 reimp. Lima (PE): Editorial San Marcos; 2017
40. Tafur R. Cómo hacer un proyecto de investigación. 2 ed. Bogotá (CO): Alfaomega; 2015.
41. Hernández R., Fernández R. y Baptista P. Metodología de la investigación. 6ed. México (MX): Mc Graw Hill Education; 2017.



# ANEXOS





<b>VARIABLES</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
<b>DEPENDIENTE</b> Resistencia al desalajo de brackets	La capacidad de los sólidos para soportar tensiones sin alterarse se refiere a su resistencia mecánica, que es la habilidad de un material para resistir fuerzas aplicadas sin romperse ni sufrir deformaciones permanentes.	Se mide a través de la resistencia al cizallamiento, que es la fuerza máxima que puede aplicarse antes de que ocurra un fallo adhesivo.	Mega pascal	Newton
<b>INDEPENDIENTE</b> Aire abrasivo	El aire abrasivo es un procedimiento que consiste en propulsar un fluido a alta presión, generalmente aire, junto con partículas abrasivas, como óxido de aluminio o sílice, para eliminar material dental dañado	Es un procedimiento que consiste en propulsar un fluido a alta presión, generalmente aire, junto con partículas abrasivas, como óxido de aluminio o sílice.	Óxido de aluminio	Gramos



## ANEXO 2. GUÍA DE OBSERVACIÓN

### GUIA DE OBSERVACIÓN

*Registro de observación de la resistencia al corte o cizallamiento.*

*Se registra en la columna correspondiente la fuerza al momento del desprendimiento delbrakets.*

Muestra	Sin tratamiento	Kg		Kg		Kg	
		Nw MPA	60 $\mu$	Nw MPA	120 $\mu$	Nw MPA	200 $\mu$
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							



### ANEXO 3. MUESTRAS

**Muestra 1**

<u>Número</u>	<u>Fuerza de Tracción</u>
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

**Muestra 2**

<u>Numero</u>	<u>Fuerza de tracción</u>
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

**Muestra 3**

<u>Número</u>	<u>Fuerza de Tracción</u>
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

**Muestra 4**

<u>Número</u>	<u>Fuerza de tracción</u>
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	



## ANEXO 4. FICHA TÉCNICA DEL INSTRUMENTO

### Ficha de observación

Variable 1	:	Resistencia al desalajo
Autor	:	Vera Hurtado Yorki Yino
Año	:	2015
Investigación.	:	Resistencia in vitro al desalajo de brackets metálicos tratados con aire abrasivo con diferente tamaño de partícula previo al cementado en dientes bovinos
Lugar	:	Cusco
Adaptación	:	Juan Daniel Colca Ilaquita
Año	:	2023
Procedencia	:	Universidad Andina del Cusco
Objetivo	:	Establecer la comparación de la resistencia a tracción de Brackets metálicos reacondicionados con brackets nuevos en un modelo - in vitro
Institución Velásquez	:	Universidad Andina Néstor Cáceres
Tipo de instrumento	:	Guía de observación
Aplicación	:	Directa
Tiempo de duración	:	Dependiendo al desarrollo
Dimensiones	:	Fuerza a la tracción

