

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA



TESIS

Fuerza de unión de dos adhesivos universales autopolimerizable y fotopolimerizable en restauraciones directas con resinas compuestas monocromáticas sometidas a microtracción– Estudio *In vitro*.

**Para obtener el Título Profesional de:
CIRUJANO DENTISTA**

AUTOR

Jessica Pamela Brio Alave (0009-0000-2549-9651)

ASESOR

Mag. Esp. Santos Pinto Tejada (0000-0003-1146-5383)

Tacna, 2026

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con profundo amor a mi madre, cuyo esfuerzo incansable y fe ciega en mí me permitieron llegar aquí. Gracias por enseñarme el verdadero valor de la perseverancia y por ser el refugio seguro donde siempre encontré apoyo y comprensión.

A la memoria de mi padre, cuya ausencia física se transforma cada día en una fuerza espiritual que me acompaña, su deseo de verme convertida en una profesional, se convirtió en mi mayor promesa y en la determinación para superar cualquier obstáculo. Este título es el cumplimiento de nuestro sueño compartido.

A mi hermano, por caminar a mi lado, brindándome su apoyo incondicional y recordándome siempre el valor de la familia. Deseo ser para ti un reflejo de superación, del mismo modo en el que tú me inspiras a ser mejor cada día.

Con toda mi gratitud y amor infinito.

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Jessica Pamela Brio Alave, en calidad de Bachiller de la Escuela Profesional de Odontología de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 71728693, declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada:

„ Fuerza de unión de dos adhesivos universales autopolimerizable y fotopolimerizable en restauraciones directas con resinas compuestas monocromáticas sometidas a microtracción– Estudio In vitro. ”

Asesorada por Mag. Esp. Santos Pinto Tejada, la cual presente para optar el: Título Profesional de Cirujano Dentista.

2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, habiéndose respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

3. La tesis presentada no atenta contra los derechos de terceros.

4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a La Universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra.

En consecuencia, me hago responsable frente a La Universidad de cualquier responsabilidad que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello a favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de nuestra acción se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.



DNI: 71728693

Fecha: 22/05/2026

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a Dios, por ser mi guía espiritual, por darme la salud y fortaleza necesaria para superar cada obstáculo en este camino, y bendecirme con personas maravillosas que me acompañaron en el proceso.

A mi madre, por su amor incondicional y por ser el pilar en el que siempre he podido apoyarme, sobre el cual he edificado mis metas. Gracias por impulsarme a dar lo mejor de mí en todo momento; este logro también te pertenece.

A mi papá por ser el motivo por el cual no dudo en seguir adelante con mis objetivos. Su ejemplo de trabajo y constancia ha dejado una huella imborrable en mí.

A mi tía Elizabeth y a mi abuela Alejandrina, por su confianza ciega en mí, quienes nunca dudaron en brindarme su apoyo y en creer en mis capacidades. Su aliento en los momentos de incertidumbre y su cariño han sido fundamentales para mantener firme mi determinación.

Y a mi asesor, Santos Pinto Tejada, por compartir generosamente su vasto conocimiento y por su invaluable orientación durante mi trayectoria universitaria. Su guía y exigencia han enriquecido mi aprendizaje y desarrollo personal.

RESUMEN

Objetivo: Determinar si existen diferencias en la fuerza de unión de dos adhesivos universales autopolimerizable y fotopolimerizable en restauraciones directas con resinas compuestas monocromáticas sometidas a microtracción.

Materiales y métodos: Se realizó un estudio experimental in vitro. Se conformaron cuatro grupos según el tipo de adhesivo universal (autopolimerizable y fotopolimerizable) y la resina compuesta monocromática utilizada (Omnichroma y Vittra APS Unique) cada grupo estuvo conformado por 12 especímenes. Las unidades de estudio fueron dientes humanos (terceros molares) de los cuales se obtuvieron 4 muestras por cada pieza dentaria, obteniendo finalmente 48 muestras (vigas de un área de 1mm^2) para luego ser divididos en 4 grupos de 12 vigas cada uno. Las muestras restauradas fueron sometidas a pruebas de resistencia a la microtracción para determinar la fuerza de unión.

Resultados: El análisis ANOVA factorial evidenció un efecto significativo del tipo de adhesivo y de la resina sobre la fuerza de unión ($F(3)=5,861$; $p=0,002$; $\eta^2=0,286$), con una elevada potencia estadística ($1-\beta=0,935$). El adhesivo universal autopolimerizable no mostró diferencias significativas entre las resinas Omnichroma ($1,92\pm 0,28$) y Vittra APS Unique ($2,16\pm 0,61$) ($p=0,225$). En contraste, el adhesivo universal fotopolimerizable presentó diferencias significativas, observándose mayores valores de fuerza de unión con la resina Vittra APS Unique ($3,29\pm 1,55$) en comparación con Omnichroma ($2,14\pm 0,51$) ($p=0,030$). El análisis post hoc confirmó que la combinación adhesivo fotopolimerizable–Vittra APS Unique presentó la mayor resistencia a la microtracción frente a los demás grupos ($p<0,05$).

Conclusiones: Se concluye que la fuerza de unión en restauraciones directas con resinas compuestas monocromáticas está influenciada significativamente por el tipo de adhesivo universal y su modo de activación. El adhesivo universal fotopolimerizable mostró un desempeño adhesivo superior al autopolimerizable, especialmente cuando se combinó con la resina Vittra APS Unique, lo que sugiere una interacción favorable entre la fotopolimerización del adhesivo y la composición del material restaurador.

Palabras clave: adhesivos universales; resinas compuestas monocromáticas; fuerza de unión; microtracción; fotopolimerización

[Bond strength of two self-curing and light-curing universal adhesives on direct restorations with monochromatic composite resins subjected to microtraction – In vitro study]

ABSTRACT

Objective: To determine if there are differences in the bond strength of two universal adhesives, one self-curing and one light-curing, in direct restorations with monochromatic composite resins subjected to microtensile stress.

Materials and methods: An in vitro experimental study was conducted. Four groups were formed according to the type of universal adhesive (self-curing and light-curing) and the monochromatic composite resin used (Omnichroma and Vittra APS Unique). Each group consisted of 12 specimens. The study units were human teeth (third molars), from which 4 samples were obtained per tooth, resulting in 48 samples (beams with an area of 1 mm²) which were then divided into 4 groups of 12 beams each. The restored samples were subjected to microtensile strength tests to determine the bond strength. Results: Factorial ANOVA analysis revealed a significant effect of adhesive type and resin on bond strength ($F(3)=5.861$; $p=0.002$; $\eta^2=0.286$), with high statistical power ($1-\beta=0.935$). The self-curing universal adhesive showed no significant differences between Omnichroma (1.92 ± 0.28) and Vittra APS Unique (2.16 ± 0.61) resins ($p=0.225$). In contrast, the light-curing universal adhesive showed significant differences, with higher bond strength values observed with Vittra APS Unique (3.29 ± 1.55) resin compared to Omnichroma (2.14 ± 0.51) ($p=0.030$). Post-hoc analysis confirmed that the light-cured adhesive–Vittra APS Unique combination exhibited the highest microtensile strength compared to the other groups ($p<0.05$).

Conclusions: It is concluded that the bond strength of direct restorations with monochromatic composite resins is significantly influenced by the type of universal adhesive and its activation method. The light-cured universal adhesive showed superior bond performance compared to the self-cured adhesive, especially when combined with Vittra APS Unique resin, suggesting a favorable interaction between the adhesive's light curing and the composition of the restorative material.

