

UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA

FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA



**RESISTENCIA A LA ADHESIÓN DE TRES CEMENTOS DE
ORTODONCIA. ESTUDIO IN VITRO, LIMA 2022**

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

TESISTA

BACHILLER: CHACCHI QUISPE, ALDO JESÚS

ASESOR:

Mg. MUÑANTE ARZAPALO, KATTY DEL PILAR

**LIMA – PERÚ
2022**

RESISTENCIA A LA ADHESION DE TRES CEMENTOS DE ORTODONCIA. ESTUDIO IN VITRO, LIMA 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	8%
2	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	5%
3	repositorio.uoosevelt.edu.pe Fuente de Internet	3%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
5	repositorio.uigv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	1%
7	1library.co Fuente de Internet	1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo



Facultad de Estomatología

ACTA DE SUSTENTACIÓN NO PRESENCIAL

Ante el Jurado constituido por los señores:

- **PRESIDENTE:** MG. LUIS ALFREDO BENITES MORALES
- **SECRETARIO:** MG. DORIS CECILIA CASTAÑEDA ESPINOSA
- **VOCAL:** DR. HÉCTOR ALEXANDER VILCHEZ CÁCEDA

El (La) postulante don (ña): **CHACCHI QUISPE ALDO JESUS**, procedió a sustentar su Trabajo de Investigación - Tesis en opción al título profesional de: CIRUJANO DENTISTA con el título:

“RESISTENCIA A LA ADHESIÓN DE TRES CEMENTOS DE ORTODONCIA.
ESTUDIO IN VITRO, LIMA 2022”

Luego de analizar el texto escrito se ofrecen las siguientes consideraciones:

- **ESTRUCTURA DEL TRABAJO:**

Se observó estructura adecuada, respetando la estructura establecida por la universidad y presentando coherencia.

- **DISEÑO TEÓRICO-METODOLÓGICO:**

Se observó planteamiento adecuado del problema científico. Existe relación adecuada entre las diferentes partes del diseño teórico. Asimismo, existe determinación de los objetivos y correcto diseño metodológico.

- **MARCO TEÓRICO:**

Se observó coherencia en las definiciones conceptuales y adecuado pensamiento reflexivo y crítico del autor ante la literatura consultada. Existe profundidad en el análisis del tema y calidad en la producción del texto científico.

- **ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS:**

Se observó un adecuado análisis con correcto uso de tablas y figuras.

- **CONCLUSIONES:**

Se observaron conclusiones precisas y coherentes



Universidad
Inca Garcilaso de la Vega

▪ **RECOMENDACIONES:**

Se observaron recomendaciones puntuales y correctamente derivadas de las conclusiones

▪ **CITAS Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

Se observaron referencias actuales además de respetar las normas de citación

▪ **SOBRE EL EJERCICIO DE SUSTENTACIÓN:**

Correcta presentación y respeto al tiempo asignado. El expositor realizó una presentación adecuada y respondió la mayoría de las preguntas elaboradas por el jurado.

Concluida la sustentación por parte de (l) la egresad(o) (a)/graduado (a) y habiendo absuelto las preguntas u observaciones que le fueron formuladas por los miembros del jurado, de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, se realizó la votación correspondiente, resultando el ponente:

APROBADO POR MAYORÍA

Y para constancia se extiende la presente acta, al día 24 de Noviembre del año 2022.

MG. LUIS ALFREDO BENITES MORALES

PRESIDENTE

MG. DORIS CECILIA CASTAÑEDA ESPINOSA

SECRETARIO

DR. HÉCTOR ALEXANDER VILCHEZ CÁCEDA

VOCAL

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación está dedicado a mi familia por el apoyo constante para el término del mismo; principalmente lo dedico a mis padres quienes constantemente me motivaron para acabar esta linda profesión y este trabajo que tomo muchos momentos de altibajos, pero gracias a ellos se llegó a concluir.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quisiera agradecer a Dios por apoyarme en los momentos más difícil de la carrera y de esta investigación; ya que gracias a él se pudo concluir con este estudio.

Agradecer muy especialmente a mi familia por estar en cada paso que di para poder concluir con mi carrera y esta investigación, el apoyo constante la motivación y sus innumerables esfuerzos para conmigo y llegar a buen puerto; estando ahora en estos instantes de terminar un paso más en mi vida profesional

Quisiera agradecer muy especialmente a todos mis docentes quienes constantemente me motivaron para continuar con esta linda carrera, donde hubo momentos buenos y malos, también agradecerles por su dedicación en la enseñanza y constante esfuerzo.

Quisiera agradecer a mi asesora por la constancia y apoyo en el trabajo de investigación y de esta manera poder concluirlo; agradecer al laboratorio donde realice el experimento y a todos quienes fueron partícipes de este trabajo.

INDICE

Pág.	
Portada.....	I
Título.....	II
Jurado de Sustentación.....	III
Dedicatoria.....	IV
Agradecimientos.....	V
Índice.....	VI
Índice de Tablas.....	VIII
Índice de Figura.....	IX
Resumen.....	X
Abstract.....	XI
Introducción.....	XII
CAPITULO I:	14
FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN	14
1.1. MARCO TEÓRICO	14
1.2. INVESTIGACIONES	30
1.3. MARCO CONCEPTUAL.....	36
CAPÍTULO II: EL PROBLEMA, OBJETIVOS, HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	37
2.1. EL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:.....	37
2.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	37
2.1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	40
2.1.2.1. Problema General.....	40
2.1.2.2. Problemas Específicos	40
2.2. FINALIDAD Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	41
2.2.1. FINALIDAD.....	41
2.2.2. OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS	41
2.2.2.1. Objetivo General.....	41
2.2.2.2. Objetivos Específicos	41

2.2.3.	DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO	42
2.2.4.	JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO	43
2.3.	HIPÓTESIS Y VARIABLES	44
2.3.1.	HIPÓTESIS PRINCIPAL Y ESPECÍFICAS	44
2.3.1.1.	Hipótesis Principal	44
2.3.1.2.	Hipótesis Específicas.....	44
2.3.2.	VARIABLES E INDICADORES	45
CAPITULO III: MÉTODO, TÉCNICA E INSTRUMENTO:.....		46
3.1.	POBLACIÓN Y MUESTRA	46
3.1.1.	Población	46
3.1.2.	Muestra.....	46
3.1.3.	Tipo de Muestreo.....	48
3.2.	DISEÑO A UTILIZAR EN EL ESTUDIO	49
3.2.3.	TÉCNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	50
3.2.4.	PROCESAMIENTO DE DATOS	52
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		67
ANEXOS.....		72
ANEXO N°1: RESULTADOS PRELIMINARES.....		73
ANEXO N°2: PROCEDIMIENTOS.....		76
ANEXO N°3: OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.....		77
ANEXO N°4: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....		78

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resistencia adhesiva del cemento ortodóntico Orthocem de FGM.

Tabla 2: Resistencia adhesiva del cemento ortodóntico Heliosit® Orthodontic de Ivoclar.

Tabla 3: Resistencia adhesiva del cemento ortodóntico Brace Paste de American Orthodontic.

Tabla 4: Prueba de Normalidad de los datos de resistencia adhesiva de los cementos ortodónticos utilizados en Perú.

Tabla 5: Comparación de la resistencia compresiva de cuatro resinas compuestas nanohíbridas con circonio utilizados en Perú.

Tabla 6: Prueba de ANOVA para la comparación de la resistencia adhesiva de los cementos ortodónticos utilizados en Perú.

Tabla 7: Comparación de la resistencia adhesiva de tres cementos ortodónticos utilizados en Perú. Comparándolas en grupos de dos, en las pruebas Pos Hot de Tukey.

INDICE DE FIGURA

Figura 1: Gráfico de barras sobre la resistencia adhesiva del cemento ortodóntico Orthocem de FGM.

Figura 2: Gráfico de barras de la resistencia adhesiva del cemento ortodóntico Heliosit® Orthodontic de Ivoclar.

Figura 3: Gráfico de barra de la resistencia adhesiva del cemento ortodóntico Brace Paste de American Orthodontics.

Figura 4: Gráfico de Tallo y hoja del comportamiento de los datos de los cementos ortodónticos utilizados en el Perú.

Figura 5: Gráfico de línea comparando las medias de los tres cementos ortodónticos usados en el Perú.

RESUMEN

Introducción: El uso de un cemento ortodóntico es importante para garantizar el tratamiento por lo que este estudio tiene como objetivo comparar la resistencia adhesiva de los cementos ortodónticos utilizados en el Perú.

Métodos: El diseño de la investigación fue experimental in vitro, comparativo, transversal, prospectivo. La muestra estuvo conformada por 42 premolares adheridos con tres tipos de cementos ortodónticos para evaluar su resistencia adhesiva divididas en 3 grupos de 14 especímenes cada grupo y los cementos fueron: Orthocem, Heliosit y Brace Paste, donde fueron sometidas a la fuerza de cizallamiento. Para el análisis de los datos se realizó los estadísticos descriptivos, la prueba de normalidad de Kolmogorov Smirnov, así como la prueba de ANOVA para la comparación de los grupos, y finalmente en el caso de comparación entre dos grupos con la prueba Pos hot de Tukey.

Resultados: Los resultados demostraron que no existe diferencias significativas entre los grupos.

Conclusiones: En conclusión, se puede afirmar que no existe diferencias en cuanto a la resistencia adhesiva de los 3 grupos de cementos ortodónticos evaluados.

ABSTRACT

Introduction: The use of an orthodontic cement is important to guarantee treatment, so this study aims to compare the adhesive strength of orthodontic cements used in Peru.

Methods: The research design was experimental in vitro, comparative, cross-sectional, prospective. The sample consisted of 42 premolars bonded with three types of orthodontic cements to evaluate their adhesive strength divided into 3 of 14 specimens each group and the cements were: Orthocem, Heliosit and Brace Paste, where they were subjected to shear force. For the analysis of the data, descriptive statistics were performed, the Kolmogorov Smirnov normality test, as well as the ANOVA test for the comparison of the groups, and finally in the case of comparison between two groups with the Tukey Post hot test. .

Results: The results showed that there is no significant difference between the groups.

Conclusions: In conclusion, it can be stated that there are no differences in the adhesive strength of the 3 groups of orthodontic cements evaluated.

INTRODUCCIÓN

El tratamiento en ortodoncia, consiste en desplazar las piezas dentales, con el propósito de reubicarlos en la arcada dental; este desplazamiento se obtienen instalando aparatos fijos dentales como los brackets, botones o tubos en las caras vestibulares de las piezas dentarias, se adhieren a la superficie del esmalte por medio de adhesión, el responsables de la fijación es la resina, presentando características y propiedades¹, con el propósito de zacear los requerimientos del clínico en ortodoncia (fuerza de adhesión resistente a la masticación y fuerzas provocadas por la mecánica ortodóntica).²

En ortodoncia una de las prioridades es evitar el fracaso de la unión bracket-esmalte, ya que al reemplazar los brackets descementados es ineficaz, costoso y se necesita de un tiempo determinado para reinstalarlos. La adhesión es parte de la odontología preventiva hoy en día que engloban un manejo estricto en la higiene oral, complementos de flúor y el empleo de aparatos eficaces³.

Los inconvenientes que se citan más a menudo son el desprendimiento de los brackets, la aplicación incorrecta de estos, la descalcificación del esmalte durante el tratamiento y el tiempo que exige el despegado⁶. Por lo cual se

buscan sistemas adhesivos que aseguren la permanencia del bracket a lo largo del tratamiento y a su vez que provoque el mínimo daño en esmalte⁴.

Existen muchos elementos que se involucran en el éxito del tratamiento de ortodoncia, como factores que no llegan a ser vigilados por el ortodontista, es decir, respuesta y colaboración del paciente en la mecánica utilizada. Es recurrente que, a lo largo de la mecánica del procedimiento de ortodoncia, suelen desprenderse los aditamentos ortodóncicos, llegando a afectar la culminación exitosa del tratamiento, ocasionando heridas en tejidos blandos, mayor tiempo en los controles y la disconformidad del paciente para seguir con el procedimiento; justamente por esto se requiere analizar la resistencia de la adhesión del bracket a la superficie del esmalte.

CAPITULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. MARCO TEÓRICO

En el campo odontológico el sistema adhesivo se denomina como “Fuerza de atracción entre átomos o moléculas de dos superficies diferentes en contacto íntimo”²⁴. Esta adhesión dental requiere la adherencia de tres sustratos: pieza dentaria, adhesivo y material de restauración²⁵.

Mecanismos de fijación:

1. Adhesión química. (ionómeros vitrios, policarboxilatos), representado por enlaces primarios como covalentes, iónicos y metálicos o enlaces secundarios como puentes de hidrógeno, fuerzas de Van der Waals, quelación, fuerzas de dispersión y fuerzas polares^{26, 27}.

2. Adhesión física. Representada por retenciones macromecánicas tal como cuando se prepara para las restauraciones con amalgamas o retenciones micromecánicas como las preparaciones para resinas compuestas empleando un ácido sobre la superficie del esmalte^{26, 27}.

Los sistemas adhesivos son un grupo de biomateriales empelados para ejercer adhesión sobre la pieza dentaria. Hoy en día los agentes de unión presentan monómeros como Bis-GMA, MDP, HEMA y otros monómeros dimetacrilatos, lo cual favorece la adhesión a través de dos sustratos, en el momento que se emplea sobre la dentina ocupa los poros a través de las fibras de colágeno, estabilizando la capa

híbrida, cubriendo los túbulos dentinarios formando así proyecciones de resina y promocionando suficientes enlaces de metacrilato para copolimerizar con la resina restauradora ²⁸⁻³⁰.

La adhesión se puede emplear de forma autopolimerizable cuando es mezclado la base con un catalizador en un periodo establecido o por fotoactivación en donde se utiliza una luz con longitud de onda, los biomateriales fotoactivados presentan una ventaja en comparación con los biomateriales autopolimerizables, ya que pueden facilitar mayor tiempo de empleo para su manipulación, pero dependerán de una luz capaz de llegar a toda las superficies de la restauración para iniciar su proceso de conversión, por eso ha impactado su evolución de estos biomateriales fotopolimerizables, provocando una gran cambio en la odontología restauradora²⁹.