## ANEXO 5. INSTRUMENTOS

### PROCEDIMIENTO IN VITRO

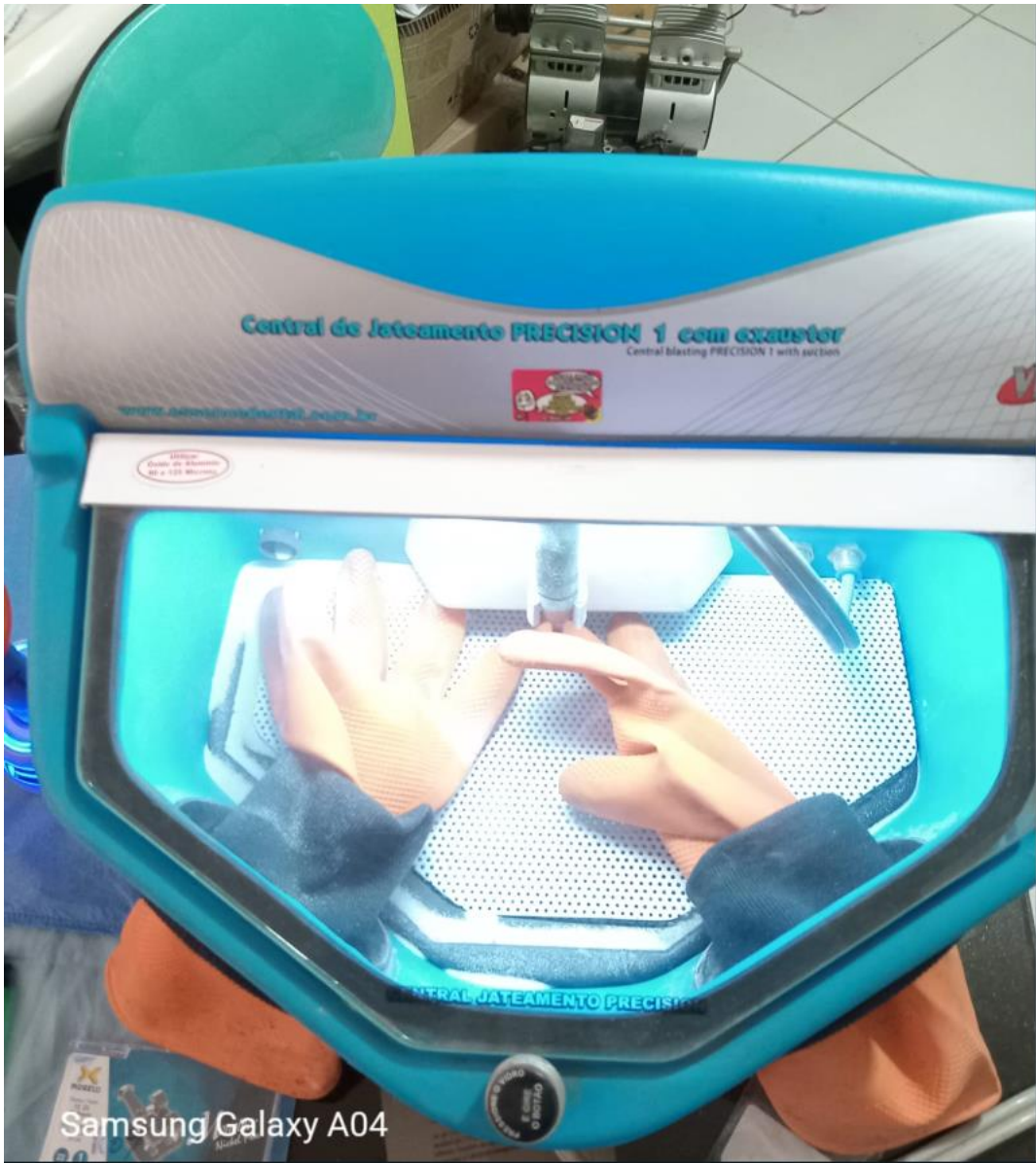
#### 1. Premolares Humanos



## 2. Lámpara y arenador



Samsung Galaxy A04



### 3. Brackets



#### 4. Instrumentos