Keywords: universal adhesives; monochromatic composite resins; bond strength; microtensile strength; light curing.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	4
RESUMEN	5
ABSTRACT	6
ÍNDICE DE TABLAS	9
ÍNDICE DE FIGURAS	9
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	3
1.1 Planteamiento del problema	3
1.2. Formulación del problema.....	5
1.2.1. Problema general	5
1.2.2. Problemas específicos.....	5
1.3. Objetivos.....	6
1.3.1. Objetivo general	6
1.3.2. Objetivos específicos.....	6
1.4. Justificación	6
1.5. Definición de términos básicos.....	7
CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LA LITERATURA	9
2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACION.....	9
2.1.1. Antecedentes internacionales	9
2.1.2. Antecedentes Nacionales	11
2.1.3. Antecedentes Locales	13

2.2. MARCO TEORICO	13
CAPÍTULO III:: HIPOTESIS, VARIABLES Y OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.....	19
3.1. Hipótesis	19
3.2. Operacionalización de variables	20
CAPÍTULO IV: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN:.....	22
4.1. Diseño de investigación.....	22
4.2. Ámbito de estudio.....	24
4.3. Población y muestra	24
4.3.1. Criterios de inclusión.....	25
4.3.2. Criterios de exclusión.	25
4.4. Técnica y ficha de recolección de datos	25
4.4.1. Técnica.....	25
4.4.2. Instrumentos	25
CAPÍTULO V: PROCEDIMIENTO DE ANALISIS	26
5.1. Procedimiento de recojo de datos.....	26
5.2. Consideraciones éticas.....	29
RESULTADOS	31
CONCLUSIONES.....	35
DISCUSION.....	36
SUGERENCIAS.....	40
REFERENCIAS	41
ANEXO	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis de la fuerza de unión de dos adhesivos universales autopolimerizable y fotopolimerizable con resinas compuestas monocromáticas	28
Tabla 2. Análisis de la fuerza de unión de un adhesivo universal autopolimerizable en restauraciones directas con resinas compuestas monocromáticas	28
Tabla 3. Análisis de la fuerza de unión de un adhesivo universal fotopolimerizable en restauraciones directas con resinas compuestas monocromáticas	29
Tabla 4. Comparaciones múltiples de la resistencia a la unión de dos adhesivos universales autopolimerizables y fotopolimerizables con resinas compuestas monocromáticas	29
Tabla 5. Análisis del modo de falla	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Comparaciones de la resistencia a la unión de dos adhesivos universales autopolimerizables y fotopolimerizables con resinas compuestas monocromáticas	30
Figura 2. Análisis del modo de falla	31

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de los sistemas adhesivos dentales ha permitido mejorar significativamente la calidad y longevidad de las restauraciones directas con resinas compuestas. En este contexto, los adhesivos universales han adquirido relevancia clínica debido a su versatilidad de uso, ya que pueden emplearse bajo diferentes estrategias adhesivas y con diversos materiales restauradores. No obstante, las variaciones en su modo de activación, autopolimerizable o fotopolimerizable, podrían influir en el desempeño adhesivo y en la estabilidad de la interfaz diente–restauración.

Paralelamente, la introducción de resinas compuestas monocromáticas ha representado una alternativa innovadora en odontología restauradora, al simplificar la selección del color sin comprometer la estética. Sin embargo, la evidencia científica respecto a su comportamiento adhesivo, especialmente cuando se combinan con distintos tipos de adhesivos universales, aún es limitada y requiere mayor sustento experimental.

En este contexto, la presente tesis tuvo como finalidad evaluar la fuerza de unión de dos adhesivos universales, uno autopolimerizable y otro fotopolimerizable, en restauraciones directas con resinas compuestas monocromáticas sometidas a microtracción. Los resultados obtenidos buscan contribuir al conocimiento científico y servir como referencia para la toma de decisiones clínicas basadas en evidencia, orientadas a optimizar la durabilidad y el desempeño de las restauraciones adhesivas.

Finalmente, el informe que se presenta está organizado y dividido en un total de cinco capítulos, los cuales serán explicados y detallados a continuación:

En el primer capítulo se abordó la identificación y formulación del problema, la justificación del estudio, el establecimiento de los objetivos y la definición de los conceptos fundamentales para el análisis de la investigación. El segundo capítulo desarrolló el marco teórico, integrando antecedentes relevantes y las bases teóricas que sustentaron el estudio. En el tercer capítulo se analizaron las hipótesis planteadas y la operacionalización de las variables. El cuarto capítulo describió el tipo, nivel y diseño de la investigación, así como la población y las técnicas empleadas para la recolección de datos. En el quinto capítulo se detalló el proceso de recolección de datos y las

consideraciones éticas. Posteriormente, se presentaron y analizaron los resultados obtenidos, permitiendo la interpretación y discusión de los hallazgos con respaldo en la evidencia científica. Finalmente, se expusieron las conclusiones, las recomendaciones, las referencias bibliográficas y los anexos que documentaron el desarrollo del proceso investigativo.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

Desde la introducción de la odontología adhesiva en 1995, impulsada por el artículo pionero de Buonocore sobre los beneficios del grabado ácido, los materiales adhesivos han experimentado un continuo y rápido avance. En la actualidad, los adhesivos dentales abarcan desde sistemas sin grabado hasta sistemas de autograbado, siendo estos últimos representativos de las últimas generaciones de adhesivos (1–4). Se encuentra evidencia satisfactoria del sistema adhesivo universal que comprende a la 8va generación, este es más fácil de usar, presenta menos pasos para su aplicación, son versátiles, promueven la adhesión a varios sustratos y materiales por la formulación de sus componentes, ofreciendo una amplia gama de opciones para distintas necesidades clínicas(5–7).

La evaluación de la eficacia de un sistema adhesivo implica considerar varios factores clave, como su método de polimerización, su compatibilidad con los fluidos dentinarios y los pasos específicos que requiere(2,4,5,8). Un estudio realizado por Deepa VL. et al.(2014) compararon los sistemas de adhesivos de 5ª, 6ª y 7ª generación mediante pruebas de resistencia al corte por microcizallamiento (9), los resultados indicaron que la resistencia al corte está influenciada por el material del sistema adhesivo, la profundidad del sustrato y la interacción adhesivo/profundidad. Por lo tanto, la composición química y el tratamiento del sustrato deben ser considerados cuidadosamente para obtener una adhesión óptima(10). Otro estudio realizado por Theodosis N K. et al.(2005) demostraron que, en comparación con los sistemas de sexta y séptima generación, los sistemas adhesivos de quinta generación exhibieron una menor microfiltración en preparaciones de clase I (11), estos hallazgos resaltan la importancia clínica de los sistemas adhesivos actuales y sugieren que la composición química juega un papel crucial en su éxito clínico(4). En la actualidad, el mercado ofrece una amplia gama de adhesivos que emplean diversas técnicas para mejorar la adhesión en las restauraciones, al tiempo que preservan la integridad del área dentino- pulpar, estos prometen una mejor adhesión y afinidad a la dentina(12,13), lo que contribuye a optimizar el resultado de las restauraciones . Con el avance de la tecnología, los adhesivos de 7ª y 8ª generación han surgido como versiones mejoradas, simplificando la técnica y reduciendo el tiempo de

trabajo del clínico. Además, se han introducido en el mercado adhesivos autopolimerizables, como el Tokuyama Universal Bond (TUB), diseñados para agilizar el protocolo clínico y eliminar la necesidad de activación luminosa (14), otro ejemplo es el adhesivo Ambar Universal APS, que ofrece versatilidad al poder ser utilizado con diferentes técnicas de aplicación, como el Grabado Total, Autograbado y Grabado Selectivo del esmalte. Este producto es adecuado tanto para aplicaciones directas como indirectas y puede utilizarse en una amplia variedad de superficies sin requerir un "primer" adicional(15). Quintessenz V.-GmbH et al.(2024) señalan que al realizar un grabado selectivo en adhesivos universales autopolimerizables y fotopolimerizables, se observa una mayor resistencia a la fuerza de tracción (3), este procedimiento forma parte del protocolo de la odontología adhesiva en materiales odontológicos, ya que los adhesivos mencionados ofrecen una mejor adherencia en dentina debido a su afinidad, disminuyen la sensibilidad postoperatoria para el paciente y simplifican el protocolo al reducir el número de pasos y el tiempo requerido.

En un estudio de Takeda M. (2019), nos mostró que el adhesivo universal Scotch bond-3M, en las uniones de esmalte del adhesivo de autograbado probado con pregrabado mostró valores significativamente más altos en comparación con aquellos para los que no se realizó pregrabado, independientemente del sistema adhesivo o del estado de la superficie del esmalte(16), de igual forma coincide Suzuki y col.(2016), donde nos indica una mejoría de la adhesión con un grabado en la superficie dentaria antes de la aplicación del adhesivo universal, ya que se vio mejoras en la fuerza de adhesión en estos sistemas que presentan un grabado selectivo (17,18). Según la investigación de Blum IR y col.(2021), los adhesivos universales reducen la sensibilidad postoperatoria y simplifican los procedimientos para los odontólogos al eliminar la espera después de su aplicación(19). Estos adhesivos también mejoran la resistencia a la tracción al fortalecer la unión entre el material restaurador y la estructura dental, aumentando así la estabilidad de la restauración. Su capacidad para penetrar y retener en la estructura dental también contribuye a una mayor resistencia a la tracción.