Ventajas:

- a. Mejora la estética.
- b. Mayor preservación del tejido dentario.
- c. Una gama más amplia de procedimientos.
- d. hipersensibilidad pulpar reducido.

Requisitos de los sistemas adhesivos ortodóncicos ³⁰.

- a. Poseen propiedades adecuadas para la fluidez.
- b. Humectación.
- c. Mayor impregnación sin escurrirse, debido a la tixotropía que presenta.
- d. Otorga fuerzas de enlaces entre el esmalte y dentina.
- e. Ofrece una adhesión inmediata y durable.

- f. Previene la incorporación de bacterias.
- g. Biocompatible.
- h. Mejor uso de empleo.
- i. Baja contracción de polimerización.
- j. Estético.
- k. Estabilidad en el color.

Generaciones de sistemas adhesivos.

Cuarta generación (1980)

Se incluyó el método de grabado total, llegando retirar por completo el "smear layer", grabando paralelamente el esmalte y dentina con el uso del ácido fosfórico, con una unión de resistencia alrededor de 31 MPa^{31, 32}.

Los biomateriales de esta categoría se diferencian por sus elementos; mezclando 2 o más componentes. Se debe de seguir una serie de pasos para el mezclado y tener en cuenta la medición exacta de los elementos para tener un proceso exitoso.

Quinta Generación (a inicio de los 90)

Proporciono facilitar la técnica de los sistemas adhesivos, disminuyendo el tiempo de empleo, se inició con un "sistema de un frasco", donde combinaron el imprimador y el adhesivo dentro de una sustancia, aplicada luego del grabado del esmalte y dentina con ácido fosfórico al 35-37% por 15 a 20", mostrando valores de resistencia de unión al esmalte y la dentina alrededor de 29 MPa³².

Sexta Generación (1995)

El desarrollo de los sistemas adhesivos orientada hacia la reducción de los pasos clínicos, tiempos de empleo y sensibilidad de los procedimientos operatorios beneficio en la evolución de los sistemas adhesivos autograbadores, sustituyendo el paso del grabado ácido, haciendo un grabado simultáneo del sustrato dentario y su acondicionamiento para el adhesivo, utilizándose imprimadores auto grabadores y mezclas de adhesivos con imprimadores, proporcionando una retención micromecánica. Se obtuvo valores de resistencia de unión alrededor de 26 MPa ³³.

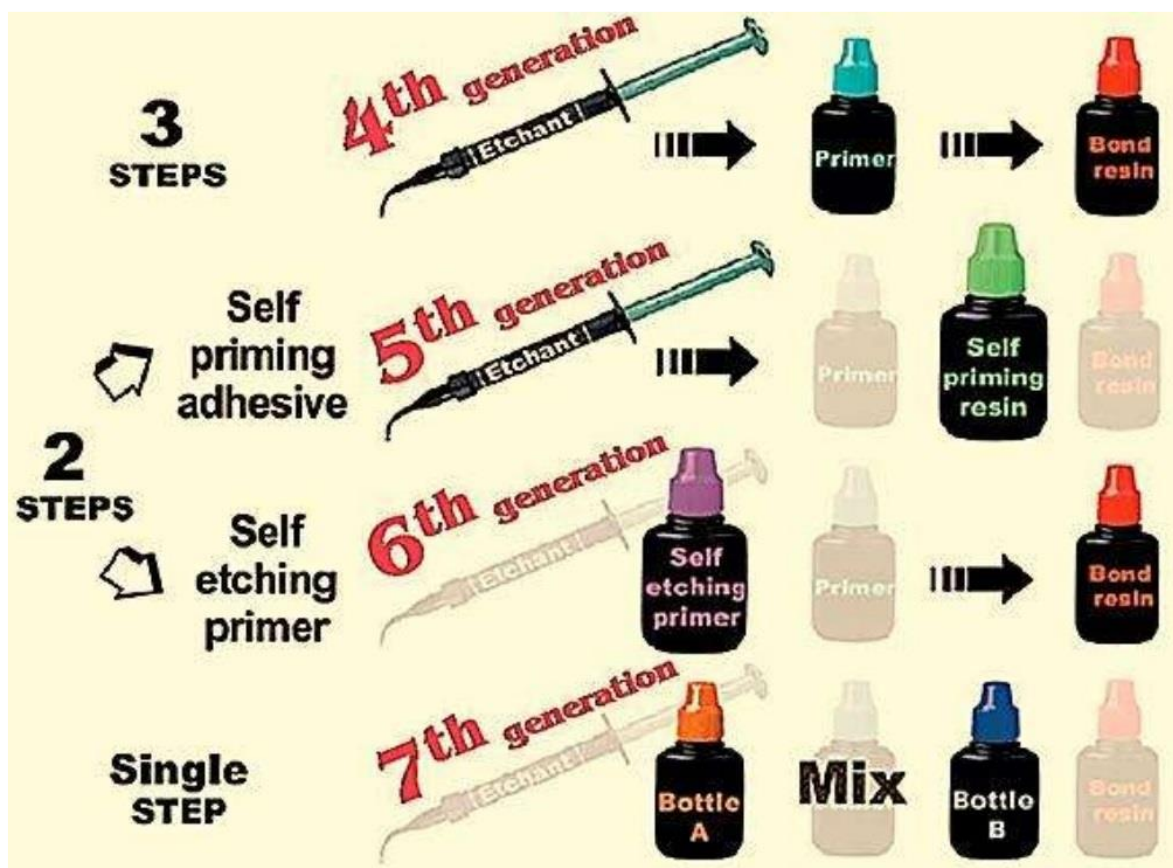


Figura Generaciones de sistemas adhesivos en odontología.

Fuente: <https://es.slideshare.net/AxelJara/adhesivos-en-odontologia-2013>

La adhesión al esmalte ha sido analizada en diversos estudios, gracias a su constitución homogénea del esmalte y tipo de superficie, luego de haber grabado con ácido o hacer el acondicionamiento, se alcanzó entre 20 y 30 MPa en estudios en vitro, presentando valores superiores a los conseguidos en dentina^{24, 32, 33}.

2.1: Esmalte Dental:

Presentan características mecánicas como módulo de elasticidad, dureza, tenacidad a la fractura, fragilidad y sobre todo resistencia ya que a grandes cargas pueden resistir hasta los 1000 N en una superficie íntima de contacto (0,45 y 2,5 mm²) sin mostrar falla ³⁴.

El módulo de elasticidad es la resistencia a la distorsión de flexibilidad de un biomaterial. Aproximadamente oscila entre 70 y 120 GPa. La dureza es la resistencia a la distorsión constante que oscila entre 3 GPa y 6 GPa, la cual depende de la edad del paciente y ubicación de la pieza dentaria. Tenacidad a la fractura es la resistencia a la dispersión de una grieta que oscila entre 0.4 y 1.5 MPa. Fragilidad es el comportamiento mecánico y sus características cambian de acuerdo a la dirección en que se localiza los prismas de hidroxiapatita. Por eso, estas muestran una modificación a partir del plano oclusal hasta el límite amelodentinario, disminuyendo la dureza y fragilidad aumentando la tenacidad a la fractura. Estos descubrimientos se deben al aumento de biomaterial orgánico que se encuentra en este tejido cercano a la dentina, proporcionando un mejor crecimiento de grietas ³⁴.

2.2. Adhesión a Esmalte:

Una forma de adhesión en esmalte es presentar como primer paso el empleo del ácido grabador sobre la superficie del esmalte, teniendo como objetivo erosionar ciertas áreas de los prismas y esmalte interprismático provocando microporosidades y áreas de retención ³⁴.

A partir de Buonocore el ácido fosfórico fue el grabador más usado en los procedimientos clínicos y el impacto que puede ocasionar sobre el esmalte necesitará no solo de la concentración de ésta, sino incluso del tipo de ácido a emplearse, forma física del ácido (gel, semi gel o sustancia acuosa), periodo de grabado que se utiliza en el procedimiento de acondicionamiento, y si el esmalte fue instrumentado anteriormente de ser grabado ³⁴.

La microretención pertenece a los mecanismos primordiales en la adhesión ya que todos los minerales que se pierden a lo largo del acondicionamiento ácido va a ser reemplazado por un biomaterial adhesivo que una vez activados estarán en las microrretenciones desarrolladas antes con el sistema grabador provocando de esta forma una fusión mecánica ³⁵.

Con la técnica de desmineralización y disolución selectiva de la matriz de hidroxiapatita de las varillas adamantinas se puede perder ($\pm 10\mu$ de profundidad), con la disposición de sales solubles de fosfato de calcio, estas deben ser sustituida con un lavado profundo. Otra manera de acondicionar el sustrato adamantino del esmalte dental, aun con menor intensidad es con el empleo de ácidos débiles con baja concentración (maleico, poliacrílico, etc.) o con la utilización de monómeros hidrófilos/hidrófugos ácidos, la cual no necesita ser lavados³⁵.

Según la distribución de los prismas, tipo o patrón y tiempo de trabajo del ácido empleado, se crean diversos tipos de Acondicionamiento Adamantino. Tipo I: el ácido desmineraliza los cristales de hidroxiapatita de la cabeza de la varilla. El centro de la varilla aparece erosionado manteniéndose insoluble la periferia. Tipo II: el ácido desmineraliza los cristales de hidroxiapatita del cuello de la varilla, observándose erosionada la periferia de la varilla y manteniéndose insoluble el área central. Tipo III: si el acondicionamiento con ácido fosfórico se encuentra en 32 y 37% y sobrepasa los 15" el patrón se determina por un aumento de pérdida de tejido superficial, provocando menor superficie a los patrones I y II ³⁵.

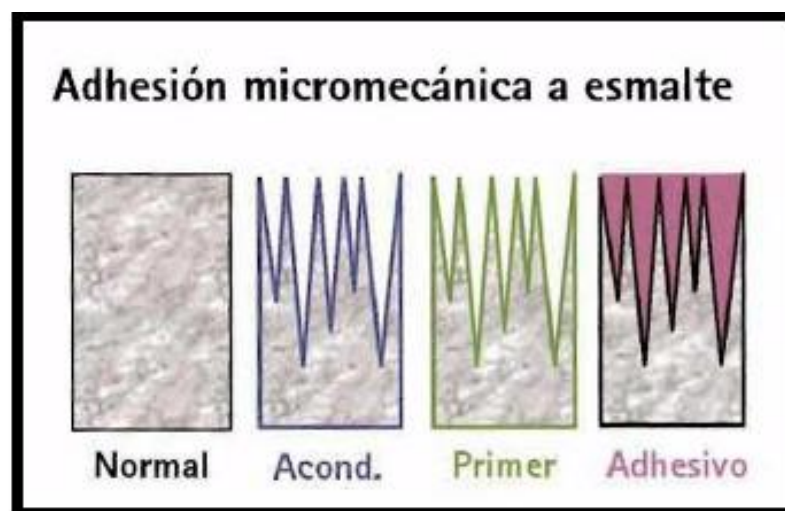
Una vez que el esmalte este acondicionado, lavado y secado se manifiesta una alta energía, beneficiando su humectación con un líquido de tensión superficial baja como los sistemas adhesivos, aquel líquido está conformado por monómeros de fluidez que otorgan la impregnación óptima del sustrato, que después de su polimerización proporcionará retención micromecánica ³⁵

En 1965 Buonocore previene que las sustancias de ácido fosfórico al 85%, superpuestas al esmalte, incrementaban de manera considerable la retención de las resinas acrílicas al tejido adamantino. La acción importante del ácido consiste en:

- Limpiar y activar el área del tejido para cambiar estas zonas de baja energía superficial en áreas de alta energía superficial ³⁶

- Desmineralizar y disolver la matriz inorgánica de las varillas adamantinas, construyendo, minisurcos y microgrietas que convierten el tejido en un sólido cristalino microporoso. Estas propiedades permiten la humectación del tejido y su interpenetración por un monómero resinoso hidrófilo y/o hidrófobo que permanece retenido en lo profundo de los microporos creados por la unión de micromecánica por medio de una alteración reológico, que se logra una vez que un biomaterial cambia su etapa dimensional al solidificarse químicamente ³⁷.

Las resinas adhesivas que se encuentran en estado líquido en el esmalte acondicionado, al polimerizarse y modificarse en sólidos, provocan una adhesión micromecánica ³⁷.



Fases de adhesión a esmalte dental.

Técnica de grabado ácido

2.3. Fuerza de adhesión y Resistencia adhesiva:

La fuerza de tracción se da si dos fuerzas de igual dirección y sentido opuesto tienden a incrementar la longitud del cuerpo, se inducen tensiones y se obtiene distorsión y se nombra resistencia traccional a la tracción. En la descementación, esta fuerza se concentra en el perímetro y los brackets se desprende usando niveles de bajas carga. La fuerza de corte va en sentido ocluso gingival entre la interfase bracket-resina con una rapidez de 1,5 mm/min, según literatura. Ciertas investigaciones han usado 2 mm/min y otras utilizan 1 mm/mm. La fuerza de tracción presenta un valor de 7.44 Mpa para el desprendimiento de un bracket con acondicionamiento de ácido fosfórico³⁴.

Resistencia adhesiva:

“Es la mayor carga que mantiene un componente frena a fuerzas de movimientos tangencial. Es el mecanismo que preserva dos o más fragmentos unidos”³⁸.

2.4. Resistencia al Desplazamiento o cizallamiento:

La resistencia al cizallamiento en arquitectura, ingeniería y construcción se determina como las características de un terreno de resistir el movimiento a través de partículas que lo conforma, al ser presentado a una fuerza externa, es denominado también:

- Resistencia.

- Resistencia al corte.
- Resistencia de rotura ³⁹.

La resistencia de tracción es la unidad de área que necesita desintegrar la unión de dos cuerpos, donde el defecto principal pasa alrededor de la interface. La unidad universal que se usa para calcular la resistencia de tracción es el mega pascal (MPa) ⁴⁰⁻⁴².

La fórmula (valor de adhesión) es:

$$\text{Tensión} = \text{Fuerza} / \text{área}$$

$$\text{Tensión} = \text{N} / \text{mm}^2$$

Es difícil incrementar condiciones de laboratorio que podría analizar la duración de la adhesión debido a las diferentes causas como la degradación de la adhesión provocado por el desarrollo oral (dinámico y biológicamente complejo).