5. Aplicación de ácido al 37%



Samsung Galaxy A04

5. Aplicación de ácido al 37%



## 6. Secado de superficie del esmalte



Samsung Galaxy A04

## 7. Aplicación de Orthocem



### 8. Fijación de brackets



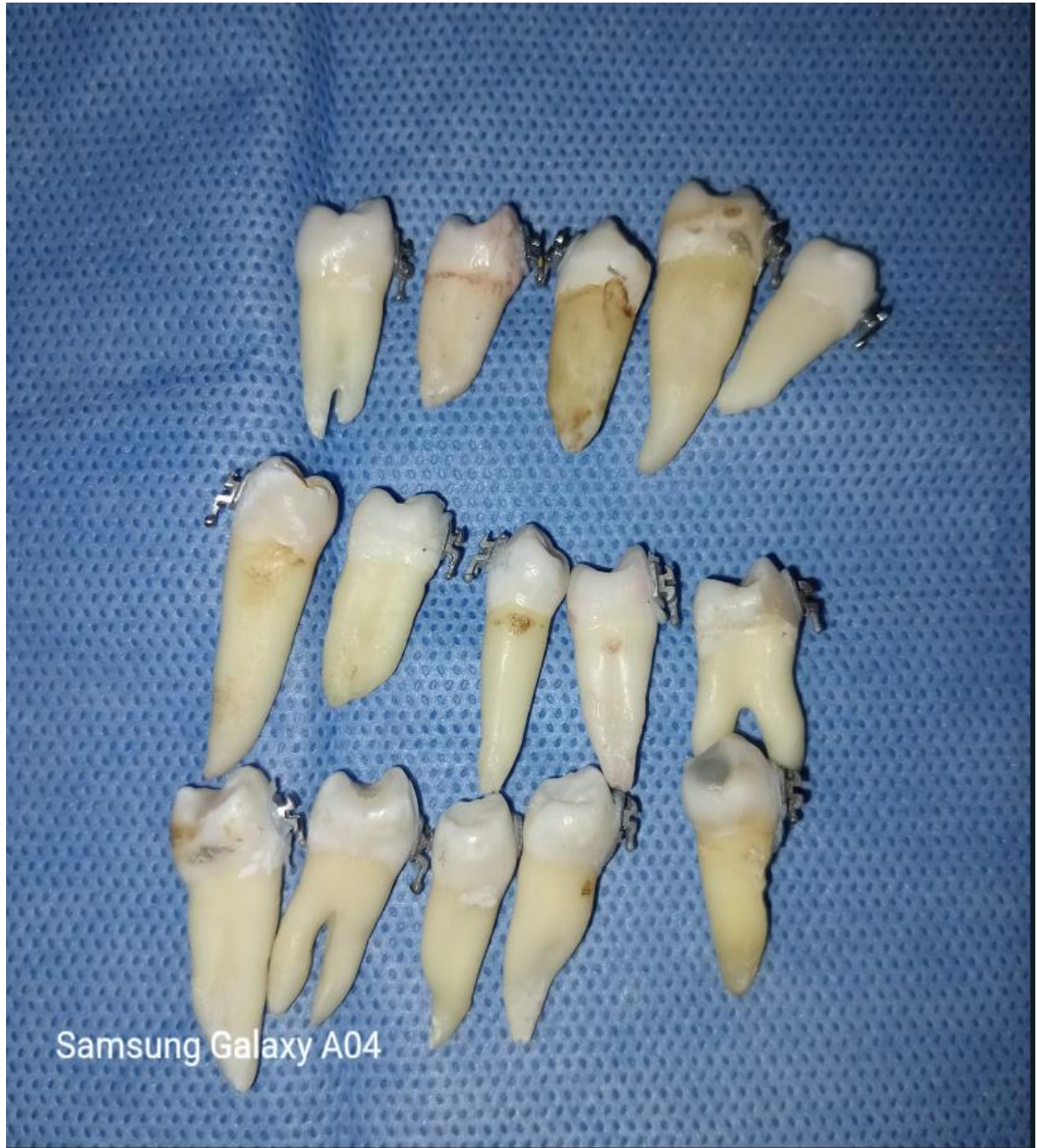
Samsung Galaxy A04

### 9. Fotocurado



Samsung Galaxy A04

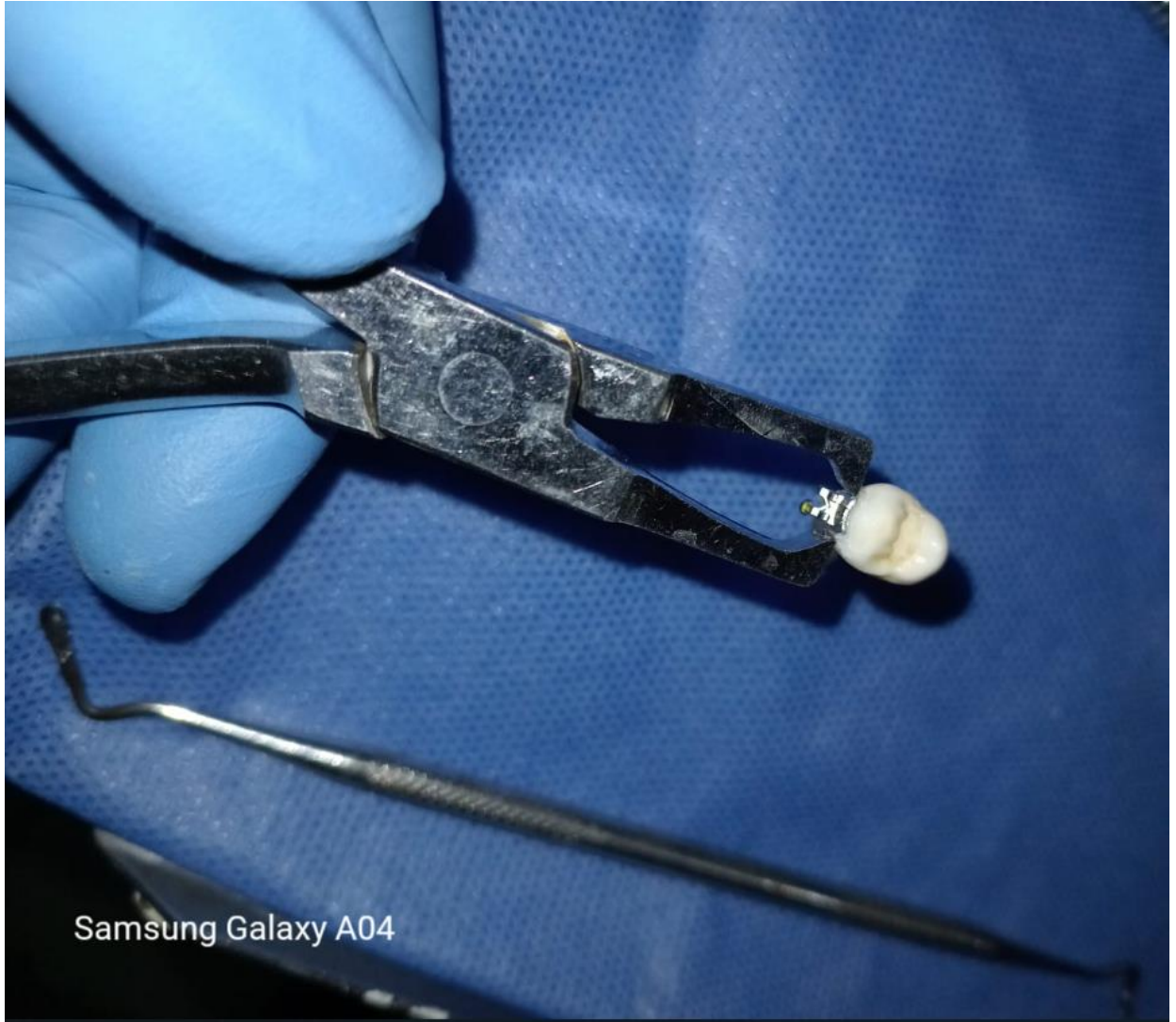
**10. Brackets adheridos con procedimiento convencional**