A pesar de los esfuerzos por encontrar nuevos materiales, los odontólogos enfrentan regularmente fracasos en las restauraciones durante su práctica diaria (20), estos incluyen dolores postoperatorios, adhesión deficiente en restauraciones extensas o a nivel cervical,

especialmente en cavidades amplias donde la dentina está expuesta. Si bien hay evidencia actual sobre los sistemas adhesivos que comparan la fuerza de adhesión a la microtracción que muestran mejoras y una mayor facilidad de uso para los clínicos, la literatura existente arroja resultados confusos. No hay un consenso claro sobre los adhesivos universales autopolimerizables presentan mayor fuerza de adhesión que los adhesivos fotopolimerizables junto a resinas compuestas monocromáticas en restauraciones directas.

El propósito de este estudio fue determinar si existen diferencias en las fuerzas de la adhesión, de un adhesivo universal autopolimerizable con uno fotopolimerizable sometidos a microtracción en restauraciones directas con resinas compuestas monocromáticas (OMNICHROMA, VITTRA APS UNIQUE), en un estudio in- vitro..

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Existen diferencias en la fuerza de unión de dos adhesivos universales autopolimerizable y fotopolimerizable en restauraciones directas con resinas compuestas monocromáticas sometidas a microtracción?

1.2.2. Problemas específicos

PE1. ¿Cuál es la fuerza de unión de un adhesivo universal autopolimerizable en restauraciones directas con resinas compuestas monocromáticas sometidas a microtracción?

PE2. ¿Cuál es la fuerza de unión de un adhesivo universal fotopolimerizable en restauraciones directas con resinas compuestas monocromáticas sometidas a microtracción?

PE3. ¿Cuál es la comparativa de la resistencia a la separación de dos adhesivos universales autopolimerizables y fotopolimerizables en restauraciones directas con resinas compuestas monocromáticas sometidas a microtracción?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar si existen diferencias en la fuerza de unión de dos adhesivos universales autopolimerizable y fotopolimerizable en restauraciones directas con resinas compuestas monocromáticas sometidas a microtracción.

1.3.2. Objetivos específicos

OE1. Determinar la fuerza de unión de un adhesivo universal autopolimerizable en restauraciones directas con resinas compuestas monocromáticas sometidas a microtracción.

OE2. Determinar la fuerza de unión de un adhesivo universal fotopolimerizable en restauraciones directas con resinas compuestas monocromáticas sometidas a microtracción.

OE3. Comparar la resistencia a la separación de dos adhesivos universales autopolimerizables y fotopolimerizables en restauraciones directas con resinas compuestas monocromáticas sometidas a microtracción.

1.4. Justificación

Con el advenimiento de su uso con mayor frecuencia por la afinidad a la dentina y todos los beneficios que prometen los adhesivos universales o de 8va generación, estos materiales merecen ser estudiados a profundidad, ya que abrirá una nueva puerta en su uso, con mejores protocolos de adhesión, así mismo para mejorar la práctica clínica de manera sencilla y precisa, permitiendo al clínico poder establecer un protocolo conciso, por lo tanto, el presente estudio buscó comparar la fuerza de adhesión de un adhesivo universal autopolimerizable versus un adhesivo universal fotopolimerizable con resinas monocromáticas en restauraciones donde se establecieron las fuerzas de adhesión para cada componente. Los resultados de este estudio beneficiarán principalmente a los pacientes ya que se analizó el protocolo de adhesión de estos nuevos sistemas adhesivos

y evaluamos su eficacia en el estudio in vitro, además se analizaron las nuevas resinas aparecidas en el mercado y su compatibilidad en la fuerza de adhesión con estos sistemas adhesivos,, científicamente aportó al conocimiento ya que se dimensionó como trabajan estos sistemas adhesivos universales, ya que, en boca las fuerzas que se generan tienden a desprender los rellenos colocados con el principio de la odontología adhesiva, presenta gran importancia clínica ya que los pacientes estarán más satisfechos en sus tratamientos. El presente trabajo fue factible ya que se cuenta con un laboratorio muy bien implementado en la Universidad Privada de Tacna, además se encuentra ya en el mercado con estos nuevos materiales que se requirieron para este presente proyecto permitiendo así poder evaluar los protocolos de adhesión en las resinas y evaluar su fuerza de adhesión mediante la resistencia que tienen estos materiales al separarse un material que viene siendo mejorado cada vez para el beneficio del paciente y del mercado, utilizando nuevos componentes tanto en los adhesivos como en las resinas, que presentan afinidad con la dentina y esmalte y son estudiados cada vez con mayor frecuencia por los estudiantes dentro de la Escuela Profesional de Odontología. Del mismo modo se aportó evidencia científica y teórica a la escuela profesional de odontología de la UPT, así mismo pertenece a la línea de investigación de innovación tecnológica y biomateriales dentales.

1.5. Definición de términos básicos

Adhesivos universales: Son sistemas adhesivos dentales de última generación diseñados para ser utilizados bajo diferentes estrategias de adhesión —grabado total, autograbado o grabado selectivo de esmalte— sin modificar su formulación química, permitiendo una unión micromecánica y química eficaz entre el sustrato dental y los materiales restauradores (29).

Fuerza de unión: Se define como la resistencia mecánica que presenta la interfase formada entre el adhesivo, el sustrato dental y el material restaurador frente a fuerzas de separación, siendo un indicador fundamental del desempeño y la durabilidad de las restauraciones adhesivas (30).

Microtracción: Es una prueba mecánica in vitro utilizada para evaluar la fuerza de unión

adhesiva mediante la aplicación de una carga tensional controlada sobre especímenes de pequeñas dimensiones, lo que permite una distribución más uniforme del estrés y una medición más precisa de la resistencia adhesiva (31).

Resinas compuestas monocromáticas: Son materiales restauradores estéticos diseñados para reproducir una amplia gama de tonos dentales a partir de un único color, basándose en propiedades ópticas como la transmisión y dispersión de la luz, sin comprometer sus propiedades mecánicas ni su adhesión al sustrato dental (32).

Capa híbrida: Es la zona interfacial formada por la infiltración y polimerización de monómeros resinosos dentro de la matriz colágena desmineralizada de la dentina, constituyendo el principal mecanismo micromecánico responsable de la adhesión entre el diente y los materiales restauradores (33).

CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACION

Se han recogido los siguientes aportes como antecedentes del problema:

2.1.1. Antecedentes internacionales

Vidal CM, et al. (2024) Título: Comparison of adhesion performance of a self-curing and a light-curing universal adhesive to various dental substrates and CAD/CAM materials. Objetivo: Comparar el rendimiento adhesivo de un adhesivo universal autopolimerizable y uno fotopolimerizable en distintos sustratos dentales y materiales CAD/CAM. Metodología: Se evaluó la SBS en esmalte, dentina y materiales CAD/CAM, así como la μ TBS inmediata y envejecida. Se aplicaron análisis estadísticos mediante ANOVA y pruebas post hoc. Resultados: El adhesivo fotopolimerizable mostró mayor resistencia adhesiva en dentina y esmalte en modo autograbado, mientras que el autopolimerizable presentó mejores valores en esmalte bajo grabado selectivo. El envejecimiento afectó significativamente al adhesivo autopolimerizable. Conclusión: El desempeño adhesivo de los adhesivos universales varía según el sustrato y el modo de activación, siendo la fotopolimerización un factor clave para la estabilidad a largo plazo(3).

Blum IR, et al. (2021) Título: Effects of different surface treatments and adhesive self-etch functional monomers on the repair of bulk fill composites. Objetivo: Evaluar el efecto de distintos protocolos adhesivos sobre la resistencia de unión a microtracción y la integridad interfacial en la reparación de resinas bulk fill. Metodología: Se fabricaron 270 bloques de resina bulk fill, asignados a 18 grupos experimentales. Se utilizaron adhesivos universales y se aplicó una resina nanohíbrida como material de reparación. Se evaluó la μ TBS y los modos de falla mediante SEM. El análisis estadístico se realizó con ANOVA y pruebas post hoc. Resultados: Los valores de μ TBS oscilaron entre 28,5 y 46,8 MPa. Los adhesivos con monómeros funcionales (Tokuyama Bond Force II y Scotchbond Universal) mostraron valores significativamente superiores ($p < 0,01$). Conclusión: El uso de adhesivos universales con monómeros funcionales mejora significativamente la resistencia de unión y la integridad interfacial en reparaciones de

resinas bulk fill(19).