Medición de la resistencia de tracción:

El desarrollo de los sistemas adhesivos ortodóncicos se fundamenta en la medición de la fuerza adhesiva. Hay dos procedimientos para medirla, una es la prueba para resistencia de tracción cortante o cizallamiento y resistencia de tracción en tensión o microtracción de una muestra de adhesivo ortodóncico hasta encontrarse fracturado, conforme el ángulo en que se den las fuerzas de manera paralela o perpendicular a la composición adhesiva⁴³.

4. Adhesión en Ortodoncia:

Se adhiere al esmalte por medio de dos mecanismos diversos y áreas retentivas en la base o Adhesión química (silano) puede dar pase a resistencias adhesivas desmesuradas, por la cual las tensiones producidas en el descementado se trasladan hacia el esmalte-adhesivo. Las desventajas son; La resistencia al contacto es más grande y menos predecible que los brackets de acero, esto complica decidir los niveles óptimos de fuerza y mantener el control de anclaje. Son frágiles y no duran como los de acero. Sobre todo, cuando se usan arcos de alambre de acero inoxidable. Presentan mayor dureza que los de acero y desgastan rápidamente el esmalte dental de las piezas dentarias antagonistas. Es más complejo descementar. El área es más áspera y porosa que la de los brackets de acero. Los brackets de metal se fijan por medio de retención mecánica, debido a la malla de la base. Además, se encuentran accesibles en el mercado los brackets con retenciones fotograbadas y con áreas retentivas mecanizadas. La base de los brackets cumple una funcionalidad importante en la adhesión debido que va a estar en contacto con el cemento ortodóntico favoreciendo o no en la cementación un área mayor de resistencia al descementado⁴⁴.

La adhesión puede conllevar al fracaso en el procedimiento clínico si se emplea de forma equivocada. El cementado de los brackets presenta una mecánica en el tratamiento ortodóntico, sobre todo en los sistemas como arco recto, etc. El programado interno de cada bracket es trasladado a la pieza dentaria, por eso que se requiere la reubicación para llegar a una posición óptima de las piezas dentarias⁴⁵.

En la técnica directa la adhesión de los bracket va por encima de las piezas dentarias, es una técnica menos exacta, pero la más empleada por los ortodoncistas por su facilidad. El cementado directo presenta ciertas ventajas como: Fácil ubicación, menor incomodidad para el paciente, mayor precisión en la ubicación, menor tiempo de tratamiento, mejor manejo en la higiene, mayor posibilidad de utilizar el espacio interproximal asimismo los brackets metálicos pueden mantener una fuerza de 80 kg³⁴

Pero la técnica indirecta permite en mover los brackets, por medio de cubetas duras con silicona, desde los modelos en donde se ubican de manera correcta hasta la boca del paciente. En el desarrollo de esta adhesión se puede ubicar el centro de las coronas con mayor facilidad en comparación con la técnica directa. Presentan ventajas como: Procedimiento con mucha exactitud, requiere menor tiempo de trabajo, permite preparar y reubicar en altura, angulación y posición mesiodistal los brackets sobre los modelos, y se puede preparar los modelos fuera del consultorio³⁴.

La técnica para el cementado de brackets son: Preparar la superficie del esmalte, con un ácido grabado, luego la aplicación del sistema adhesivo y fotocurar. Realizar la profilaxis, ayudara a reducir la energía superficial, eliminando los residuos alimenticios y contaminantes de la superficie del esmalte. Se emplean pastas como piedra pómez o bicarbonato, libres de glicerina para una exitosa adhesión. Se usa ácido ortofosfórico al 35% o 37% por 15", la cual favorece a una limpieza de la superficie esmalte retirando en su totalidad la película de material orgánico, provocando poros en la superficie del esmalte para mayor retención. Se realiza un lavado con agua, después de la aplicación del ácido por un periodo de 30 a 60" por

cada pieza dentaria. El agente de enlace es una capa delgada de monómero, viscosa que se emplea sobre la superficie del esmalte ya acondicionado y seco, la cual puede ser auto o fotopolimerizable, originando una unión física, por medio de los poros del esmalte grabado favoreciendo a la retención. La resina es un biomaterial casi sólido, tiene finalidad de adherir los brackets a la superficie del esmalte por medio de las mallas, produciendo una unión física entre el agente de enlace con el esmalte grabado⁴⁰.

Una unión química entre el agente de enlace y la resina presenta una unión mecánica entre el cemento ortodóntico y la malla del bracket. El fotocurado dependerá del tipo de adhesivo, si es autopolimerizable, el tiempo de fraguado será entre 30 a 45" lo cual permite al clínico posicionar el bracket de manera adecuada y si se emplea un sistema fotopolimerizable ayudará al clínico a tener mayor tiempo para posicionar los brackets. Es recomendable utilizar los tiempos prescrito por el fabricante de las resinas y emplear lámparas de alta calidad para no presentar fallas en la adhesión⁴⁶.

4.1. Clasificación de los sistemas de cementos ortodónticos:

Los cementos que más se emplean con mayor frecuencia son: Orthocem, Heliosit Orthodontic y Transbond XT, Brace Paste de American Orthodontics.

Orthocem es un cemento de sistemas fotocurable. Estos tipos de sistema fotocurable presentan en su composición un primer y un bond en la cual pueden estar separados o unido, permitiendo disminuir el tiempo de trabajo al ser aplicado.

Orthocem no requiere de la aplicación inicial del adhesivo. Simplificando su empleo en 2 pasos: 1) grabado ácido 2) aplicación del cemento en la malla del brackets, ubicándolo en la superficie de la pieza dentaria, para después fotocurarlo⁴⁷.

En sus componentes el Orthocem presentan monómeros metacrílicos (BisGMA, TEGDMA), fosfatados, estabilizante, canforquinona, co-iniciador y carga nanométrica de dióxido de silicio. Asimismo, permite la adherencia del brackets de metal, cerámica y policarbonato a la superficie del esmalte⁴⁷.

En sus instrucciones de empleo se encuentra: Monocomponente, transparente y fotopolimerizable para la adherencia del brackets en ortodoncia. En su composición presentan una matriz de monómero de dimetacrilato de uretano, Bis-GMA y decanodioldimetacrilato 85%. Con un relleno de dióxido de silicio altamente disperso 14%. Asimismo, contiene catalizadores y estabilizadores 1%.

Heliosit Orthodontic es un cemento adecuado para la adherencia de brackets⁴⁸.

Dentro de las contraindicaciones Heliosit Orthodontic no debe emplear en pacientes que padezcan alergia a cualquiera de sus elementos. Hoy en día se desconoce alergias a los materiales composite⁴⁸. (Ivoclar- Vivadent, 2018)

Transbond XT no es adecuado para la adherencia del brackets de policarbonato, tampoco se pueden emplear en pacientes que padezcan alergias a cualquiera de sus 18 componentes. Para su uso se realiza lo siguiente: Se debe aislar las piezas dentarias, realizar una limpieza, lavar, secar, y hacer un grabado por 15", luego lavar, secar con aire y aplicar el Transbond XT (light cure primer), luego Transbond

XT (light cure adhesive) en el bracket a utilizar, posicionar el bracket, retirar los excesos y fotocurar 3" en mesial y en distal con una lámpara como el Ortholux Luminous curing light ⁴⁹. (Unitek, 2014).

5. Brackets:

Los brackets son aparatos fijos que se emplean en la ortodoncia con la finalidad de corregir las maloclusiones dentales (20).

“Se usaron 20 Brackets 01 caso prescripción MBT MAX.022 gancho can/pres” (21).

“Base con curvaturas cérvico-oclusales y mesio distal, que mejoran la acomodación al diente en el pegamento” (21).

“Base enmarcada, con pines cuadrados y chorreada” (21).

Un bracket es un aparato fijo que se posiciona horizontalmente en la cara vestibular de las piezas dentarias, que ayuda a desplazar individualmente a las piezas dentarias en cualquier dirección, para corregir las alteraciones en la oclusión o apiñamiento dental.

Los brackets de marca Morelli Ortodontia apareció en los años 80, proveniente de Brasil, es una industria especializada en la elaboración de productos de ortodoncia, donde fabrican más de 20 millones de piezas mensuales (11).

Los brackets traen integrado una canaleta horizontal denominada slot, esta puede tener 0.018" ó 0.022" de altura, en ella se inserta información que ubicará a las piezas dentarias como torque vestíbulo palatino, angulación mesio distal, rotación,

asimismo nos proporciona el ancho del bracket en sus tamaños mini o estándar, presenta una base curvada que se adapta a la cara sobre la cual se adhiere y se incorpora una malla que ofrece retención mecánica.

Los brackets se distribuye en blíster y con informaciones diferentes para cada pieza dentaria según la filosofía que uno emplee como: Roth, MBT, Ricketts, etc. en la filosofía Edgewise los brackets presentan la misma información para todas las piezas dentaria cuyo valor es 0°.

B.1 Clasificación:

Los brackets se pueden asignar de acuerdo al material empleado para su composición en:

- a. Metálico
- b. Plástico
- c. Policarbonato
- d. Plástico reforzado con fibra de vidrio
- e. Poliuretano
- f. Cerámico

Existen diferentes tipos de brackets como los de policarbonato, cerámica y metal. Los de policarbonato se emplean básicamente por estética. No son resistente a la distorsión o ruptura, el desgaste del slot (lo que produce una pérdida de control sobre la pieza dentaria). Son empleados para realizar fuerza mínima y para procedimientos de corta duración, de preferencia en adultos. Se ha establecido un nuevo tipo de reforzados con ranura de acero como alternativa estética, sin embargo, es inevitable que sean más grandes para que las aletas de unión tengan

la resistencia requerida. Los brackets de cerámica se adquieren por mecanizado a partir de óxido de aluminio monocristalino o policristalino. Se combinan ventajas estéticas del plástico y la fiabilidad de los metálicos. Son resistentes a las tinciones y la decoloración ⁴⁴.

1.2. INVESTIGACIONES

Li et al (2020), el estudio tuvo como propósito evaluar el efecto de tracción ortodóncica sobre la microestructura de la capa del esmalte y conceder una base mecánica en la práctica clínica, seleccionaron 48 premolares distribuidos en 6 grupos (n=8). Siendo el grupo A de control, y B divididos en B1, B2 y B3 en estos grupos obteniendo cargas de 50 gr de fuerza por un tiempo de los primeros 6 meses, 200 gramos de fuerza a lo largo de 6 meses y 200 gr de fuerza por un mes. Y para los grupos C1 y C2 tuvieron unión de curado químico para adherir los brackets. Se emplearon análisis de microscopía electrónica de barrido (SEM), microscopio de fuerza atómica (AFM) y espectrómetro de energía (EDS) para observar la fractura morfológica y elementos de la interfaz. Se obtuvo como resultados microgrietas y estructuras vacías en la superficie del esmalte mediante SEM. AFM evidenció que la superficie del esmalte formaba microgrietas con diferentes métodos de unión. A medida que aumentó la fuerza sobre los brackets en el grupo experimental, aumentaron las microfisuras de la interfaz del esmalte. En términos de rugosidad de la interfaz, hay una diferencia entre los grupos A y C2 ($p < 0.05$); en términos de distancia de pico a valle, hay diferencias significativas en los grupos A, C1 y C2 ($p < 0.05$). Se concluye que la tracción ortodóncica cambia la microestructura de la capa de esmalte normal¹³.

Mitwally RA et al (2019), Su estudio tuvo como objetivo evaluar la resistencia de la unión al cizallamiento (SBS), el índice de restos de adhesivo (ARI) y la base del soporte de ortodoncia después de la separación de los soportes de ortodoncia unidos con dos adhesivos diferentes. Se dividieron noventa premolares humanos sanos en tres grupos de n=30. Transbond, donde los brackets se unieron con Transbond XT (3M Unitek); Multilink, donde los brackets se unieron utilizando Multilink Speed (Ivoclar Vivadent); Multilink + etch, donde los brackets se unieron usando Multilink Speed después de grabar el esmalte. Las puntuaciones de ARI se obtuvieron utilizando un estereomicroscopio. Se utilizó SEM para evaluar las superficies de esmalte tratadas y la base de los brackets. SBS fue significativamente menor en el grupo Multilink en comparación con los otros grupos ($p < 0.05$). La evaluación SEM reveló una penetración mínima de resina dentro del esmalte y que la mayor parte de la resina estaba adherida a la base de los brackets en el grupo Multilink en comparación con los otros dos grupos ($p < 0.05$). En conclusión, la aplicación de Multilink Speed en esmalte no curado proporciona un SBS aceptable de brackets de ortodoncia adheridos al esmalte con una mínima penetración de resina en el esmalte y menos resina residual en las superficies de los dientes¹⁴.

Cicek O, et al (2020). Ejecutaron un estudio donde determinaron la frecuencia media de golpes de cizallamiento de diversos tipos de brackets de ortodoncia y agentes adhesivos bajo carga de ciclismo. Se dividieron en 2 grupos 10 tipos diferentes de brackets de ortodoncia de 4 marcas diferentes. Dos adhesivos diferentes, a saber, Transbond™ XT de grabado y enjuague para el Grupo 1 y

adhesivo de imprimación autograbante Transbond™ Plus para el Grupo 2. Los soportes se probaron con una fuerza de carga cíclica de 10 N y una velocidad de la cruceta de 300 mm/min y 40 ciclos/min. Generalmente, se localizó que las diferencias entre la frecuencia de golpes de cizallamiento de las fallas de los brackets eran estadísticamente significativas de acuerdo con el tipo de adhesivos y brackets ($p < 0,05$). Se encontró que la técnica de unión para el Grupo 1 tenía una resistencia de unión al cizallamiento significativamente mayor que el Grupo 2. Además, se ve que diversos tipos de brackets originarios de la misma o diferentes marcas tenían diferente resistencia a la unión al cizallamiento. Se puede concluir que todos los tipos de brackets empleados en este estudio se pueden aplicar con ambas técnicas de unión, para minimizar el riesgo de daño al tejido duro, los brackets cerámicos deben adherirse cuidadosamente utilizando la técnica adhesiva del primare autograbante.¹⁵

Namura et al (2020), tuvieron como objetivo relacionar la dureza y la capacidad de mantenimiento del adhesivo prerrevestido con otros adhesivos comerciales. Los valores de dureza Knoop se midieron a partir del curado inicial inducido por luz o químicos, inmersión en agua destilada a 37 ° C durante 24 h y 1000 y 10,000 ciclos térmicos luego de 24 h. Además, se midieron las fuerzas necesarias para mover los brackets 0,5 mm durante su posicionamiento, y los brackets adheridos al esmalte bovino se examinaron mediante microscopía electrónica de barrido por emisión de campo. Los valores de dureza Knoop de los adhesivos prerrecubiertos eran más bajos que los de los adhesivos compuestos de resina comerciales, y la dureza dependía de la proporción de relleno en la matriz de resina. La capacidad de mantener la posición del

dispositivo puede depender de la composición de la matriz de resina. Los adhesivos prerrecubiertos con menos relleno y más material de matriz son fotopolimerizables y la resina remanente se puede eliminar fácilmente¹⁶.