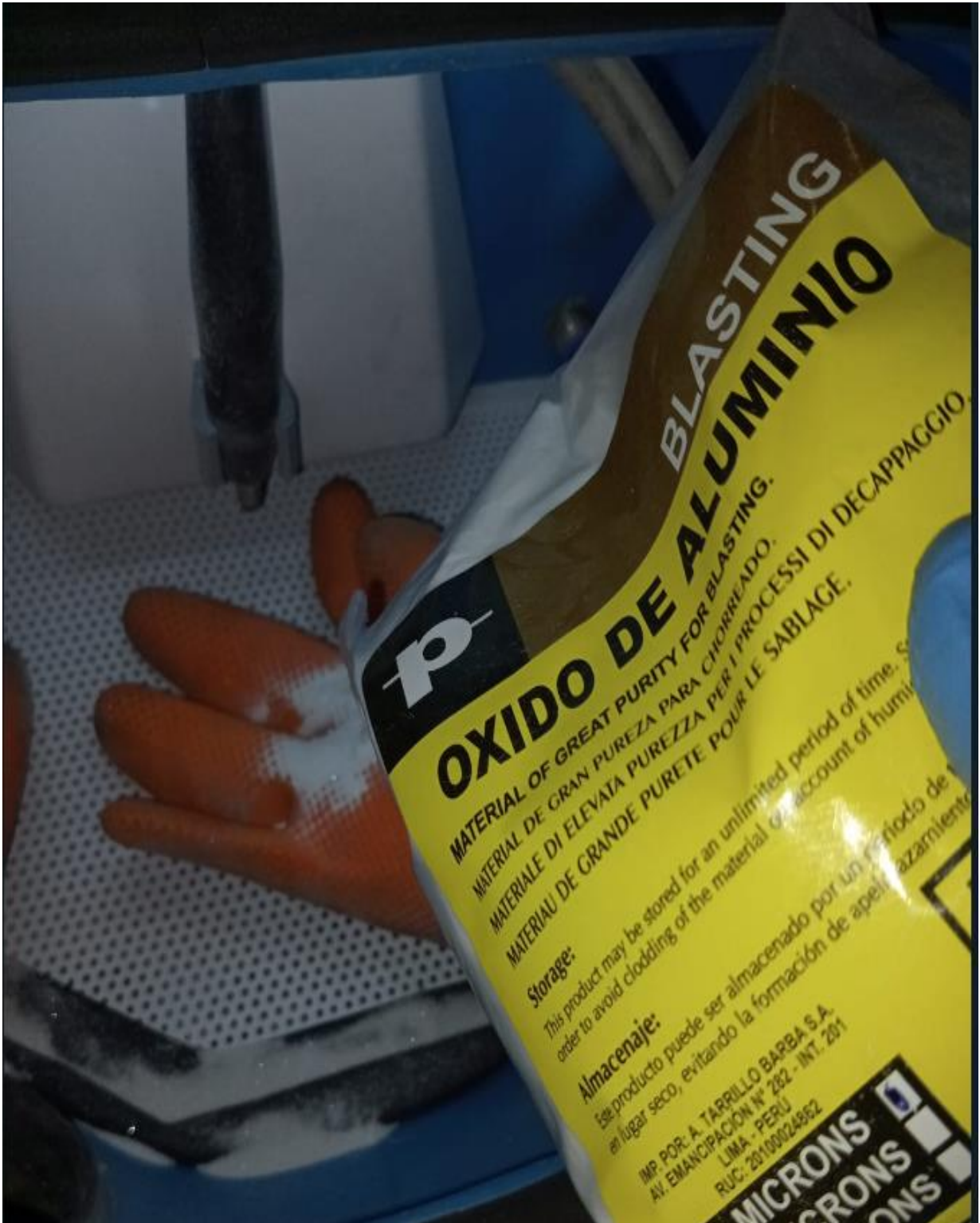


### 11. Fractura y reacondicionamiento de Brackets con óxido de aluminio



Samsung Galaxy A04