Takeda M, et al. (2019) Título: Immediate enamel bond strength of universal adhesives to unground and ground surfaces in different etching modes. Objetivo: Evaluar la resistencia adhesiva inmediata de adhesivos universales en esmalte pulido y sin pulir bajo diferentes modos de grabado. Metodología: Se utilizaron cinco adhesivos, incluidos tres universales, aplicados sobre esmalte humano en cuatro condiciones experimentales. Se realizaron pruebas de SBS y observaciones mediante microscopía electrónica de barrido. El análisis estadístico se efectuó con ANOVA de tres vías. Resultados: Todos los adhesivos presentaron valores de SBS significativamente mayores en modo de grabado y enjuague (≈ 40 – 43 MPa) en comparación con el modo de autograbado (≈ 14 – 34 MPa). El pregrabado mejoró significativamente la adhesión en esmalte sin pulir. Conclusión: El grabado con ácido fosfórico previo es esencial para optimizar la adhesión inmediata al esmalte, especialmente en superficies sin pulir(16).

Suzuki T, et al. (2016) Título: Influence of etching mode on enamel bond durability of universal adhesive systems. Objetivo: Determinar la durabilidad de la adhesión al esmalte de adhesivos universales aplicados en modos de grabado total y autograbado mediante pruebas de resistencia al cizallamiento y fatiga. Metodología: Se evaluaron tres adhesivos universales (Scotchbond Universal, Prime&Bond Elect y All-Bond Universal) y un adhesivo control. Se realizaron pruebas de resistencia al cizallamiento (SBS) y resistencia a la fatiga por cizallamiento (SFS) en esmalte humano. Se emplearon 15 muestras para SBS y 30 para SFS por grupo. El análisis estadístico se realizó mediante ANOVA de dos vías y pruebas post hoc. Resultados: El modo de grabado total mostró valores significativamente mayores de SBS ($42,6$ – $46,4$ MPa) y SFS ($21,0$ – $22,4$ MPa) en comparación con el modo de autograbado (SBS: $24,1$ – $28,8$ MPa; SFS: $10,0$ – $12,8$ MPa) ($p < 0,001$). Conclusión: El grabado total incrementó significativamente la resistencia adhesiva y la durabilidad de la unión al esmalte de los adhesivos universales, independientemente del material evaluado(17).

Deepa VL, et al. (2014) Título: Comparative evaluation of microshear bond strength of 5th, 6th and 7th generation bonding agents to coronal dentin versus dentin at floor of pulp chamber. Objetivo: Comparar la resistencia de adhesión al microcizallamiento de

adhesivos de quinta, sexta y séptima generación en dentina coronal y dentina del piso de la cámara pulpar. Metodología: Se recolectaron 30 molares mandibulares humanos, seccionados para obtener 60 muestras de dentina coronal y pulpar. Se emplearon XP Bond (5.^a generación), Clearfil SE Bond (6.^a generación) y G-Bond (7.^a generación). Se realizó la adhesión de resina compuesta y se evaluó la resistencia al microcizallamiento. El análisis estadístico se realizó mediante ANOVA unidireccional y prueba t de Student. Resultados: La dentina coronal presentó valores significativamente mayores de resistencia adhesiva que la dentina del piso pulpar. El sistema G-Bond mostró los valores más bajos de resistencia en ambas regiones. No se observaron diferencias significativas entre XP Bond y Clearfil SE Bond. Conclusión: La resistencia adhesiva depende del tipo de sistema adhesivo y de la profundidad del sustrato dentinario, siendo la composición química del adhesivo un factor determinante para el éxito clínico(9).

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Palomino R. (2022) Título: Resistencia de unión a la microtracción de adhesivos dentales universales, con diferentes tipos de sellado dentinario. Objetivo: Evaluar la resistencia de unión a la microtracción de los adhesivos dentales universales en modo autograbado con diferentes tipos de sellado dentinario. Metodología: Se empleó 54 premolares humanos, distribuidos aleatoriamente en 9 grupos de los cuales se obtuvieron vigas de 1 mm² (dentina-resina) según tipo de sellado dentinario: sellado dentinario retardado, sellado dentinario inmediato y sellado dentario inmediato reforzado con resina fluida; y según adhesivo universal: Scotchbond Universal, All Bond Universal y Ambar Universal (n=6), las cuales se evaluaron mediante microtracción. El análisis del patrón de fractura, fue registrado mediante un microscopio esteroscópico. Resultados: Se encontró que la técnica de sellado dentinario inmediato reforzado con resina fluida, obtuvo los mayores valores de resistencia de unión ($p < 0.05$) con un 95% de patrón de fractura tipo mixta, no se encontró diferencias significativas entre los adhesivos universales. Conclusión: La técnica de sellado dentinario reforzado con resina fluida demostró mejor resistencia de unión a la microtracción con los tres adhesivos universales (36).

Saravia M, et al. (2021) Título: Estudio sobre los diferentes tiempos de acondicionamiento previo al sistema adhesivo universal en dentina de dientes de bovino. Objetivo: Encontrar el tiempo óptimo de grabado ácido previo a la aplicación del Clearfil Universal Bond sobre la dentina de diente de bovino, mediante el análisis de los valores de resistencia a la microtracción. Metodología: Estudio experimental, prospectivo y comparativo. Se utilizaron 6 incisivos centrales superiores de bovino, de los que se obtuvieron 80 especímenes separados en 4 grupos de 20 especímenes cada uno. Luego de cumplir con los parámetros de cada grupo, se sometió a los especímenes a la prueba de microtracción. Resultados: El grupo de grabado ácido previo por 10 segundos mostró una mayor resistencia a la microtracción con una resistencia mínima de 10,43 MPa y una resistencia máxima de 31,45 MPa, mostrando una resistencia media de microtracción de $20,78 \pm 6,36$ MPa. Conclusión: La resistencia adhesiva a la microtracción en dentina de bovino bajo el modo grabado y enjuague por 10 segundos previo al sistema adhesivo universal Clearfil Universal Bond fue mayor en comparación al grupo tratado solo con el sistema adhesivo universal, además de probar que la exposición por un tiempo reducido de ácido fosfórico en dentina es idóneo para evitar el deterioro de la superficie dentinaria, considerando su morfología (37).

Castro N. (2020) Título: Grado de la resistencia al cizallamiento, de resina adherida a dentina con y sin la técnica de grabado ácido utilizando adhesivos de séptima generación, 3M™ Scotchbond™ Universal y FGM Ámbar Universal APS. Objetivo: evaluar y comparar el grado de resistencia al cizallamiento de resina adherida a dentina con y sin la técnica de grabado ácido utilizando adhesivos de séptima generación. Metodología: se utilizaron 32 molares y premolares humanos, sanos, recientemente extraídos. Para la preparación de las muestras se colocaron los dientes en cubos de acrílico (2.5 x 2.5cm), dejando la corona expuesta. Posteriormente con disco de carburum se hizo un corte en dirección transversal, en la mitad de la corona exponiendo la dentina. Se dividieron las muestras en 4 grupos de 8 muestras. Para medir el grado de resistencia al cizallamiento las muestras fueron sometidas a la máquina de tracción. Resultados: muestran que la resistencia promedio al cizallamiento de resina adhesiva a dentina sin la técnica de grabado ácido utilizando adhesivo FGM Ambar Universal APS fue de 1077.70 N. El adhesivo FGM Ambar Universal APS con la técnica de grabado ácido fue 1040.14N. La resistencia al cizallamiento utilizando el adhesivo

3M Scotchbond Universal sin la técnica de grabado ácido fue 1325.02N y con la técnica de grabado fue 1116.10N. Conclusión: se obtiene mayor grado de resistencia de resina adherida a dentina sin la técnica de grabado ácido en ambos adhesivos de séptima generación (38).

2.1.3. Antecedentes Locales

Quispe L. (2024) Título: Efecto de la Clorhexidina al 2% sobre la fuerza de adhesión a la microtracción de dos sistemas adhesivos. Estudio in vitro. Objetivo: Evaluar el efecto de la Clorhexidina al 2%, sobre la fuerza de adhesión a la microtracción en dos sistemas adhesivos. Metodología: Se utilizaron piezas molares y premolares seccionados transversalmente exponiendo la dentina, para un total de 48 especímenes, divididas en dos grupos para dos sistemas adhesivos Ambar FGM y Ambar Universal APS (n=24). Resultados: La fuerza de adhesión a la microtracción respectivamente fueron; Ambar FGM ($24,72 \pm 11,08$ MPa) con CHX 2% ($32,38 \pm 12,76$ MPa), Ambar Universal APS ($22,60 \pm 4,62$ MPa) con CHX 2% ($22,28 \pm 5,24$ MPa) donde no se encontraron diferencias significativas para el uso de un agente desinfectante previo. Se observó un predominio del grupo Ambar FGM + CHX sobre los otros grupos, debido a su resistencia a la microtracción. Conclusión: El agente de Clorhexidina 2% como rehumectante previo en la superficie dentinaria, es un modificador estructural tridimensional de las metaloproteinasas, no obstante, presentó efectos positivos en dentina, pero no, estadísticamente significativo (39).