Arash V, et al (2017). Realizaron una investigación con el objetivo de determinar la resistencia de la unión al cizallamiento y las propiedades de desunión de los brackets metálicos y cerámicos adheridos con dos tipos de agentes aglutinantes. Utilizaron 120 dientes premolares superiores humanos extraídos, dividido aleatoriamente en cuatro grupos: grupo HM: soporte metálico / agente adhesivo convencional; Grupo SM: soporte metálico / imprimación autograbante Transbond; Grupo HC: soporte cerámico / adhesivo convencional; Grupo SC: soporte cerámico / imprimación autograbante Transbond. 24 horas después del termociclado (1000 ciclos, 5 ° C – 55 ° C), se midieron los valores de resistencia al cizallamiento. La cantidad de resina que queda en la superficie del diente (índice de remanente adhesivo: ARI) se determinó con un microscopio estereoscópico. El índice de desprendimiento del esmalte se evaluó con un microscopio electrónico de barrido. Los valores medios de la fuerza de unión al cizallamiento (MPa ± SD) fueron el grupo HM = 12.59, el grupo SM = 11.15, el grupo HC = 7.7 y el grupo SC = 7.41. Las diferencias de fuerza de unión entre los grupos HM y SM ($p = 0.063$) y entre HC y SC ($p = 0.091$) no fueron estadísticamente significativas. Hubo diferencias significativas entre HM y HC y entre los grupos SM y SC ($p < 0.05$). Se halló diferencias insignificantes en las IRA entre todos los grupos. Mostrando que los brackets metálicos presentaba mayor fuerza de unión que los brackets cerámicos. Así mismo, la aplicación de los adhesivos pudo emplear menos adherencias que con la técnica

convencional. Se observó que algunas muestras presentaron falla de la interfaz de soporte-adhesivo o falla dentro del adhesivo.¹⁷

Cruz E, MA (2019) elaboraron un estudio con el propósito de “Comparar la resistencia adhesiva mediante la prueba de cizallamiento in vitro de dos tipos de brackets (Metálicos y Cerámicos) con retención mecánica y su efecto sobre el esmalte dental”, es un estudio comparativo, descriptivo y transversal. Se obtuvo como muestra 30 piezas dentarias (premolares), asignados en dos grupos de 15 (Grupo 1, brackets metálicos y grupo 2, brackets cerámicos de la marca Ortho Classic OC). Los brackets fueron ubicados sobre la superficie del esmalte de premolares humanos empleando resina (Transbond XT, 3M Unitek). Posteriormente se analizó la resistencia al cizallamiento con la Máquina Universal de Ensayos (Alfred Amsler de Suiza). Los datos adquiridos fueron transformados a Megapascuales (Mpa) obteniéndose 22.7 Mpa para los brackets metálicos y 18.4 Mpa para brackets cerámicos. Por otra parte, las superficies de las piezas dentarias fueron analizadas al electromicroscopio para ver la presencia o ausencia de fractura del esmalte. Se obtuvo como resultados que los brackets metálicos poseían mayor resistencia al cizallamiento. El desprendimiento de los brackets no provocó fractura en el esmalte. Se concluyó que los brackets metálicos presentaron un mayor aumento a la resistencia adhesiva al cizallamiento¹⁸.

Bendezú G, (2020), tuvieron como objetivo “comparar los resultados de la resistencia de adhesión al desprendimiento de brackets ortodónticos de la superficie del esmalte entre los grupos evaluados”. Es un estudio correlacional,

experimental, prospectivo, transversal, constituido por 30 piezas dentarias y con una muestra de 18 piezas, asignadas en tres grupos aleatoriamente. Se obtuvo una probabilidad de error mayor al 5% en los resultados. Se concluyó que no existe diferencia entre los grupos examinados; respecto a la resistencia de los brackets polimerizados con 5" en comparación con 10". $p\text{-valor}=0,240 > \alpha=0,05$. Con los brackets polimerizados 5" en comparación con 20". $p\text{-valor} = 0,701 > \alpha = 0,05$. Con los brackets polimerizados 10" en comparación con 20" ¹⁹.

Palacios, C (2019); tuvieron el propósito de "analizar el costo-efectividad de la resistencia a la tracción de diferentes tipos de resinas utilizadas, teniendo como objetivo definir y comparar la resistencia a la fuerza de tracción "in vitro" de dos agentes cementantes de brackets. Se obtuvo como muestra 24 premolares superiores, asignadas en dos grupos dependiendo del tipo de resina ortodóncico (Transbond XT 3M y Orthocem FGM). Se ejecutó la prueba de resistencia a la Fuerza de tracción mediante la Máquina de Fuerzas universales, y de este modo la velocidad (0.1mm/min). Se empleó la prueba estadística T de Student para el análisis cuantitativo. Se obtuvo como resultados lo siguientes: ORTHOCHEM FGM con una media de $5.662 \pm 0.0,868$ Mpa y Resina Transbond XT 6.724 ± 0.94 Mpa, ofreciendo mayor fuerza al despegado de brackets frente a Orthocem. Se concluyó que el tipo de resina no es un elemento determinante para la resistencia a la fuerza de tracción cuando el brackets es despegado²⁰.

1.3. MARCO CONCEPTUAL

Concepto de Adhesión:

"Material que colocado en capa fina sirve para adherir el material restaurador al diente, tanto a esmalte como a dentina" ²¹

“Permiten preparar la superficie dental para mejorar el sustrato para la adhesión, también nos permiten la adhesión química y micromecánica al diente y por último se unen adecuadamente al material restaurador” ²¹

Según la Real academia de la Lengua Española (RAE) adhesión es la “Fuerza de atracción que mantiene unidas moléculas de distinta especie química”²²

Adhesión en Odontología:

En los últimos años la odontología estética, ha evolucionado, específicamente la parte preventiva / restauradora con respecto a las resinas y agentes adhesivos.²³

El adhesivo es un biomaterial sin relleno o ligeramente rellena, semejante en su composición a la resina compuesta con la diferencia que presenta una molécula hidrofílica.²³

CAPÍTULO II: EL PROBLEMA, OBJETIVOS, HIPÓTESIS Y VARIABLES.

2.1. EL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

2.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

El tratamiento en ortodoncia, consiste en el movimiento de las piezas dentales (bases óseas), con el propósito de reubicarlos en la arcada dental; estos movimientos se obtienen instalando aparatos fijos dentales como los brackets, botones o tubos en las caras vestibulares de las piezas dentarias, se adhieren a la superficie del esmalte por medio de sistemas adhesivos, los materiales responsables de dicha fijación son las resinas, presentando características y propiedades¹, con el propósito de zacear las necesidades del ortodoncista como la fuerza de adhesión resistente a los esfuerzos de masticación y a las fuerzas provocadas por la mecánica ortodóntica ².

En ortodoncia una de las prioridades es evitar el fracaso de la unión bracket-esmalte, ya que al reemplazar los brackets descementados es ineficaz, costoso y se necesita de un tiempo determinado para reinstalarlos. La adhesión es parte de la odontología preventiva hoy en día que engloban un manejo estricto en la higiene oral, complementos de flúor y el empleo de aparatos eficaces³.

Los inconvenientes que se citan más a menudo son el desprendimiento de los brackets, la aplicación incorrecta de estos, la descalcificación del esmalte

durante el tratamiento y el tiempo que exige el despegado⁶. Por lo cual se buscan sistemas adhesivos que aseguren la permanencia del bracket a lo largo del tratamiento y a su vez que provoque el mínimo daño en esmalte⁴.

Existen muchos elementos que se involucran en el éxito del tratamiento de ortodoncia, pero no todos pueden ser controlados por el ortodoncista, como: respuesta del paciente a la mecánica empleada y su cooperación del mismo. Es recurrente que, a lo largo de la mecánica del procedimiento de ortodoncia, los pacientes despeguen brackets o tubos ortodóncicos, llegando a afectar el éxito del tratamiento, ocasionando heridas en tejidos blandos, mayor tiempo en los controles y la disconformidad del paciente para seguir con el procedimiento; justamente por esto se requiere analizar la resistencia de la adhesión del bracket a la superficie del esmalte.

La fuerza de cizallamiento hace referencia al tipo de fuerza expuesta paralelamente a la cara de un objeto ⁵; esta fuerza pasa una sección de una pieza, actuando un esfuerzo cortante; obteniéndose una fuerza paralela al plano de la sección ⁶. La fuerza de cizallamiento en ortodoncia podría ser provocado por la acción de torsión sobre un material; como, por ejemplo, al utilizar una fuerza sobre el área de la superficie del esmalte dental con una herramienta de bordes puntiagudo, se provocará que el bracket se despegue gracias a la fuerza de cizallamiento ejercida en el agente cementante. ⁷

Según Guzman et al. ⁸ se puede evidenciar pruebas que evalúen la resistencia de acoplamiento entre la superficie del esmalte dental y las resinas para adherir

los brackets, esta es la prueba de resistencia al cizallamiento o shear bond strength (SBS), donde la fuerza se direcciona lo más cerca a la interfaz bracket-diente y paralela en todo el eje de la pieza dentaria.

Las resinas son componentes orgánicos que pueden ser traslúcidas o transparentes, solubles en acetona, éter y otros componentes semejantes, pero no en agua; los diferentes tipos de resina son denominado de acuerdo a su estructura química, física y fraguado. ⁵.

Las resinas fotopolimerizables presentan dentro de sus componentes una amina iniciadora y una sustancia sensible a la luz, que, a la exposición de esta luz azul, interaccionan iniciando la polimerización⁹. Con respecto al empleo de las resinas fotopolimerizables, Argison et al.¹⁰ manifiesta que estas resinas otorgan más tiempo de trabajo, proporcionando mayor tranquilidad al ortodoncista para la ubicación del bracket.

La adhesión, es un fenómeno fisicoquímico en el cual participan fuerzas de atracción atómicas y moleculares que conforman parte de la materia, cargas eléctricas y otros componentes; los cuerpos tienen que estar íntimamente en contacto y con una mayor energía superficial que sea viable para desempeñar la adhesión¹¹. Aun cuando la fuerza de adhesión para el sistema de unión entre la superficie del esmalte, resina y bracket, no está determinado, Según Reynolds y Von Fraunhofer¹² un material adhesivo debería mostrar resistencia al cizallamiento con valores de 5,9 a 7,8 MPa para saciar las necesidades

clínicas, pero en los estudios de laboratorio, esta resistencia al cizallamiento necesita un valor de 4,9 MPa.

Por lo expuesto se propone realizar el siguiente estudio de investigación comparar la resistencia a la adhesión de tres cementos ortodónticos.

2.1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

2.1.2.1. Problema General

¿Cuál es la resistencia a la adhesión de tres cementos de ortodoncia?

2.1.2.2. Problemas Específicos

¿Cuál es la resistencia adhesiva del cemento de ortodoncia Orthocem® de FGM?

¿Cuál es la resistencia adhesiva del cemento de ortodoncia Heliosit® Orthodontic de Ivoclar?

¿Cuál es la resistencia adhesiva del cemento de ortodoncia Brace Paste® de American Orthodontics?

2.2. FINALIDAD Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.2.1. FINALIDAD

El presente estudio tiene como finalidad comparar la resistencia adhesiva de los diferentes cementos ortodónticos utilizados comúnmente en el Perú, de esta manera poder aportar a los profesionales con la recomendación del uso de un cemento en especial por los niveles de adhesión que esta brinde.

2.2.2. OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS

2.2.2.1. Objetivo General

Comparar la resistencia adhesiva de tres cementos de ortodoncia utilizados em Perú.

2.2.2.2. Objetivos Específicos

1. Determinar la resistencia adhesiva del cemento de ortodoncia Orthocem® de FGM.
2. Determinar la resistencia adhesiva del cemento de ortodoncia Heliosit® Orthodontic de Ivoclar.
3. Determinar la resistencia adhesiva del cemento de ortodoncia Brace Paste® de American Orthodontics.

2.2.3. DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO

Temporal: El presente estudio se realizará en el segundo semestre del año 2021, este periodo estará comprendido entre los meses de octubre hasta diciembre y de enero a mayo del presente año; constituyéndose así los límites temporales para el estudio.

Espacial: El presente estudio se llevará a cabo en las instalaciones del laboratorio de análisis físicos High Technology Laboratory Certificate (HTL), teniendo como limitación el costo y la disponibilidad del laboratorio, que puede ser resuelta fácilmente.

Recursos: El estudio se llevará a cabo bajo modelo experimental in vitro, o experimental preclínico, mediante la preparación de las muestras y estas serán sometidas al micro cizallamiento, mediante procesos planificados por el investigador, permitiendo así comprender mejor la adhesión de estos cementos de ortodónticos. El estudio es autofinanciado, por lo que se declara que se tiene los recursos necesarios para realizar el estudio y lo necesario para su ejecución, que puede ser una limitación pequeña en caso de no conseguir el presupuesto necesario.

2.2.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

Teórica: La presente investigación tiene como propósito aportar en el conocimiento sobre las propiedades físicas de los cementos de ortodoncia sobre todo en el aspecto de la resistencia adhesiva, ya que estas serán sometidas a fuerzas durante el tratamiento de ortodoncia, cuyos resultados podrán ayudar al conocimiento de estos efectos, en el área de la ortodoncia si bien las técnicas actuales de adhesión, representan uno de sus principales avances; el éxito de nuestro tratamiento se ve afectado muchas veces por una falla en este mecanismo. Por tal motivo es de suma importancia la adhesión de estos materiales de ortodoncia, ya que en ella basamos la transmisión de fuerzas hacia los dientes y sus estructuras de soporte; así como tener las bases teóricas de las mismas y respaldo científico.