### 11. Arenado del Brackets

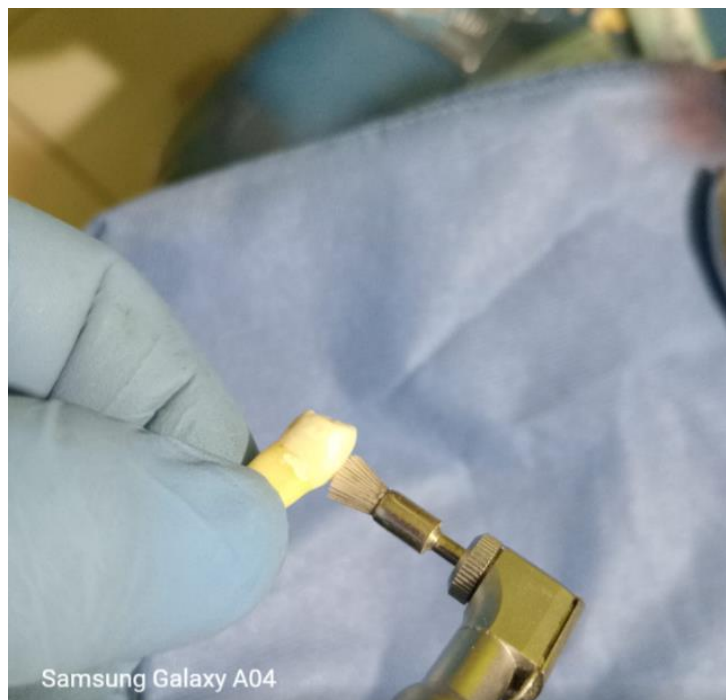
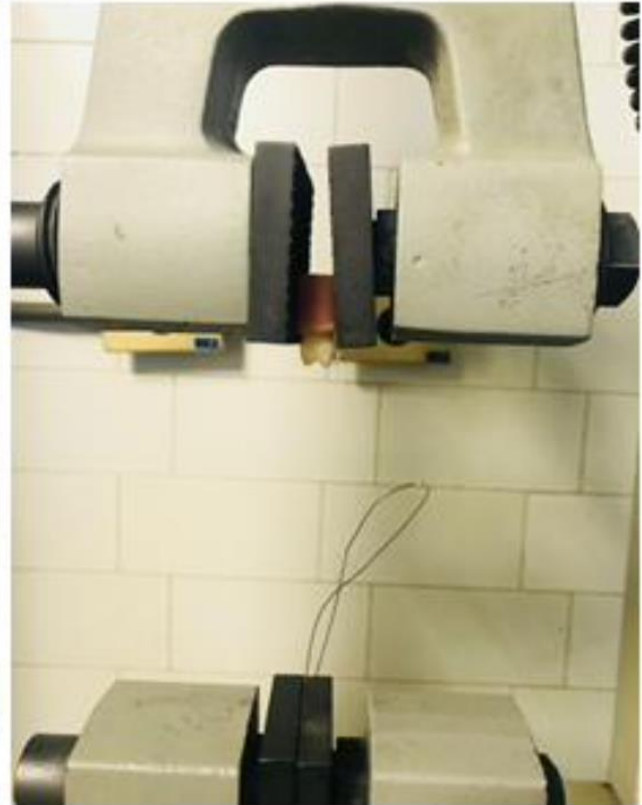