2.2. MARCO TEORICO

2.2.1. La adhesión dental: fundamentos y relevancia clínica

La adhesión dental se define como un proceso intrincado y multifacético en el cual un material destinado a la restauración dental se adhiere a los tejidos duros de los dientes, que incluyen tanto el esmalte como la dentina. Esta unión se produce a través de una combinación de mecanismos que involucren tanto interacciones micromecánicas como reacciones químicas, creando así un vínculo eficaz entre el material restaurador y la estructura dental. La fuerza de unión, también conocida como resistencia adhesiva,

constituye una variable sumamente importante que desempeña un papel fundamental en varios aspectos relacionados con la longevidad clínica de las restauraciones dentales directas. Esta propiedad es determinante no solo para prevenir la microfiltración en los márgenes de las restauraciones, sino que también ayuda considerablemente en la reducción de la sensibilidad que los pacientes pueden experimentar después de un procedimiento dental. Además, esta fuerza adhesiva juega un papel clave en la preservación del tejido dental que aún queda intacto en la cavidad bucal (30).

A lo largo de la historia, el progreso en la creación de sistemas adhesivos ha experimentado una notable evolución que se ha llevado a cabo a través de diversas generaciones. Cada una de estas etapas se ha enfocado en la búsqueda de simplificar el protocolo clínico utilizado y, al mismo tiempo, en mejorar la estabilidad de la interfase adhesiva que resulta de este proceso. La creación de una capa híbrida que sea consistente y estable, así como una adecuada penetración de los monómeros adhesivos en la matriz colágena que compone la dentina, se consideran elementos fundamentales para lograr una unión que perdure a lo largo del tiempo (30). Esta innovadora capa híbrida desempeña un papel fundamental, ya que ofrece un anclaje micromecánico que es extremadamente estable. Este anclaje, al combinarse con enlaces químicos específicos, tales como aquellos que se generan entre monómeros funcionales y calcio, contribuye de manera notable a la mejora de la fuerza de unión, especialmente en lo que respecta a su durabilidad a largo plazo (29,30).

La investigación y la literatura académica han puesto en evidencia que la eficacia de la adhesión no se determina únicamente por las propiedades químicas del adhesivo utilizado, sino que también está influenciada de manera significativa por la técnica específica de aplicación que se emplee, así como por el método de activación del adhesivo, ya sea este autopolimerizable o fotopolimerizable. Además, es importante considerar la naturaleza del sustrato dental en el que se está trabajando, ya que la diferencia entre esmalte y dentina también juega un papel crucial en el proceso de adhesión (30,31). Las variables mencionadas juegan un papel fundamental de manera sinérgica en la estabilidad de la unión dental, así como en la capacidad de resistencia frente a las cargas oclusales que se generan de forma repetitiva durante el proceso de la función masticatoria.

2.2.2. Adhesivos universales: evolución, composición y mecanismos

Los adhesivos universales constituyen una categoría contemporánea de sistemas adhesivos que han sido especialmente diseñados para proporcionar una notable versatilidad en su aplicación. Estos productos permiten la implementación de diversas estrategias de adhesión, tales como el grabado total, el autograbado o el grabado selectivo del esmalte dental. Todo esto se logra sin sacrificar, en absoluto, el rendimiento del adhesivo que se utiliza (29,31). Esta capacidad de adaptarse a diversas situaciones ha contribuido significativamente a que se lleve a cabo su implementación en el ámbito clínico, así como a que se realicen investigaciones experimentales sobre su funcionamiento y eficacia.

2.2.2.1 Composición química

Desde una perspectiva química, los adhesivos universales están compuestos por una variedad de monómeros que presentan diversas características de polaridad y funcionalidad. Además, incluyen solventes que tienen la función de facilitar una mejor penetración en la estructura dental. También incorporan agentes hidrofóbicos diseñados específicamente para mejorar la estabilidad después del proceso de polimerización (29,31). Entre los elementos más significativos que se destacan en este contexto se encuentran los siguientes:

Monómeros acrílicos que presentan tanto baja como alta acidez, los cuales son responsables de facilitar la desmineralización de las capas superficiales, así como de promover la infiltración dentro de la matriz colágena en los tejidos (29).

Los monómeros funcionales, tal como el 10-MDP, que corresponde a metacriloxilo decil fosfato, tienen la capacidad de establecer enlaces químicos con el calcio que se encuentra en la hidroxiapatita presente en los dientes. Esto contribuye a que se logre una adhesión que no solo es más duradera, sino que también presenta una menor vulnerabilidad a los procesos de degradación a lo largo del tiempo (29,31).

Existen ciertos tipos de solventes, como el etano y la acetona, los cuales desempeñan un papel crucial al incrementar la permeabilidad de la interfase. Esto, a su vez, facilita de manera significativa la difusión de los monómeros en la dentina que se encuentra en

condiciones húmedas (29).

2.2.2.2 Modos de aplicación

Los adhesivos universales tienen la capacidad de ser utilizados en diversas formas o maneras de aplicación:

El procedimiento conocido como grabado total, que también se denomina técnica de grabado y enjuague, consiste en aplicar inicialmente ácido fosfórico con el objetivo de eliminar la capa superficial que cubre tanto el esmalte como la dentina. Este proceso permite crear una interfase más profunda, lo que facilita la adherencia de materiales dentales en procedimientos restaurativos (29).

El método de autograbado, también conocido como "self-etch", se caracteriza por la capacidad del adhesivo para llevar a cabo el proceso de acondicionamiento de la superficie dental de manera autónoma, sin requerir la aplicación de un ácido externo. Este enfoque no solo simplifica el procedimiento, sino que también ayuda a preservar una mayor cantidad de hidroxiapatita que rodea a las fibras colágenas, lo que puede ser beneficioso para la integridad estructural del diente (29).

Proceso de grabado selectivo de esmalte: en esta técnica específica, únicamente el esmalte dental es sometido al grabado con ácido fosfórico, lo que significa que se aplica el ácido solo en la superficie del esmalte. Mientras tanto, la dentina, que es el material que se encuentra debajo del esmalte, se une utilizando un adhesivo universal, con el fin de lograr una conexión efectiva y duradera entre ambos componentes (29).

Los estudios y publicaciones literarias más actuales indican que, aunque todos los métodos empleados pueden resultar en uniones que son, desde el punto de vista clínico, aceptables, la manera en que se integran y combinan el sustrato dental, la técnica de aplicación utilizada y la formulación del material adhesivo tienen un impacto considerable en la resistencia adhesiva que se logra como resultado final (29,31).

2.2.3. Factores que influyen en la fuerza de unión.

La fuerza de unión que se observa en ensayos realizados en condiciones de laboratorio, tales como las pruebas de microtracción (μ TBS) y microcizallamiento (μ SBS), está

influenciada por un conjunto diverso de factores que están interrelacionados entre sí. Estos factores incluyen, pero no se limitan a, la composición química específica del adhesivo utilizado, el método de activación empleado durante el proceso, las características inherentes del material restaurador que se está evaluando, así como las condiciones específicas bajo las cuales se lleva a cabo el ensamble dental. Las pruebas y los datos más recientes muestran de manera clara que:

2.2.3.1 Modo de activación del adhesivo

Los sistemas adhesivos tienen la capacidad de auto-polimerizarse, lo que significa que pueden curar o endurecerse por sí mismos sin la necesidad de una fuente de luz externa, o, alternativamente, pueden requerir un proceso de fotopolimerización, en el cual se utiliza una fuente de luz adecuada para facilitar su curación. La efectividad y eficiencia del proceso de curado está íntimamente relacionada con el nivel de conversión de los monómeros que se utilizan en los adhesivos, lo cual, a su vez, tiene un impacto significativo en la resistencia que se logra en la adhesión (30,31).

Investigaciones recientes han revelado que las aplicaciones que emplean fotopolimerización controlada, junto con una adecuada intensidad de luz, generalmente generan interfaces que presentan una resistencia adhesiva significativamente mayor en comparación con los sistemas que dependen únicamente de la autopolimerización. Este efecto es especialmente notable cuando estas técnicas se combinan con resinas compuestas que poseen una alta capacidad de transmisión de luz (31). Este fenómeno puede ser explicado por una conversión más eficiente y efectiva de los polímeros, así como por una reducción significativa en la cantidad de monómeros residuales que podrían tener el potencial de afectar negativamente la integridad de la capa híbrida.