Metodológica: La presente investigación tiene una importancia ya que se va evaluar con el método de micro cizallamiento, y se realizará una ficha de evaluación específica para este estudio y saber cuál de los cementos de ortodoncia tiene mejor capacidad de adherencia y será recomendado a los clínicos y el método de cómo usarlos. Por tal motivo el presente estudio es de suma importancia porque también se evaluará si estos materiales son adecuados para resistir diferentes condiciones de los pacientes.

Práctica: El presente estudio experimental es mucha importancia para el ortodontista ya que podrá informar sobre la resistencia a la adhesión de los diferentes cementos de uso en Perú, con esta información el profesional

tendrá más posibilidades de identificar que material es más eficaz y tendrá posibilidades de elección de la misma.

Actualmente los cementos de uso ortodóntico se encuentran expuestos a diferentes fuerzas y hábitos del paciente; por tal motivo es importante demostrar cual es la resistencia adhesiva de estos cementos.

2.3. HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.3.1. HIPÓTESIS PRINCIPAL Y ESPECÍFICAS

2.3.1.1. Hipótesis Principal

La resistencia a la adhesión del cemento de ortodoncia Orthocem de FGM es mayor que los otros cementos utilizados en Perú.

2.3.1.2. Hipótesis Específicas

La resistencia a la adhesión del cemento de ortodoncia Orthocem de FGM es alta

La resistencia a la adhesión del cemento de ortodoncia Heliosit® Orthodontic de Ivoclar es alta

La resistencia a la adhesión del cemento de ortodoncia Brace Paste de American Orthodontics es alta

2.3.2. VARIABLES E INDICADORES

En la presente investigación participan las siguientes variables con sus respectivos indicadores:

A. Variables de Estudio:

- **Variable Independiente:**

- Resistencia Adhesiva

- **Indicadores:**

-

- **Variable Dependiente:**

- Tipo de cemento de ortodoncia

- **Indicadores:**

- Cemento ortodóntico Orthocem de FGM.
- Cemento ortodóntico Heliosit® Orthodontic de Ivoclar.
- Cemento ortodóntico Brace Paste de American Orthodontics.

La evaluación de las variables se llevó a cabo mediante la definición operacional de las variables, en la cual se establece la descomposición de las variables en sus dimensiones, indicadores y escalas de medición (**Ver Anexo 01**).

CAPITULO III: MÉTODO, TÉCNICA E INSTRUMENTO:

3.1. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.1.1. Población

Estuvo conformado por todos los cementos de ortodoncia de uso más frecuente en nuestro medio Local (Perú).

3.1.2. Muestra

La muestra estuvo conformada por un subgrupo representativo de la población, en el presente estudio se realizó una prueba piloto previo, en este caso la muestra para el piloto fue de 3 piezas dentales de cada grupo de estudio. Luego se aplicó la formula con una potencia de 80%, y un nivel de confianza de 95%, en este caso se usó la desviación estándar; en donde aplicaremos la siguiente fórmula: ⁽⁵⁰⁾

$$n = \frac{2(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 * S^2}{d^2}$$

Donde:

n = muestra.

Z_{α} = 1.96 con un nivel de confianza del 95%

Z_{β} = Con un poder estadístico de 80%.

S = desviación estándar común, en este caso es de 2,9.

d = nivel de significancia al 5%.

En este caso se realizó la aplicación de la formula mediante el programa estadístico Epidat 4.2, en donde se utilizó la desviación estándar de la investigación teniendo una desviación estándar de 2.9 y una diferencia de medias de 3,293.

Se obtiene un resultado de:

n = 14 por grupo

sumarios

[1] Tamaños de muestra. Comparación de medias independientes:

Datos:

Varianzas:	Iguales
Opción:	Opción 1
Diferencia de medias a detectar:	3,293
Desviación estándar común:	2,900
Razón entre tamaños muestrales:	1,00
Nivel de confianza:	95,0%

Resultados:

Potencia (%)	Tamaño de la muestra		
	Población 1	Población 2	Total
80,0	14	14	28

Siendo la muestra un total de 42 especímenes siendo 14 por cada grupo, y los grupos se dividirán de la siguiente manera:

Grupo 1: Orthocem de FGM.

Grupo 2: Heliosit® Orthodontic de Ivoclar.

Grupo 3: Brace Paste de American Orthodontics.

Criterios de Selección:

- **Criterios de Inclusión:**

Discos de cementos de ortodoncia utilizados en el Perú.

Discos bien diseñados sin rayaduras, o burbujas.

Discos del tamaño y forma adecuada sin defectos.

- **Criterios de Exclusión:**

Discos que presenten algún defecto en la superficie o toda su composición.

Discos con problemas de fotopolimerización.

Discos con microfracturas.

3.1.3. Tipo de Muestreo

El presente estudio utilizó un muestreo no probabilístico intencionado de acuerdo a los criterios de selección para cada grupo de estudio.

3.2. DISEÑO A UTILIZAR EN EL ESTUDIO

3.2.1. Enfoque de la Investigación: El presente estudio tiene un enfoque cuantitativo, ya que los resultados estuvieron dados por datos estadísticos con tablas y gráficos; siendo de tal manera un estudio experimental in vitro, este nos brindó resultados cuantitativos en cuanto a la resistencia adhesiva de los cementos ortodónticos.

3.2.2. Según su propósito es de Tipo de investigación: Aplicada ya que intenta resolver una pregunta de investigación que tendrá repercusión en la práctica clínica, y sobre todo para recomendar el material más resistente a la adhesión para el cementado de los brackets.

3.2.1. Diseño de la investigación: El presente estudio está enmarcado dentro del diseño experimental pre clínico in vitro, porque las variables son manipuladas, en este se elaboró la muestra con la finalidad de evaluar las propiedades físicas de los cementos que sirven para colocar los brackets en los dientes (resistencia adhesiva), de esta manera se observó la reacción de cada grupo de estudio, de tal manera se obtuvo una idea de que material es el más adecuado para luego recomendarlo en la práctica clínica; de igual forma recomendar realizar más estudios y evaluar sus otras propiedades físicas de estos materiales; y de un nivel explicativo. ⁽⁵¹⁻⁵³⁾

3.2.3. TÉCNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La técnica a utilizar en este estudio fue la observación estructurada de laboratorio, no participativa.

Instrumento: El instrumento de Recolección de Datos en este caso fue realizado mediante una ficha observación donde se anotarán los datos necesarios para el estudio, este instrumento se usó porque la técnica a usar fue: Técnica de observación sistemática directa.

Procedimientos

Se solicitó los permisos correspondientes a la universidad para proceder con el estudio experimental; en este caso se solicita exoneración del comité de ética por ser un estudio experimental in vitro. Se llevó a cabo los procedimientos de laboratorio, en primer lugar se elaboró cada espécimen de acuerdo a las indicaciones del fabricante para la cementación del bracket; se utilizó 3 marcas comerciales de cementos ortodónticos más utilizados en el Perú los cuales serán: Orthocem de FGM, Heliosit® Orthodontic de Ivoclar y Brace Paste de American Orthodontics; utilizando un foto-activador de sistema LED. Mediante un estudio piloto se determinó la viabilidad del estudio y se observó los resultados preliminares para evaluar el trabajo experimental final.

Preparación de la Muestra:

La muestra se preparó de acuerdo a las indicaciones del fabricante, para el presente estudio la muestra se dividió en tres grupos los cuales serán de la siguiente manera: En primer lugar se seleccionaron los dientes que fueron utilizados para la cementación del bracket; luego se procedió a la colocación de un bracket al diente con el cemento a ser probado; se realizó el colado según indicaciones del fabricante, para este propósito se utilizó para el fotocurado solo una lámpara adecuada, en este caso fue la Lámpara Led C Cure Woodpecker: es una lámpara inalámbrica de fotocurado Polywave (multionda) Se realizó la adhesión de los brackets a dientes de bovino con diferentes cementos. Se realizó una prueba piloto previa con 3 unidades de dientes adheridos a brackets con los cementos por cada grupo de cemento y luego con los resultados fueron utilizados para sacar la muestra adecuada para el estudio

Los grupos estarán constituidos de la siguiente manera:

Grupo 1: Cemento de ortodoncia Orthocem de FGM.

Grupo 2: Cemento de ortodoncia Heliosit® Orthodontic de Ivoclar

Grupo 3: Cemento de ortodoncia Brace Paste de American Orthodontics.

Estos grupos fueron evaluados mediante los ensayos de micro cizallamiento con el uso de una máquina universal. MAQUINA DIGITAL DE ENSAYOS

UNIVERSALES la cual está debidamente calibrada. Finalmente estos datos fueron procesados estadísticamente.

Se realizó una capacitación para la colocación adecuada del bracket con un especialista en el área de ortodoncia; luego se procedió a una capacitación y calibración previa con la finalidad de realizar las adecuadas mediciones de las variables de la presenta investigación, el investigador se capacitó con un experto en el campo (explicación y manejo del equipo de ensayo); se presenta un reporte que avale el procedimiento de la investigación, de modo que permite el respaldo de los resultados.

3.2.4. PROCESAMIENTO DE DATOS

Para el análisis de los datos se procedió a organizar los instrumentos de recolección y a enumerarlos, luego fueron ingresados al programa Microsoft Excel versión 2013 donde se elaboró la base de datos para luego pasar al programa estadístico donde se realizaron los análisis estadísticos de datos. El procesamiento de los datos fue realizado en una computadora portátil con sistema operativo Windows 8.

La información recolectada se analizó mediante el paquete estadístico de SPSS versión 24 de acceso; aplicándose una estadística descriptiva con el objetivo de mantener la distribución de los datos; mediante las medidas de tendencia central, dispersión, forma y posición. De igual manera se empleará la estadística inferencial donde se pondrá a prueba la hipótesis del presente

estudio; para este propósito se utilizaron la prueba estadística paramétrica de ANOVA para la comprobación de las hipótesis bi-variables con una variable cualitativa de varias categorías y una cuantitativa; con la finalidad de comprobar los supuestos de la hipótesis y para determinar las comprobaciones entre dos resinas se utilizara la prueba estadística de Bonferroni, previa a esta se realizó la prueba de normalidad aplicando el estadístico de Kolmogorov Smirnov. Los resultados fueron inferidos a la población mediante la estimación del intervalo a un 95% de nivel de confianza.

CAPITULO IV: PRESENTACION Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

4.1. PRESENTACION DE LOS RESULTADOS.

El presente trabajo de investigación tuvo como finalidad de comparar la resistencia adhesiva de tres cementos de ortodoncia utilizados en Perú; la muestra total fue de 42 especímenes siendo 14 por cada grupo, y los grupos se dividirán de la siguiente manera; Grupo 1: Orthocem de FGM. Grupo 2: Heliosit® Orthodontic de Ivoclar. Grupo 3: Brace Paste de American Orthodontics. Después de obtener los resultados se procedió al análisis de los datos, que a continuación se muestran mediante tablas y gráficos.

Tabla 1: Resistencia adhesiva del cemento ortodóntico Orthocem de FGM.

Resistencia Adhesiva	N	Media	Desviación Estándar	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Orthocem	14	6,7264	3,41299	0,91216	4,7558	8,6970	2,17	14,70

Fuente: Informe de ensayo de compresión axial en resinas odontológicas (HTL)

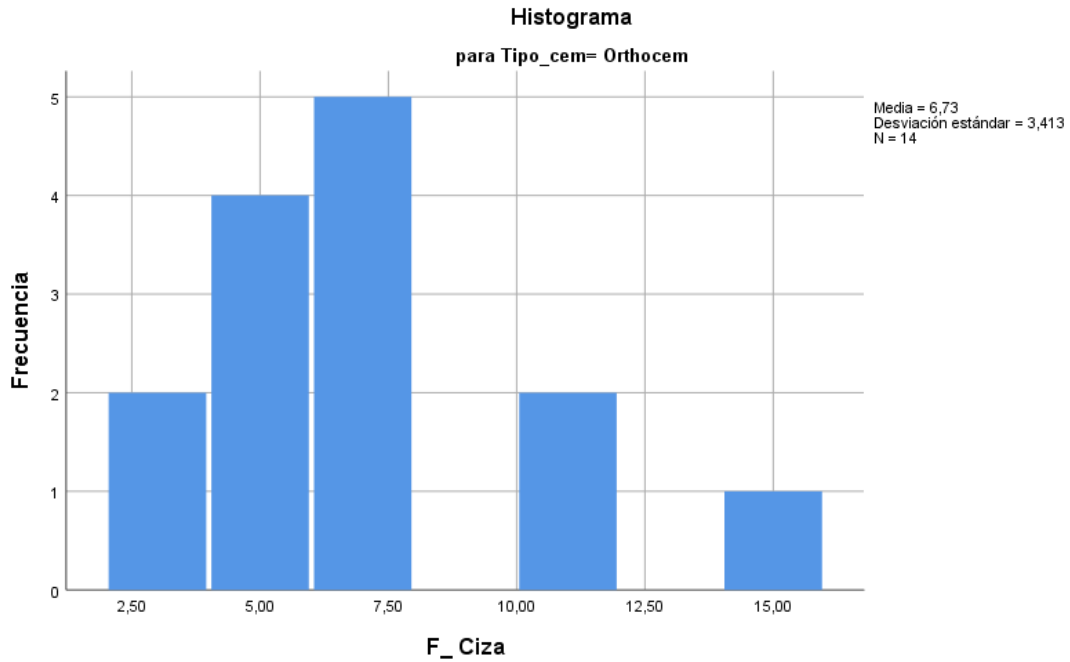


Figura 1: Grafico de barras sobre la resistencia adhesiva del cemento ortodóntico Orthocem de FGM.

Interpretación: en la tabla y grafico se muestra el comportamiento del cemento ortodóntico donde podemos observar que la resistencia adhesiva o de cizallamiento del Orthocem de FGM, presento las siguientes mediciones de las muestras del cemento, donde el promedio de la medición es de $6,7264 \pm 3,1429$ Mpa; la medición mínima registradas es de 2,17 y máxima de 14,70, con un intervalo de confianza del 25% siendo los datos donde las mediciones al 95% de confiabilidad estuvieron entre 4,7558 hasta 8,6970.