## 12. Arenado del Brackets



## 13. Equipo universal para ensayo de materiales

### Máquina universal de pruebas INSTRON



Samsung Galaxy A04



### ANEXO 6. MATRIZ DE BASE DE DATOS

N°	GRUPO CONTROL								GRUPO EXPERIMENTAL								
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17
1	1	1	2	1	2	2	1	2	1	2	3	3	3	1	2	1	2
2	1	2	3	1	1	3	2	3	3	2	2	2	2	3	1	3	1
3	2	3	2	2	1	2	3	1	2	1	3	2	2	2	2	2	2
4	3	3	2	2	2	3	1	2	3	1	2	2	1	1	1	3	2
5	1	3	3	2	3	3	3	2	1	1	1	2	2	2	3	3	2
6	3	3	3	2	3	2	2	3	3	3	2	1	2	3	1	3	2
7	1	3	1	3	1	1	3	1	3	3	3	3	2	2	1	2	2
8	1	3	3	3	2	2	2	3	2	3	3	3	2	1	1	1	3
9	3	2	2	2	2	3	1	3	2	1	1	3	1	3	2	1	2
10	3	1	2	1	3	3	1	3	1	1	1	2	1	2	1	2	1
11	2	1	2	2	2	3	1	2	3	3	1	2	2	3	1	1	2
12	2	1	2	3	1	1	1	2	3	3	3	2	2	2	2	2	3
13	2	3	2	3	3	3	2	2	2	3	1	1	1	3	3	3	3
14	2	2	1	2	3	3	1	3	2	2	2	1	1	3	1	3	3
15	3	2	3	1	2	3	1	3	1	3	3	3	2	1	3	3	2
16	2	1	3	2	2	2	3	3	2	2	1	2	1	1	1	1	2
17	3	2	1	1	3	2	3	2	3	3	2	1	3	2	1	2	2
18	3	1	1	1	2	3	1	1	2	1	2	3	2	3	2	1	2
19	3	3	1	2	1	1	2	3	1	2	3	2	2	1	2	3	1
20	1	1	2	1	2	1	3	1	2	3	3	1	1	3	1	2	3
21	3	2	1	3	1	1	3	3	3	2	2	1	2	2	3	1	2
22	2	3	2	2	1	1	3	2	3	3	1	3	1	2	2	1	2
23	2	3	3	2	3	1	1	3	3	3	1	1	3	3	3	3	2
24	2	1	1	1	3	1	3	3	3	2	3	3	1	3	3	3	2
25	2	2	1	2	2	3	2	2	1	2	2	1	1	1	2	1	2
26	3	2	2	1	1	3	3	3	1	3	1	2	1	3	1	1	3
27	1	2	1	2	1	1	3	3	3	3	1	2	2	3	2	3	2
28	2	1	2	2	2	3	1	3	3	1	1	3	1	1	1	2	1
29	1	2	2	2	1	2	2	3	2	2	2	1	2	2	3	3	2
30	3	3	3	1	3	3	1	3	2	3	3	3	1	3	1	2	3
31	2	1	2	2	1	3	3	2	3	3	2	2	2	2	1	3	1
32	3	1	3	3	2	3	1	2	1	1	1	1	1	3	2	2	2
33	3	1	3	3	3	1	2	1	3	1	1	3	3	1	1	1	3
34	3	1	1	2	2	2	2	1	2	1	1	3	2	3	2	2	2
35	1	3	3	3	2	1	1	3	1	2	2	1	1	1	1	1	2
36	1	2	3	2	3	1	3	2	3	3	2	2	1	1	1	1	2
37	2	2	2	3	1	2	2	2	3	2	3	2	1	2	2	1	1
38	2	2	2	2	2	1	2	3	1	1	3	3	2	1	1	2	3
39	2	2	3	1	1	3	3	2	2	1	2	2	2	2	3	1	3
40	1	2	1	1	3	2	3	1	2	3	2	2	2	2	1	2	3



ANEXO 1  
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS  
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN  
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 03/12/2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: JUAN DANIEL COLCA ILAQUITA

Dirección: Jr. Cabana Nro 223 - Cabanillas

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 02416966

Teléfono: 986349766 email: juandanielcolca4@gmail.com

Nombres y Apellidos: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ email: \_\_\_\_\_

Facultad y/o Escuela de Posgrado: ESCUELA DE POSGRADO

Escuela Profesional o Mención: PROGRAMA DE SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL

Título o Grado Académico a optar: SEGUNDA ESPECIALIDAD EN ORTODONCIA Y ORTOPIEDIA  
MAXILAR

Asesor: Dra. EDITH CARI CHECA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación  Tesis  Trabajo de Suficiencia Profesional  Trabajo Académico

Título: EFICACIA DE LOS MÉTODOS DE REACONDICIONAMIENTO DE LOS BRACKETS  
METÁLICOS EN RELACIÓN A SU RESISTENCIA A LA TRACCIÓN - ESTUDIO IN VITRO

Palabras claves, (3 a 5 términos): Resistencia, tracción, brackets, óxido de aluminio, ortodoncia.

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV <sup>1,2</sup>?

2

<sup>1</sup> Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

<sup>2</sup> Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller  Titulo  2da Especialidad  Maestría  Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

**Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.**

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

**Autorizo su publicación (marque con una X)**

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): \_\_\_\_\_
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

**¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?**

**Sí:** significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

**No:** significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



### Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción “internacional” o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción “internacional” goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: ODONTOLOGÍA, CIRUGÍA ORAL Y MEDICINA ORAL - SEG14

Firma de Autor



huella digital

03 - DICIEMBRE - 2025

Fecha