2.2.3.2 Naturaleza del sustrato dental y del material restaurador

Este interesante fenómeno puede ser claramente comprendido a través de un proceso de conversión que es tanto más eficiente como más efectivo en la transformación de los polímeros, además de la notable reducción en la cantidad de monómeros residuales. Estos monómeros, de no ser controlados, podrían tener el potencial de influir de manera adversa en la integridad y la durabilidad de la capa híbrida que se forma (30,31). Investigaciones

sistemáticas han documentado la existencia de variaciones notables y significativas en la fuerza de adhesión entre el esmalte dental y la dentina. Sin embargo, es importante señalar que los adhesivos universales contemporáneos han demostrado ofrecer un rendimiento clínico que se considera aceptable en ambos tipos de sustratos, siempre y cuando sean utilizados siguiendo los protocolos adecuados establecidos para su aplicación (31).

Además de lo mencionado, es fundamental tener en cuenta que la combinación de la composición y las características ópticas de las resinas compuestas desempeña un papel crucial en la efectividad del proceso de fotopolimerización. Esto, a su vez, tiene un impacto significativo en la capacidad de adherencia y la fortaleza de la unión resultante. Existen materiales tales como resinas compuestas monocromáticas, las cuales presentan una formulación y una capacidad de fotocurado que pueden diferir significativamente de las resinas convencionales que comúnmente se utilizan. Debido a estas particularidades, es necesario llevar a cabo una evaluación detallada y específica que permita determinar de manera precisa cómo interactúan estas resinas con diversos sistemas adhesivos disponibles en el mercado.

2.2.4. Adhesión y resinas compuestas monocromáticas.

Las resinas compuestas monocromáticas han emergido como una opción no solo estética, sino también más simplificada para llevar a cabo procedimientos de restauración dental directa en el ámbito de la odontología. Este avance ha permitido eliminar la complejidad que implicaba la elección de múltiples tonos distintos para lograr que las reparaciones dentales imiten con precisión la apariencia natural de los dientes. Sin embargo, es importante señalar que la variabilidad óptica que se presenta en los dientes naturales puede generar algunos retos y dificultades durante el proceso de restauración. Considerando que este tipo específico de resinas puede poseer distintas características ópticas y capacidades de transmisión de luz, es de suma importancia entender la manera en la que estos materiales interactúan con los sistemas adhesivos que se clasifican como universales (31).

Las pruebas recientes, aunque reconocidamente insuficientes, indican que el uso conjunto de un adhesivo y una resina puede tener un impacto significativo en la resistencia de unión que se evalúa a través de métodos de microtracción. Investigaciones llevadas a cabo en

entornos de laboratorio, en condiciones rigurosamente controladas de fotopolimerización, han indicado que ciertas resinas monocromáticas son capaces de alcanzar una fuerza de unión que se asemeja a la de las resinas convencionales, que típicamente presentan valores superiores a 20 MPa en la prueba de microtensile bond strength (μ TBS). Esto es especialmente cierto siempre que se implementen tanto una estrategia adhesiva adecuada como un modo de activación que sean óptimos para el proceso (31,34).

Este escenario que se presenta revela de manera clara que la adhesión no debe ser considerada como un fenómeno inmutable que depende únicamente de las propiedades del adhesivo utilizado, sino que se trata de un proceso altamente dinámico. Este proceso integral abarca diversas variables que incluyen la química específica del adhesivo, las características particulares de la resina involucrada, el método de activación aplicado, así como las condiciones del sustrato dental sobre el cual se está trabajando (34,35).

CAPÍTULO III:: HIPOTESIS, VARIABLES Y OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

3.1.Hipótesis

Hipótesis de la investigación:

La fuerza de unión de dos adhesivos universales autopolimerizable y fotopolimerizable es similar, en restauraciones directas con resinas compuestas monocromáticas sometidas a microtracción.

Hipótesis nula:

La fuerza de unión de dos adhesivos universales autopolimerizable y fotopolimerizable es diferente, en restauraciones directas con resinas compuestas monocromáticas sometidas a microtracción.

Hipótesis específicas:

HE1. La fuerza de unión del adhesivo universal autopolimerizable en restauraciones directas con resinas compuestas monocromáticas sometidas a microtracción presenta

valores de adhesión significativos.

HE2. La fuerza de unión del adhesivo universal fotopolimerizable en restauraciones directas con resinas compuestas monocromáticas sometidas a microtracción presenta valores de adhesión significativos.

HE3. Existen diferencias significativas en la resistencia a la separación entre el adhesivo universal autopolimerizable y el adhesivo universal fotopolimerizable en restauraciones directas con resinas compuestas monocromáticas sometidas a microtracción

3.2. Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	VALOR FINAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
ADHESIVOS UNIVERSALES	Los adhesivos de octava generación son duraderos y contienen rellenos nanométricos, como aluminio y fibras de carbono, que mejoran su adherencia y reducen la contracción de polimerización	COMPUESTOS PARA USO DE LA INVESTIGACIÓN	TIPO DE SISTEMA ADHESIVOS	ADHESIVO UNIVERSAL AUTO POLIMERIZABLE: PALFIQUE UNIVERSAL BOND (TOKUYAMA DENTAL)	CUALITATIVO A	NOMINAL
				ADHESIVO UNIVERSAL FOTO POLIMERIZABLE: AMBAR UNIVERSAL APS		
RESINAS NANOHÍBRIDAS	Se han modificado la fórmula química del material, añadiendo monómeros de baja contracción y nuevos tipos de materiales de relleno, para obtener resinas compuestas nanohíbridas	COMPUESTOS PARA USO DE LA INVESTIGACIÓN	TIPO DE RESINA	RESINA NANOHÍBRIDA:	CUALITATIVO A	NOMINAL
				OMNICHROMA		
				VITTRA APS UNIQUE		
RESISTENCIA A LAS FUERZAS DE TRACCIÓN	Capacidad de dos superficies en contacto que se mantengan unidas ante fuerzas que intenten separarlas	Capacidad del adhesivo y la resina para mantenerse unidas.	Máquina de ensayo universal	Megapascales	CUANTITATIVO NUMÉRICO	RAZON

CAPÍTULO IV: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Diseño de investigación

La presente investigación fue de diseño tipo experimental in-vitro, ya que fueron realizados en un laboratorio, pues permitió al investigador, manipular las variables, estas intervenciones se realizaron de manera deliberada y a propósito de la presente investigación, también es una investigación prospectiva, transversal y comparativa; ya que los datos fueron a ser obtenidos a partir de la planificación en el estudio, se realizó el protocolo ya establecido en el cuadro 1, después se midió la fuerza de adhesión a la microtracción adhesiva, los cuales se midieron solo una vez las unidades experimentales y finalmente fueron comparados los resultados encontrados. Cada grupo fue conformado de manera aleatoria.

Cuadro 1. Material

MATERIAL	PRODUCTO	FABRICANTE	COMPOSICIÓN	TÉCNICA DE APLICACIÓN
ADHESIVO	PALFIQUE UNIVERSAL BOND (AUTOCURADO) (TUB)* pH 2.2	TOKUYAMA DENTAL	Enlace A: acetona, monómero de ácido fosfórico, Bis-GMA, TEGDMA, HEMA, MTU-6 Enlace B: acetona, isopropanol, agua, catalizador de borato, peróxido, agente de acoplamiento de silano.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seque la superficie de la dentina mediante secado 2. Dispense una gota de cada TUB A y B en el pocillo de mezcla desechable durante 10s. 3. Aplique TUB a toda la superficie adherente durante un total de 5s. 4. Aplique una corriente de aire débil continuamente a la superficie de la TUB hasta que el adhesivo permanezca en la misma posición. Termine con una corriente de aire hacia la superficie.
	 AMBAR UNIVERSAL APS* PH 2.7 	FGM	Ingredientes activos: MDP (10-metacrililoiloxidecil dihidrogenofosfato), monómeros metacrilatos, complejo fotoiniciador (APS), co-iniciadores y estabilizantes. Ingredientes inactivos: carga inerte (partículas de sílice) y vehículo (etanol).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seque la superficie de la dentina hasta que la cavidad este húmeda, no deshidratada. 2. Aplique el adhesivo sobre el diente preparado y frotarlo durante 10 s frotando con el microaplicador, luego vuelva a aplicar una segunda capa de adhesivo por 10s. 3. Seque suavemente el adhesivo al aire durante aproximadamente 10s para evaporar el disolvente. 4. Fotopolimerice durante 10s.
RESINA NANOHÍBRIDA	RESINA OMNICHROMA	TOKUYAMA DENTAL	<p>Relleno inorgánico Relleno esférico supra-nano de tamaño uniforme (260nm SiO₂-ZrO₂) Composite pre-polimerizado de forma redonda (Incluye relleno esférico de SiO₂-ZrO₂ de 260 nm)</p> <p>Monómeros UDMA/TEGDMA</p> <p>Porcentajes de relleno 79% en peso (68% en volumen)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La técnica incremental es: incrementos de hasta 1,5mm a 2mm, rellene la cavidad en incrementos hasta concluir la restauración, por cada incremento fotocurar 10s
	RESINA COMPUESTA VITRA APS UNIQUE	FGM	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ingredientes activos: mezcla de monómeros metacrilatos, composición fotoiniciadora(APS), co-iniciadores, estabilizadores y silano. Ingredientes inactivos: vidrio boro aluminio silicato. 	<ul style="list-style-type: none"> • La técnica incremental es: incrementos de hasta 1,5mm a 2mm, rellene la cavidad en incrementos hasta concluir la restauración, por cada incremento fotocurar 10s

4.2. Ámbito de estudio

La presente investigación se efectuó en los ambientes del laboratorio de prueba de ensayo de la Universidad Privada de Tacna.