Tabla 2: Resistencia adhesiva del cemento ortodóntico Heliosit® Orthodontic de Ivoclar.

Resistencia Adhesiva	N	Media	Desviación Estándar	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Heliosit®	14	7.1486	2.12875	0.56893	5.9195	8.3777	4.35	11.25

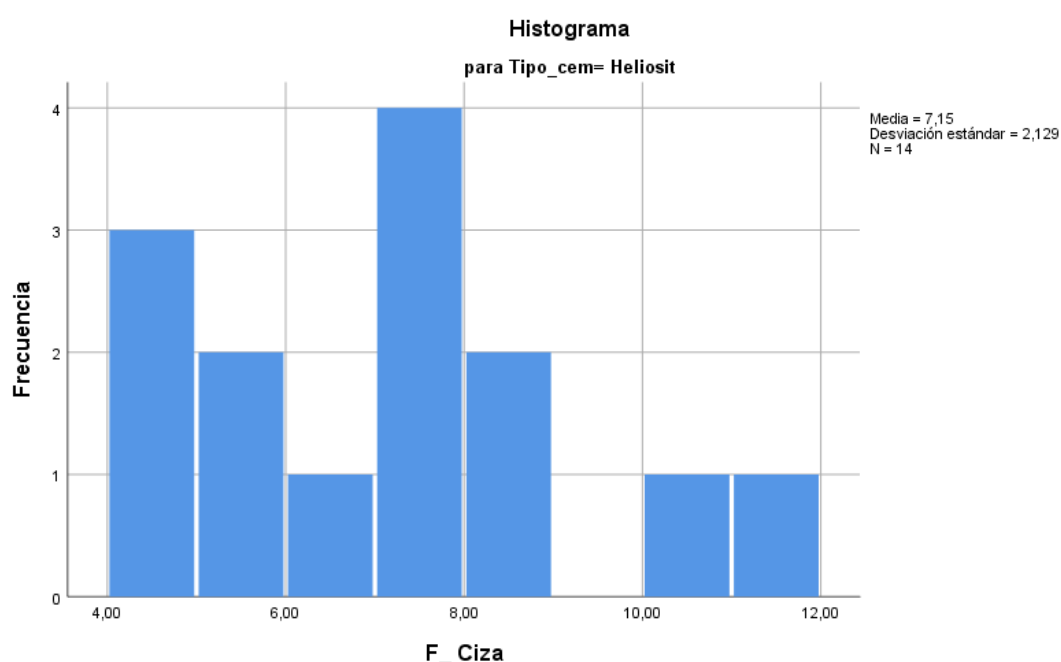


Figura 2: Grafico de barras de la resistencia adhesiva del cemento ortodóntico Heliosit® Orthodontic de Ivoclar.

Interpretación: en la tabla y grafico se muestra el comportamiento del cemento ortodóntico donde podemos observar que la resistencia adhesiva o de cizallamiento Heliosit® Orthodontic de Ivoclar, presentaron los siguientes resultados una media $7,1486 \pm 2,12875$ Mpa; la medición mínima registradas es de 4,35 y máxima de 11,25; siendo los datos donde las mediciones al 95% de confiabilidad estuvieron entre 5,9195 hasta 8,377

Tabla 3: Resistencia adhesiva del cemento ortodóntico Brace Paste de American Orthodontics.

Resistencia Adhesiva	N	Media	Desviación Estándar	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
BracePaste	14	7.1486	2.12875	0.56893	5.9195	8.3777	4.35	11.25

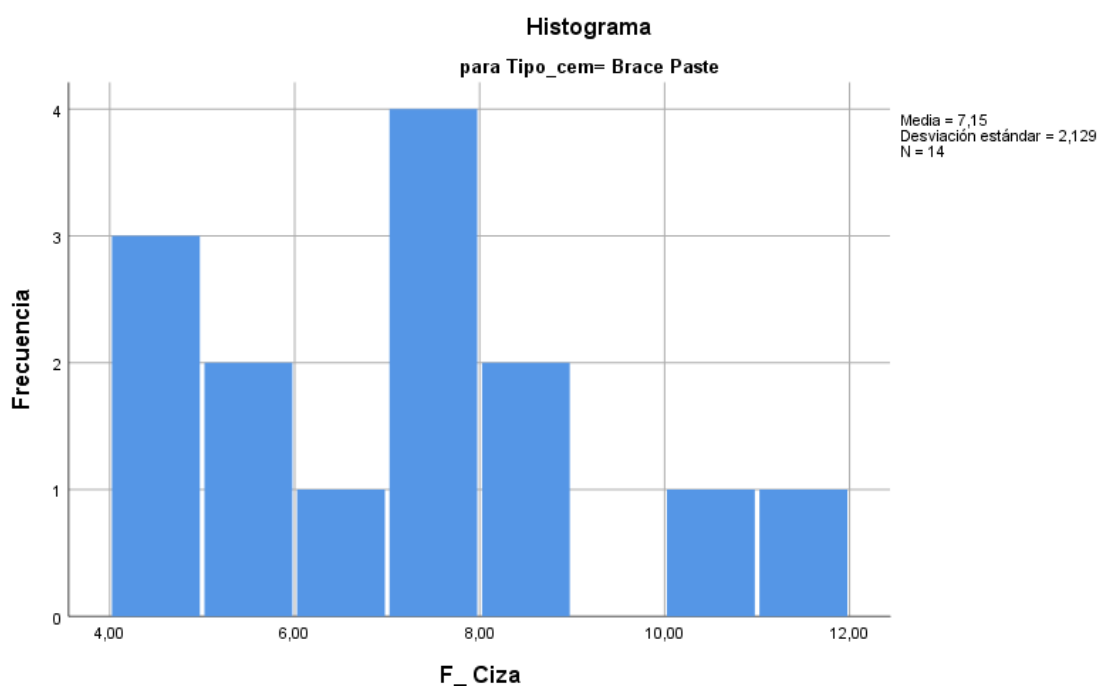


Figura 3: Grafico de barra de la resistencia adhesiva del cemento ortodóntico Brace Paste de American Orthodontics.

Interpretación: en la tabla y grafico se muestra el comportamiento del cemento ortodóntico donde podemos observar que la resistencia adhesiva o de cizallamiento Brace Paste de American Orthodontics, presentaron los siguientes resultados una media $7,1486 \pm 2,12875$ Mpa; la medición mínima registradas es de 4,35 y máxima de 11,25; siendo los datos donde las mediciones al 95% de confiabilidad estuvieron entre 5,9195 hasta 8,377

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.

En el caso de la contrastación de la hipótesis; trabajaremos según la finalidad principal del estudio la cual fue comparar la resistencia adhesiva de tres cementos de ortodoncia utilizados en Perú para lo cual se realizará una serie de pasos en primer lugar realizaremos la Prueba de normalidad en las mediciones de la resistencia adhesiva de los cementos ortodónticos utilizados en Perú.

Los resultados del análisis de bondad de ajuste de la curva normal para evaluar los datos referentes a medir la resistencia utilizadas en las resinas compuestas nano híbridas con circonio afectación, realizados a través de la prueba de Kolmogorov Smirnov ($N > 30$), el resultado muestra que los datos tienen normalidad ($p \geq 0.05$) por tal motivo se utilizó la estadística paramétrica ANOVA para la comparación entre los grupos de resina.

Formulación de las hipótesis estadísticas de normalidad:

Ho: Los datos son normales

H1: Los datos no son normales

Decisión:

$\text{sig} < 0.05$ se rechaza Ho

$\text{sig} \geq 0.05$ se acepta Ho

Tabla 4: Prueba de Normalidad de los datos de resistencia adhesiva de los cementos ortodónticos utilizados en Perú.

		Kolmogorov-Smirnov ^a		
F_Ciza	Tipo_cem	Estadístico	gl	Sig.
	Orthocem	0,196	14	0,149
	Heliosit	0,126	14	0,200*
	Brace Paste	0,126	14	0,200*

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

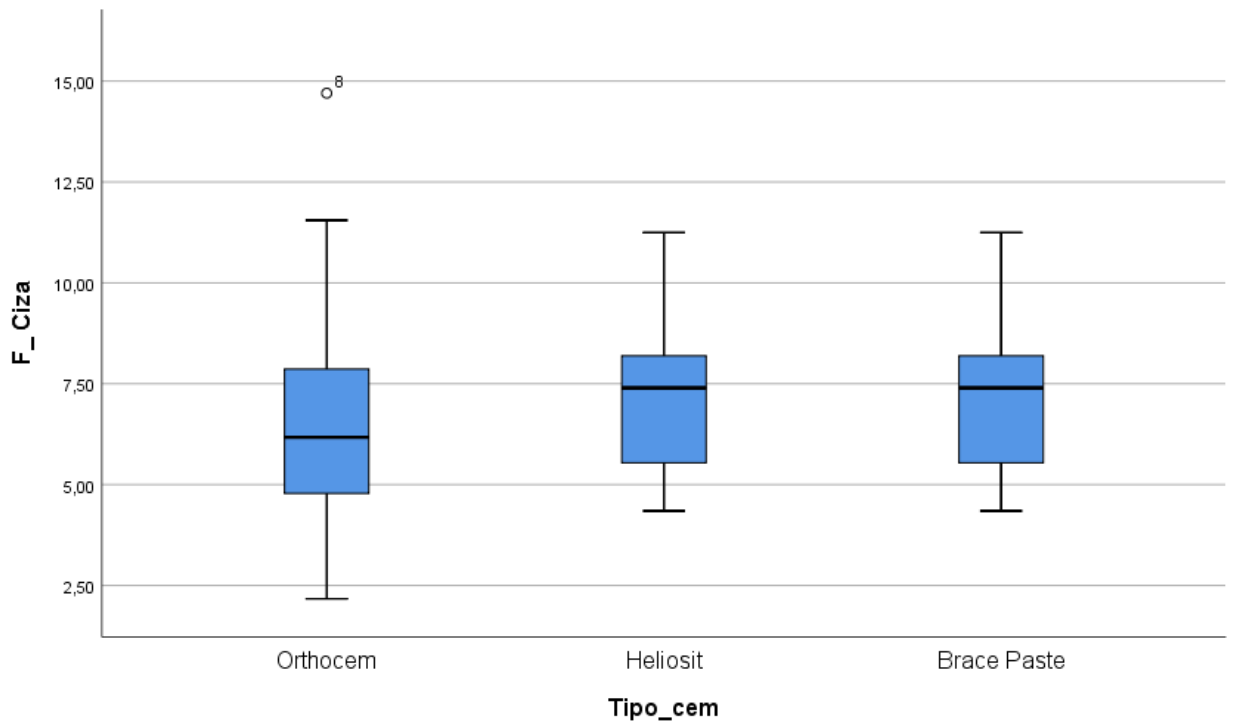


Figura 4: Grafico de Tallo y hoja del comportamiento de los datos de los cementos ortodónticos utilizados en el Perú.

Tabla 5: Comparación de la resistencia adhesiva de tres cementos de ortodoncia utilizados en Perú.

Cementos Ortodónticos	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Orthocem	14	6,7264	3,41299	2,17	14,70
Heliosit®	14	7.1486	2.12875	4.35	11.25
Brace paste	14	7.1486	2.12875	4.35	11.25

Prueba de hipótesis para ANOVA

Para comparar la resistencia adhesiva por cizallamiento de tres cementos ortodónticos más utilizados en Perú, se considera la siguiente prueba de hipótesis

$$H_0: \mu_{palfique} = \mu_{estelite\ alpha} = \mu_{vitra\ APS} = \mu_{forma}$$

H1: Algun μ_i , es diferente

Tabla 6: Prueba de ANOVA para la comparación de la resistencia adhesiva de los cementos ortodónticos utilizados en Perú.

ANOVA

F_ Ciza

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1,663	2	0,832	0,120	0,887
Dentro de grupos	269,251	39	6,904		
Total	270,915	41			

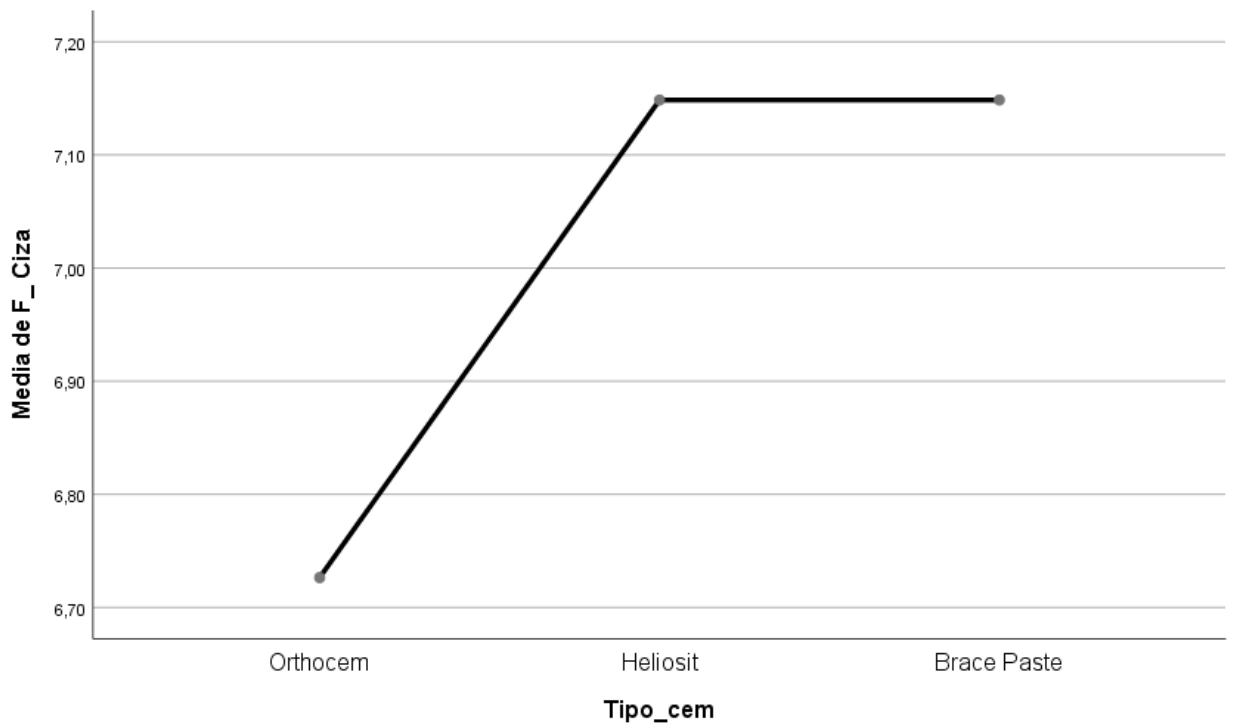


Figura 5: Grafico de línea comparando las medias de los tres cementos ortodónticos usados en el Perú.