4.3. Población y muestra

Para el cálculo aproximado del tamaño de la muestra se utilizó el programa G-Power de acuerdo a las características de la investigación de: Awiruth K, Nantawan K, Niyom T. et al.: “THE DURABILITY OF ZIRCONIA/RESIN COMPOSITE SHEAR BOND STRENGTH USING DIFFERENT FUNCTIONAL MONOMER OF UNIVERSAL ADHESIVES” 2022(1), y la prueba de ANOVA de dos factores, donde se definió un tamaño de efecto de 0.5, un poder estadístico de 0.80 con un nivel de confianza del 95% ($\alpha=0,05$) (Anexo 01). Para este cálculo se consideró 4 grupos y como resultado se obtuvo una población de 48 especímenes como mínimo para este estudio donde cada grupo fue conformado por 12 especímenes (Cuadro 2). Las unidades de estudio fueron dientes humanos(terceros molares) de los cuales se obtuvieron 4 muestras por cada pieza dentaria, obteniendo finalmente 48 muestras(vigas de un área de $1mm^2$) para luego ser divididos en 4 grupos de 12 vigas cada uno(24).

Cuadro 2. Distribución de Especímenes en los grupos a estudiar

Materiales Grupo	Adhesivo	Resina	TOTAL DE ESPECÍMENES
Grupo A	Tokuyama Universal Bond	Omnichroma	n=12
Grupo B	Tokuyama Universal Bond	Vittra Aps Unique	n=12
Grupo C	Ambar Universal Aps	Omnichroma	n=12
Grupo D	Ambar Universal Aps	Vittra Aps Unique	n= 12

4.3.1. Criterios de inclusión.

Terceros molares sanos, sin restauraciones, además, no presentar alteraciones de crecimiento ni desarrollo, el tiempo de post extracción no debe ser mayor a 3 meses para luego así obtener muestras que pasaron por la máquina de corte de precisión Odeme dental research; Joacaba, SC, Brazil, donde se obtuvieron las vigas de 1mm^2 de grosor y de 10 mm de altura con las características indicadas en el proyecto.

4.3.2. Criterios de exclusión.

Fueron excluidas las piezas dentarias con tratamientos endodónticos y vigas que no cumplan con las especificaciones del estudio a realizar.

4.4. Técnica y ficha de recolección de datos

4.4.1. Técnica

La técnica de recolección de datos fue la observación, ya que se evaluó la microdureza mediante la visualización de los datos arrojados por la Máquina de ensayo Universal.

4.4.2. Instrumentos

El instrumento fue la ficha de recolección de datos donde se registraron los valores en megapascales.

CAPÍTULO V: PROCEDIMIENTO DE ANALISIS

5.1.Procedimiento de recojo de datos

a. Recolección de muestras.

Primero se pidió apoyo a consultorios de la ciudad de Tacna a fin de que puedan transmitir la información al paciente donador, donde los pacientes que fueran sometidos a extracción de terceros molares, llenaron los formatos del consentimiento informado, estos sirvieron para la recolección de dientes (terceros molares molares) sanos, donde fue expresada la aceptación a participar en el estudio como donantes de los especímenes (ANEXO 3)(25). Se recolectaron terceros molares sanos tanto superiores como inferiores, extraídos con una anterioridad máxima 3 meses (estas fueron almacenadas en agua destilada).

b. Preparación de las piezas dentarias

En la preparación dental, todos los dientes(terceros molares) fueron cortados aproximadamente unos 4 mm ya que, según el lugar de ubicación la medida de esmalte en dientes premolares y molares que nos indica María Constanza Affur y col.(26) es 0,87 mm a 3,47 mm en la revista científica de la UNMS; así la dentina fue expuesta, para ser pulida con una hoja de lija de agua(ABRALIT) #220, #400, #600, creando una capa de barrillo estandarizada. Los dientes fueron almacenados en agua destilada a 37°C (1,24). Se agruparon los dientes en 4 grupos aleatoriamente, se utilizaron números aleatorios generados por computadora para la creación de una secuencia de asignación aleatoria para los dientes que después fueron designados para cada grupo (A, B, C, D) obtenido.

c. Preparación de la superficie

Se lavaron con spray de agua de la jeringa triple por 15 segundos y aplicó aire por 10 segundos(14,15).

d. Aplicación del adhesivo

La aplicación del adhesivo fue según el protocolo de cada marca de adhesivo a usar (CUADRO 1).

GRUPO A Y B

Se aplicó adhesivo AUTOPOLIMERIZABLE. Primero se dispensó una gota de cada TUB A y B en el pocillo de mezcla desechable, se mezcló ambas soluciones durante 10s, después se aplicó la mezcla a toda la superficie adherente durante un total de 5s, finalmente una corriente de aire débil continuamente a la superficie, hasta que el adhesivo permaneció en la misma posición(14).

GRUPO C Y D

Se aplicó adhesivo FOTOPOLIMERIZABLE sobre el diente preparado y frotarlo durante 10s con el micro aplicador, luego se volvió a aplicar una segunda capa de adhesivo por 10s, secar suavemente el adhesivo con aire durante aproximadamente 10s para evaporar el disolvente, finalmente se fotopolimerizó durante 10s.(fotopolimerizado con la unidad de fotocurado VALO)(15).

e. Aplicación de la resina

Se aplicó según los grupos establecidos en el cuadro 2 y el protocolo ya establecido en el cuadro 1. Finalmente, la resina cubrió unos 4 mm de altura sobre la superficie dentaria. Después estas muestras fueron sumergidas en agua destilada por 24 h(1). Fueron sometidos a un proceso de termociclado de 500 ciclos establecidos como estándar en este tipo de estudios, entre 5°C y 55°C con un tiempo de permanencia de 10 s, reemplazado cada ciclo térmico. Se empleó la máquina de Termociclado OMC350 TS, Odeme dental reasearch, Joacaba SC, Brazil, y así se simuló los cambios que se producen en el entorno bucal provocados por el consumo de alimentos, bebidas y hábitos respiratorios(22,23).

f. Elaboración de vigas

Luego fueron llevados a una máquina de corte de precisión donde se confeccionaron vigas teniendo 48 unidades, cada grupo conformado por 12 unidades, las medidas fueron de 1mm² de grosor con una altura de 10mm. Los especímenes fueron fijados en una base metálica con godiva verde para luego ser cortadas con las medidas ya indicadas. Se almacenaron en agua destilada en una placa de cultivo de plástico 4 x 3, hasta su posterior

uso, el ancho y largo de las vigas fueron medidas con el calibrador digital electrónico de acero #6 (Ubermann) y anotadas(24).

g. Proceso de micro tracción

Finalmente, los 48 especímenes fueron sometidos a fuerzas de tracción en la máquina de Ensayo Universal Odeme dental research; Joacaba, SC, Brazil, para ello se pegó los extremos de cada viga a dos placas de acero inoxidable con un pegamento, cianocrilato, dejando la interfaz adhesiva libre, para que toda la fuerza de tracción se dirija en el centro del espécimen, dicha platina se colocó en la maquina de ensayos universales de manera vertical donde fue sometido a fuerzas de tracción, dicho procedimiento que brinda las normas ISO 11405 Dentistry-Testing of adhesión to tooth structure(27), se registraron los datos en una ficha de recolección la cual fue elaborada por la tesista y aprobada(ANEXO2). Los resultados obtenidos fueron digitalizados en un Excel, además los datos que se obtuvieron por la maquina de ensayo fueron en Kilogramos Fuerza(KgF), los cuales convertí a Newton (N) mediante la fórmula $1\text{KgF}=9.8\text{N}$ como estándar en estas pruebas, datos que fueron proporcionadas por el manual de usuario de Odeme Dental Research, la resistencia a la microtracción se realizó con una velocidad de 0.5mm/min, además el dato obtenido de cada espécimen fue convertido a Megapascales(MPa) por la fórmula RU: F/A , donde RU es la resistencia de unión, F es la fuerza máxima calculada en Newton y A es el área de la interfaz adhesiva que se determinó por el largo y ancho de cada espécimen, para después ser registrados en la ficha de recolección de datos(27).

h. Falla adhesiva

Cada espécimen fue analizado en un microscopio estereoscopio 10x AmScope SM20, United Scope LLC, USA, con el objetivo de determinar el modo de fractura o falla, los cuales fueron ordenados en cohesiva en resina, cohesiva en dentina, mixta y adhesiva(24).