Toma de decisión: Al 95% de confiabilidad mediante el análisis de varianza (ANOVA), donde $p = 0.887 > 0.05$ se acepta H_0 ; por lo que se determina que todos los cementos ortodónticos tienen la misma resistencia adhesiva y cualquiera de ellos pueden ser utilizados sin ninguna diferencia.

Tabla 7. Comparación de la resistencia adhesiva de tres cementos ortodónticos utilizados en Perú. Comparándolas en grupos de dos, en las pruebas Pos Hot de Tukey.

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: F_ Ciza

	(I) Tipo_cem	(J) Tipo_cem	Diferencia de		Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
			medias (I-J)	Desv. Error		Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	Orthocem	Heliosit	-0,42214	0,99311	0,905	-2,8417	1,9974
		Brace Paste	-0,42214	0,99311	0,905	-2,8417	1,9974
	Heliosit	Orthocem	0,42214	0,99311	0,905	-1,9974	2,8417
		Brace Paste	0,00000	0,99311	1,000	-2,4195	2,4195
	Brace Paste	Orthocem	0,42214	0,99311	0,905	-1,9974	2,8417
		Heliosit	0,00000	0,99311	1,000	-2,4195	2,4195

En la tabla al comparar de Orthocem con Heliosit y con Brace Paste fue de 0.905 fue menor; en caso de la comparación de Heliosit con Brace Paste tuvo una significancia de 1, siendo en todos los casos mayores a la significancia por lo que se acepta la hipótesis Nula y se asegura que no hay diferencia entre los grupos.

4.3. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

Para el caso de la discusión de los resultados podemos observar que la media y desviación estándar de los cementos Heliosit y Brace Paste son iguales solo hay diferencia numérica con el Orthocem; pero se puede considerar que los tres cementos se pueden utilizar indistintamente ya que no existe una diferencia significativa de los datos analizados.

Para Mitwally RA et al (2019), Su estudio tuvo como objetivo evaluar la resistencia de la unión al cizallamiento (SBS), el índice de restos de adhesivo (ARI) y la base del soporte de ortodoncia después de la separación de los soportes de ortodoncia unidos con dos adhesivos diferentes. En conclusión, la aplicación de Multilink Speed en esmalte no curado proporciona un SBS aceptable de brackets de ortodoncia adheridos al esmalte con una mínima penetración de resina en el esmalte y menos resina residual en las superficies de los dientes¹⁴, en nuestro estudio no existe diferencia entre los tres grupos de cementos ortodónticos.

En caso de Cicek O, et al (2020). Ejecutaron un estudio donde determinaron la frecuencia media de golpes de cizallamiento de diversos tipos de brackets de ortodoncia y agentes adhesivos bajo carga de ciclismo. Se dividieron en 2 grupos 10 tipos diferentes de brackets de ortodoncia de 4 marcas diferentes. Dos adhesivos diferentes, a saber, Transbond™ XT de grabado y enjuague para el Grupo 1 y adhesivo de imprimación autograbante Transbond™ Plus para el Grupo 2. Los soportes se probaron con una fuerza de carga cíclica de 10 N y una velocidad de la cruceta de 300 mm/min y 40 ciclos/min. Generalmente, se localizó que las diferencias entre la frecuencia de golpes de cizallamiento de las fallas de los brackets eran estadísticamente significativas de acuerdo con el tipo de adhesivos y brackets ($p < 0,05$). Se encontró que la técnica de unión para el Grupo 1 tenía una resistencia de unión al cizallamiento significativamente mayor que el Grupo 2. Además, se ve que diversos tipos de brackets originarios de la misma o diferentes marcas tenían diferente resistencia a la unión al cizallamiento. Se puede concluir que todos los tipos de brackets

empleados en este estudio se pueden aplicar con ambas técnicas de unión, para minimizar el riesgo de daño al tejido duro, los brackets cerámicos deben adherirse cuidadosamente utilizando la técnica adhesiva del primare autograbante.¹⁵; así como para Arash V, et al (2017). Realizaron una investigación con el objetivo de determinar la resistencia de la unión al cizallamiento y las propiedades de desunión de los brackets metálicos y cerámicos adheridos con dos tipos de agentes aglutinantes. Se halló diferencias insignificantes en las IRA entre todos los grupos. Mostrando que los brackets metálicos presentaba mayor fuerza de unión que los brackets cerámicos. Así mismo, la aplicación de los adhesivos pudo emplear menos adherencias que con la técnica convencional. Se observó que algunas muestras presentaron falla de la interfaz de soporte-adhesivo o falla dentro del adhesivo.¹⁷ a diferencia de nuestro estudio donde no se encontró diferencias significativas.

Bendezú G, (2020), tuvieron como objetivo “comparar los resultados de la resistencia de adhesión al desprendimiento de brackets ortodónticos de la superficie del esmalte entre los grupos evaluados”. Es un estudio correlacional, experimental, prospectivo, transversal, constituido por 30 piezas dentarias y con una muestra de 18 piezas, asignadas en tres grupos aleatoriamente. Se obtuvo una probabilidad de error mayor al 5% en los resultados. Se concluyó que no existe diferencia entre los grupos examinados; respecto a la resistencia de los brackets polimerizados con 5” en comparación con 10”. $p\text{-valor}=0,240 > \alpha=0,05$. Con los brackets polimerizados 5” en comparación con 20”. $p\text{-valor} = 0,701 > \alpha = 0,05$. Con los brackets polimerizados 10” en comparación con 20”¹⁹. En nuestros resultados muestras similitud.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

5.1. CONCLUSIONES.

Podemos concluir que no existe diferencia significativa al comparar la resistencia adhesiva de los tres cementos ortodónticos utilizados en el Perú.

Para la resistencia adhesiva de Orthocem tuvo menor media considerando un promedio de $6,7264 \pm 3,1429$ Mpa.

En caso de la resistencia Adhesiva de los cementos Heliosit y Brace Paste presentaron una media de $7,1486 \pm 2,12875$ Mpa.

5.2. RECOMENDACIONES.

Se recomienda realizar más estudios parecidos al presente, con otro tipo de cementos ortodónticos y a la vez con adhesivo incorporado para demostrar si existe o no mayor resistencia al cizallamiento o adhesiva de estos materiales, o realizar estudios con diferentes bases de brackets.

Según los resultados se ha demostrado que se puede utilizar cualquiera de estos tres tipos de cementos ortodónticos ya que el comportamiento es muy parecido y no hay diferencias estadísticas entre ellos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ramalli E. Avaliação in vitro da resistência ao cisalhamento de brackets metálicos com e sem compósito incorporado à base e cimentos de ionômero de vidro com variação da superfície de esmalte. Tesis doctoral. Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba; 2005.
2. Marinho L, De Souza M, Claro A, De Mello S. Avaliação in vitro da resistência ao cisalhamento de três materiais adesivos na colagem de bráquetes ortodônticos. RPG Rev Pós Grad. 2010; 17(2).
3. Interlandi S. Ortodoncia Bases para la Iniciación Sao Paulo: Artes Médicas Ltda.; 2002.
4. Graber L, Vanarsdall R, Vig K. Ortodoncia: Principios y Técnicas Actuales. Quinta ed. Edición D, editor. Barcelona: Elsevier; 2013.
5. Mosby D. Mosby Diccionario de Odontología. Segunda ed. Stocking S, editor. Barcelona: Elsevier; 2009.
6. Cervera M, Blanco E. Resistencia de Materiales Barcelona: CIMNE; 2015.
7. Anusavice K. PHILLIPS Ciencia de los materiales dentales. Onceava ed.: S.A Elsevier; 2004.
8. Guzman U, Jerrold L, Vig P, Abdelkarim A. Comparison of shear bond strength and adhesive remnant index between precoated and conventionally bonded orthodontic brackets. Progress in Orthodontics. 2013; 14(39).
9. Anusavice K. PHILLIPS Ciencia de los materiales dentales. Onceava ed.: S.A Elsevier; 2004.
10. Sargison A, McCabe J, Gordon P. An ex vivo study of self-, light-, and dual-cured composites for orthodontic bonding. British Journal of Orthodontics. 1995. Noviembre; 22(4).
11. Barrancos J. Operatoria Dental. Tercera ed. Buenos Aires: Panamericana; 1999.
12. Reynolds I, Von Fraunhofer J. Direct bonding of orthodontic brackets - a comparative study of adhesives. British Journal of Orthodontics. 1976 Julio; 3(3).

13. Li Z, Zhang K, Li R, Xu L, He L, Pang X, Lu J, Cao B, Zhang B. Efecto de la tracción ortodóncica en la microestructura del esmalte dental. *Nan Fang Yi Ke Da Xue Xue Bao*. 2020; 40 (8): 1165-1171.
14. Mitwally RA, Bakhsh ZT, Feteih RM, Bakry AS, Abbassy MA. Orthodontic Bracket Bonding Using Self-adhesive Cement to Facilitate Bracket Debonding. *J Adhes Dent*. 2019; 21 (6): 551-556.
15. Cicek O, Ozkalayci N, Yetmez M. Mean Shearing Stroke Frequency of Orthodontic Brackets under Cycling Loading: An In Vitro Study. *Materials (Basel)*. 2020;13(19):4280.
16. Namura Y, Takamizawa T, Uchida Y, Inaba M, Noma D, Takemoto T, Miyazaki M, Motoyoshi M. Effects of composition on the hardness of orthodontic adhesives. *J Oral Sci*. 2020; 62 (1): 48-51.
17. Arash V, Naghipour F, Ravadgar M, Karkhah A, Barati MS. Shear bond strength of ceramic and metallic orthodontic brackets bonded with self-etching primer and conventional bonding adhesives. *Electron Physician*. 2017; 9(1):3584-3591.
18. Cruz, M. Resistencia al cizallamiento in vitro de dos tipos de brackets y su efecto sobre el esmalte dental. Lima- Perú. 2014-2015 [Tesis de maestría]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina, Unidad de Posgrado; 2019.
19. Bendezú, B. Resistencia de adhesión al desprendimiento de brackets ortodóncicos de la superficie del esmalte por tiempos de polimerización. [Tesis de segunda especialidad]. Huancayo: Universidad Continental, Facultad de Ciencias de la salud, Escuela profesional de Odontología; 2020.
20. Palacios, C. Análisis de costo-efectividad del material de adhesión Transbond XT 3M versus Orthocem FGM para la adhesión de brackets empleados en la especialidad de ortodoncia y ortopedia maxilar. [Tesis de maestría]. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Escuela de Posgrado, Unidad de Posgrado de la Facultad de Medicina, 2019.
21. Hernández M. Aspectos prácticos de la adhesión a dentina. *Avances Odontoestomatología*. 2004 ene./feb; 20 (1).
22. Real Academia Española. Definición de adhesión. *Diccionario de la lengua española*. XXIII Edición. Octubre 2014.

23. Chirinos M. Estudio in vitro de la resistencia al cizallamiento de sistemas de adhesión no tradicionales usados en el cementado de brackets ortodóncicos, Arequipa. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa; 2017.
24. Olcese O. Efecto del acondicionamiento ácido sobre la superficie adamantina haciendo uso de agentes cementantes autocondicionantes: Resistencia de tracción. Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima. 2011.
25. Rincón F. Carnejo D. Adhesivos Dentales en Odontología. Conceptos fundamentales. Avances en odontolestomatología. 2011.
26. Miyashita E. Salazar A. Odontología estética: el estado del arte. Editora Artes Médicas. Sao Paulo. 2005.
27. Schmidseider J. Atlas de odontología estética. Editorial Masson. Primera Edición. Barcelona. 2001.
28. Albertí L. Más M. Martínez S. Méndez J. Histogénesis del esmalte dentario. Consideraciones generales. Archivo Médico de Camagüey. 2007; 11 (3) ISSN 1025-0255 Instituto Superior de Ciencias Médicas "Carlos J. Finlay". Camagüey.
29. Chamorro V. Grado de conversión del adhesivo ambar en distintas porciones del conducto radicular: estudio in vitro. Universidad Andrés Bello. Concepción. 2016.
30. Macchi R. Materiales dentales. Cuarta edición. Editorial Panamericana, Buenos Aires. 2010.
31. Alfaro C. Estudio comparativo in vitro de la resistencia adhesiva de restauraciones de resina compuesta realizadas con técnica adhesiva convencional y autograbante de última generación. Universidad de Chile. Santiago de Chile. 2005.
32. Van-Meerbeek B. Perdigao J. Vanherle G. Enamel and dentin adhesion. En: Fundamentals of operative dentistry. A contemporary approach. Chicago Quintessence Publishing. 2º Ed. 2002.
33. Aguilar A. Barriga J. Chumi R. Adhesivos de quinta y sexta generación. Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría. Caracas. 2015.
34. Aguilar, R. Efecto de la desproteinización adamantina con hipoclorito de sodio al 5% en la calidad de la adhesión de los brackets ortodóncicos evaluados mediante un sistema de fuerza de cizallamiento (Tesis de especialidad). Universidad Inca Garcilaso de la Vega, Lima, Perú. 2017.

35. Garrofé A, Martucci D, Picca M. Adhesión a tejidos dentarios. Rev. Fac. de Odon. UBA. 2014; 29 (67): 5-13.
36. David L. Mitchell, DDS, MScO The first direct bonding in orthodontia, revisited, Am J Orthod Dentofacial Orthop ; 101 187- 189; Decatur, Ga.
37. Graber, Vanarsdall y Vig, Ortodoncia principios y técnicas actuales, Editorial Elsevier Mosby; Cuarta edición; Cap 14 pág 604.
38. Viracocha DR. Comparación de la resistencia adhesiva a la tracción en dientes sometidos a dos técnicas de blanqueamiento estudio in vitro. Tesis. Quito: Universidad Central Del Ecuador, Facultad de Odontología; Febrero, 2016.
39. Diccionario de construcción, Construmática. http://www.construmatica.com/construpedia/Resistencia_al_Cizallamiento
40. Silva M. Carneiro K. Lobato M. Silva P. Goes M. Adhesive systems: important aspects related to their composition and clinical use. J. Appl. Oral Sci. Bauru. May/June 2010; 18 (3):
41. Otamendi C. Efecto de los compuestos eugenólicos en los materiales utilizados en endodoncia sobre la unión de los sistemas adhesivos; citado en: http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_35.htm
42. Van-Meerbeek B. De-Munck J. Yoshida Y. Inoue S. Vargas M. Vijay P. Van-Landuyt K. Lambrechts P. Vanherle G. Buonocore. Memorial lectura. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. Oper Dent 2003; 28:215-235.
43. Albaladejo A. Métodos de investigación in vitro de los factores que afectan la durabilidad de la adhesión a dentina. Avances en Odontoestomatología.. Madrid. jul.-ago. 2008; 24(4).
44. García, C. Estudio in vitro de la resistencia a la tracción de tres tipos de resinas fotopolimerizables para ortodoncia, en brackets metálicos a esmalte dental humano (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador. 2013.
45. Ojeda, A. Estudio comparativo de la efectividad de adhesión, entre la resina Orthocem y Heliosit Orthodontic en el cementado de brackets y tubos metálicos en pacientes tratados en la clínica de postgrado de ortodoncia de la facultad piloto de odontología de la Universidad de Guayaquil en el periodo 2013-2015 (Tesis de especialidad). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. 2016.

46. Herrera, R. Estudio comparativo in vitro de la resistencia a la tracción entre una resina fotopolimerizable y una autopolimerizable en adhesión de brackets metálicos (Tesis de pregrado). Universidad de las Américas, Quito, Ecuador. 2016.
47. FGM Productos Odontológicos. Produtos estética: FGM. Joinville – SC, Brasil. 2021. Recuperado de <http://www.fgm.ind.br/site/produtos/estetica-es/orthocem/?lang=es>.
48. Ivoclar-Vivadent. Productos de cementos ortodónticos: Ivoclar-Vivadent. Madrid, España. 2018. Recuperado de <http://www.ivoclarvivadent.es/es-es/p/todos/productos/cementos/cementos-adhesivos-composite/heliosit-orthodontic>.
49. Unitek. Bonding Technique Guide Orthodontic Products: 3M Unitek. Minnesota, Estados Unidos. (2016). Recuperado de http://solutions.productos3m.es/3MContentRetrievalAPI/BlobServlet?lmd=1276001768000&locale=es_ES&univid=1273657199717&assetType=MMM_Image&blobAttribute=ImageFile.
50. Pita Fernández, S. Unidad de Epidemiología Clínica y Bioestadística, Complejo Hospitalario Universitario de A Coruña CAD ATEN PRIMARIA 1996; 3: 138-14.
51. Hernández-Sampieri, R. y Mendoza Torres C. P. Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. México: McGraw Hill 2018.
52. Hernández Sampieri, R; Fernández C; Baptista P. Metodología de la investigación. 6ª ed. México: McGraw Hill; 2016. 601 p.
53. Argimón Pallas J.M., Jiménez Villa J. Métodos de investigación clínica y epidemiológica. 4ª ed. Barcelona: Mosby-Doyma; 2013. 520p.

ANEXOS

Anexo N°1: Resultados Preliminares:



HTL

HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE

LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

Página 1 de 3

INFORME DE ENSAYO N°	IE-143-2022	EDICION N° 3	Fecha de emisión:	03-06-2022
ENSAYO DE CIZALLAMIENTO EN BRACKETS ADHERIDOS EN DIENTES ODONTOLÓGICOS				
1. DATOS DE LOS TESISISTAS				
Nombre de tesis	"Resistencia a la adhesión de tres cementos de ortodoncia estudio in vitro Lima 2022"			
Nombres y Apellidos	Aldo Jesús Chacchi Quipe			
Dni	46937975			
Dirección	Jr. Caracas 2417 Dpto 302 Jesús María-Lima-Lima			
2. EQUIPOS UTILIZADOS				
Instrumento	Marca	Aproximación	Los resultados del informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.	
Máquina de Ensayos Mecánicos	LG CMT- 5L	0.001N		
Vernier Digital	Mitutoyo - 200 mm	0.01mm		
3. IDENTIFICACION DE LA MUESTRA				
Muestras de Dientes adheridos con brackets odontológicos	Cantidad	Cuarenta y dos (42) muestras		HTL HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso (adecuado de este documento), ni de una incorrecta interpretación de los resultados del informe aquí declarados.
	Material	Muestras de dientes adheridos con brackets		
	Grupo 1	Orthocem de FGM		
	Grupo 2	Heliocit Orthodontic de Ivoclar		
	Grupo 3	BracePasta de American Orthodontic		
4. RECEPCION DE MUESTRAS				
Fecha de Ensayo	31 de Mayo del 2022			El informe de ensayo sin firma y sello carece de validez.
Lugar de Ensayo	Jr. Los Mirables Mz K Lote 70 Urb Los Jardines - San Juan de Lurigancho			
5. REFERENCIA DE PROCEDIMIENTO				
El ensayo se realizó bajo el siguiente procedimiento:				
PROCEDIMIENTO	DESCRIPCIÓN		CAPITULO/NUMERAL	
PD ISO/TS 11405:2015	Dentistry — Testing of adhesion to tooth structure		—	
6. CONDICIONES DE ENSAYO				
	Inicial	Final		
Temperatura	20.5 °C	20.9 °C		
Humedad Relativa	63 %HR	63 %HR		



INFORME DE ENSAYO N°	IE-143-2022	EDICION N° 3	Fecha de emisión:	03-06-2022
7. RESULTADOS DE ENSAYOS DE CIZALLAMIENTO				
Grupo 1: Orthocem de FGM				
Muestra	Área (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo de cizallamiento (Mpa)	
1	12.89	54.92	4.26	
2	12.85	27.83	2.17	
3	12.88	83.24	6.46	
4	11.29	33.83	3.00	
5	13.90	66.40	4.78	
6	12.82	65.70	5.12	
7	11.35	131.05	11.55	
8	13.00	191.11	14.70	
9	12.08	123.11	10.19	
10	12.18	95.77	7.86	
11	11.72	73.03	6.23	
12	13.50	65.60	4.86	
13	12.18	83.83	6.88	
14	13.30	81.29	6.11	
Grupo 2: Heliolit Orthodontic de Ivoclar				
Muestra	Área (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo de cizallamiento (Mpa)	
1	11.03	55.07	4.99	
2	11.08	94.98	8.57	
3	11.68	131.37	11.25	
4	12.70	76.80	6.05	
5	11.66	95.50	8.19	
6	12.73	94.92	7.45	
7	11.62	53.12	4.57	
8	12.36	53.70	4.35	
9	12.76	70.68	5.54	
10	9.85	72.36	7.34	
11	10.47	113.44	10.83	
12	12.34	93.21	7.55	
13	12.96	74.56	5.75	
14	11.57	88.49	7.65	





HTL

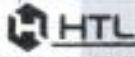
HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE

LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

Figura 3 de 3

INFORME DE ENSAYO N°	IE-143-2022	EDICION N° 3	Fecha de emisión:	03-06-2022
Grupo 3: BracePaste de American Orthodontic				
Muestra	Área (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo de cizallamiento (Mpa)	
1	12.04	53.10	4.41	
2	13.20	61.55	4.66	
3	13.53	99.14	7.33	
4	12.88	61.33	4.76	
5	10.63	65.62	6.18	
6	12.73	102.71	8.07	
7	10.07	64.26	6.38	
8	11.44	89.01	7.78	
9	13.41	67.91	5.06	
10	9.92	92.03	9.28	
11	11.04	103.28	9.35	
12	11.99	57.61	4.81	
13	13.02	76.46	5.87	
14	11.43	52.21	4.57	

[Handwritten signature]



HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE

ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN
CIP: 193364
INGENIERO MECANICO
Jefe de Laboratorio

El resultado solo es válido para las muestras proporcionadas por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe de ensayo.

ENCLOSURE

ANEXO N°2: PROCEDIMIENTOS



Fig. 1 Preparación de la muestra.

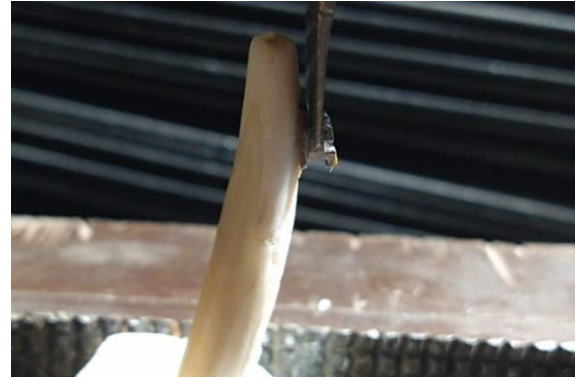


Fig. 4 Posicionamiento del diente.

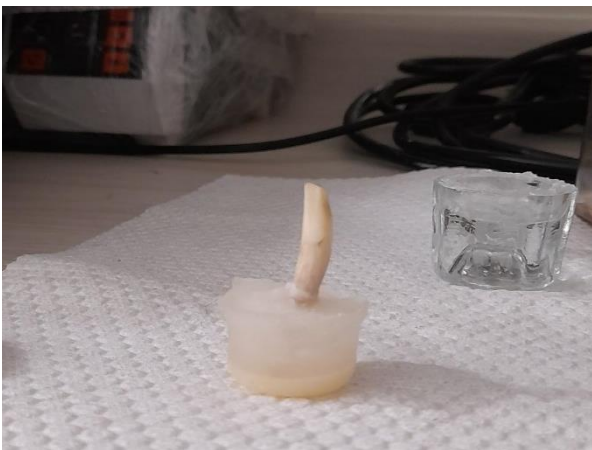


Fig. 2 Muestra sin pegado de Brackets.

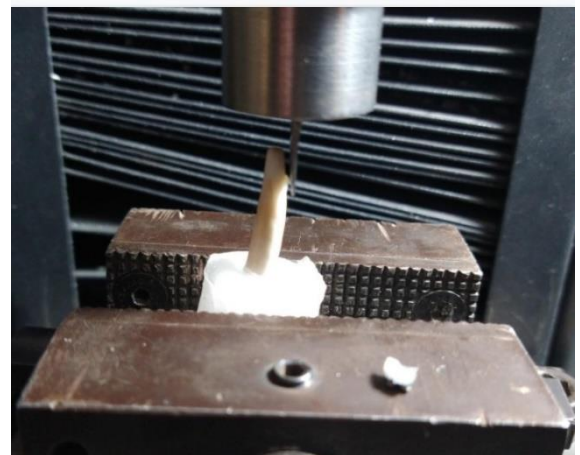


Fig. 5 Fuerza ejercida por la máquina.



Fig. 3 Grupo de la muestra con los Brackets.

Anexo N°3: Operacionalización de Variables:

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	ESCALA VALORATIVA
Resistencia a la Adhesión	Fuerza de cizallamiento hasta el desprendimiento del bracket	Resistencia al cizallamiento	Unidad universal de resistencia de tracción: mega pascal (MPa)	Razón	MgPa.
Cemento de ortodoncia	Material de pegado de Brackets o resina para pegar el Brackets o aditamentos de ortodoncia	<ul style="list-style-type: none"> • Cemento Orthocem de FGM. • Cemento Heliosit® Orthodontic de Ivoclar. • Cemento Brace Paste de American Ortodhontics 	Activación por fotopolimerización	nominal	1: Orthocem de FGM. 2: Heliosit® Orthodontic de Ivoclar. 3: Brace Paste de American Ortodhontics

Anexo N°4: Matriz de Consistencia:

Título de investigación: “RESISTENCIA A LA ADHESION DE TRES CEMENTOS DE ORTODONCIA. ESTUDIO IN VITRO, LIMA 2022”

Formulación del Problema	Objetivos	Formulación de Hipótesis	Variables	Metodología
<p>Problema General: ¿Cuál es la resistencia a la adhesión de tres cementos de ortodoncia?</p> <p>Problemas Específicos: ¿Cuál es la resistencia adhesiva del cemento de ortodoncia Orthocem de FGM? ¿Cuál es la resistencia adhesiva del cemento de ortodoncia Heliosit® Orthodontic de Ivoclar? ¿Cuál es la resistencia adhesiva del cemento de ortodoncia Brace Paste de American Orthodontics?</p>	<p>Objetivo General: Comparar la resistencia adhesiva de tres cementos de ortodoncia utilizados en Perú.</p> <p>Objetivos Específicos: Determinar la resistencia adhesiva del cemento de ortodoncia Orthocem de FGM. Determinar la resistencia adhesiva del cemento de ortodoncia Heliosit® Orthodontic de Ivoclar. Determinar la resistencia adhesiva del cemento de ortodoncia Brace Paste de American Orthodontics.</p>	<p>Hipótesis General: La resistencia a la adhesión del cemento de ortodoncia Orthocem de FGM es mayor que los otros cementos utilizados en Perú.</p> <p>Hipótesis Específicos: La resistencia a la adhesión del cemento de ortodoncia Orthocem de FGM es alta utilizado en Perú. La resistencia a la adhesión del cemento de ortodoncia Heliosit® Orthodontic de Ivoclar es alta utilizado en Perú. La resistencia a la adhesión del cemento de ortodoncia Brace Paste de American Orthodontics es alta utilizado en Perú.</p>	<p>Variable 1: Resistencia a la Adhesión</p> <p>Variable 2: Cemento de ortodoncia.</p>	<p>Método de Investigación: Analítico.</p> <p>Enfoque de Investigación: Cuantitativo</p> <p>Diseño de Investigación: Experimental</p> <p>Tipo de Investigación: Aplicada</p> <p>Población Muestra y muestreo: La muestra estará conformada por 42 piezas dentales utilizando dientes y brackets y tres tipos de cementos de ortodoncia. Muestreo no probabilístico.</p>