Patrón de fractura

El análisis del patrón de fractura, fue registrado analizando las muestras con la ayuda de un microscopio estereoscopio. Según lo observado, las muestras se se clasificaron con patrones de fractura del tipo adhesivo, mixto y cohesivos (dentina

y resina):

Tipo Adhesivo: Cuando la fractura se produce en el interfaz adhesivo.

Tipo Mixto: Cuando la fractura deja restos de adhesivo o de resina fluida sobre la superficie de la dentina.

Tipo Cohesivo: cuando la ruptura se produce en la dentina, dejando un socavado.

Vigas con fallas clasificadas como cohesivas no fueron consideradas en el cálculo de la fuerza de unión a la microtracción, ya que no representan la adhesión real de la interfaz adhesiva (24).

i. Análisis estadístico

Inicialmente los datos fueron registrados en la ficha de recolección (ANEXO 2) se ingresaron en una hoja de cálculo de Microsoft Office Excel 2017, obteniendo la matriz de sistematización, para el análisis estadístico se usó el software estadístico SPSS IBM Statistics (v29.0.1.0). Primero se usa la estadística descriptiva para presentar los resultados, por ser nuestra variable numérica, se hizo a través de sus medidas de resumen y por grupos. Para el análisis inferencial se trabajó con un nivel de significancia del 5 %, se realizaron las pruebas de normalidad con la prueba de Shapiro Wilk al obtener un tamaño muestral menor a 50(ANEXO 1), para comparar los grupos al seguir una distribución normal se empleó un análisis de ANOVA de dos vías, en caso de encontrar diferencias posteriormente se realizó los procedimientos de comparación múltiple con el test de Tukey para encontrar similitud entre los grupos. Al trabajar con dos factores como son el adhesivo y la resina, se realizó el análisis factorial con dos factores fijos analizando su interacción.

5.2. Consideraciones éticas

El presente estudio fue in vitro y no estuvieron involucrados organismos vivos, por lo tanto, se siguieron las direcciones CRIS para estudios in vitro(22), de igual manera, para la protección del medio ambiente todos los desechos que se generaron durante todo el

proceso del proyecto fueron correctamente desechado en contenedores especiales, el cual tuvo como característica la etiqueta de desecho biológico y su eliminación se dió cumpliendo un protocolo riguroso de bioseguridad, además de ello se utilizó un consentimiento mediante el cual la recolección de dientes terceros molares sanos y estuvieron respaldado por un consentimiento informado por parte de los donantes de los especímenes (ANEXO 3), los cuales proporcionaron los especímenes suficientes para el presente estudio. Se tuvo en cuenta los 3 principios de autonomía y protección vulnerable (respeto por las personas, beneficencia y justicia). Se desarrolló el curso de Ética en Investigación (HEC) del City Program. Por lo tanto, los resultados obtenidos fueron usados con fines de la investigación, Se solicitó el permiso correspondiente por parte del comité de ética en investigación (CEI) de la Universidad privada de Tacna (UPT), para la emisión de resolución, aprobación y pase a ejecución, Asimismo, se dió cuenta que no existen conflictos de interés por lo que el estudio a realizarse fue íntegramente financiado por el investigador, Se comunicó al CEI cualquier modificación al protocolo de investigación, Se remitió al CEI un informe de cierre del proyecto.

RESULTADOS

Tabla 1. Análisis de la fuerza de unión de dos adhesivos universales autopolimerizable y fotopolimerizable con resinas compuestas monocromáticas

Variable dependiente: fuerza

adhesivo	resina	Media (DE)	95% del intervalo de confianza		F	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Potencia observada ^a
			Límite inferior	Límite superior				
Tokuyama	Omnichroma (A)	1,91 (0,28)	1,74	2,09				
Universal Bond	Vittra Aps Unique (B)	2,16 (0,61)	1,77	2,55				
Ambar	Omnichroma (C)	2,14 (0,51)	1,82	2,46	5,861	0,002	0,286	0,935
Universal Aps	Vittra Aps Unique (D)	3,29 (1,55)	2,30	4,27				

R al cuadrado = ,286 (R al cuadrado ajustada = ,237)

a. Se ha calculado utilizando alpha = .05

Interpretación: A partir de los análisis de ANOVA factorial encontramos efecto del adhesivo y resina sobre la fuerza de unión ($F(3) = 5,861$; $p = 0,002$; $\eta^2 = 0,286$; $1-\beta = 0,935$). Al análisis descriptivo la media de la fuerza de unión fue en el grupo A de 1,91 (DE=0,28) seguido del grupo C de 2,14 (DE=0,51), luego el grupo B de 2,16 (0,61) y finalmente el que mayor fuerza de unión presentó fue el grupo D de 3,29 (DE=1,55)

Tabla 2. Análisis de la fuerza de unión de un adhesivo universal autopolimerizable en restauraciones directas con resinas compuestas monocromáticas

resina	Media	Desv.		t	gl	Sig. (bilateral)	Cohen's d
		Desviación	Desv. Error				
fuerz a	Omnichroma (A)	1,92	0,28	0,08			
	Vittra Aps Unique (B)	2,16	0,61	0,18	-1,264	15,423	0,225

Interpretación: Las resinas Omnichroma (A) y Vittra Aps Unique (B) con el adhesivo Universal autopolimerizable no mostraron diferencias significativas, donde las puntuaciones de la resina Omnichroma (A) ($M = 1,92$; $DE = 0,28$) no fueron mayores a Vittra Aps Unique (B) ($M = 2,16$; $DE = 0,61$). $t(15) = -1,26$; $p = 0,225$; $d = 0,516$.

Tabla 3. Análisis de la fuerza de unión de un adhesivo universal fotopolimerizable en restauraciones directas con resinas compuestas monocromáticas

resina		Media	Desv. Desviación	Desv. Error	t	gl	Sig. (bilateral)	Cohen's d
fuerza	Omnichroma (C)	2,14	0,51	0,15				
	Vittra Aps Unique (D)	3,29	1,55	0,45	-2,432	13,342	0,030	0,993

Interpretación: Las resinas Omnichroma (C) y Vittra Aps Unique (D) con el adhesivo Universal fotopolimerizable mostraron diferencias significativas, donde las puntuaciones de la resina Omnichroma (C) (M=2,14; DE= 0,51) fueron menores a Vittra Aps Unique (D) (M=3,29; DE= 1,55). $t(13) = -2,43$; $p = 0,030$; $d = 0,993$.

Tabla 4. Comparaciones múltiples de la resistencia a la unión de dos adhesivos universales autopolimerizables y fotopolimerizables con resinas compuestas monocromáticas

Variable dependiente: fuerza

HSD Tukey

(I) grupos		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
A	B	-0,2457	0,36033	0,903	-1,2078	0,7164
	C	-0,2245	0,36033	0,924	-1,1866	0,7376
	D	-1,3702*	0,36033	0,002	-2,3323	-0,4081
B	A	0,2457	0,36033	0,903	-0,7164	1,2078
	C	0,0212	0,36033	1,000	-0,9408	0,9833
	D	-1,1245*	0,36033	0,016	-2,0866	-0,1624
C	A	0,2245	0,36033	0,924	-0,7376	1,1866
	B	-0,0212	0,36033	1,000	-0,9833	0,9408
	D	-1,1457*	0,36033	0,014	-2,1078	-0,1837
D	A	1,3702*	0,36033	0,002	0,4081	2,3323
	B	1,1245*	0,36033	0,016	0,1624	2,0866
	C	1,1457*	0,36033	0,014	0,1837	2,1078

Se basa en las medias observadas.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

Interpretación: Los análisis Post Hoc llevados a cabo con Tukey mostraron que el grupo D tuvieron las puntuaciones mas altas en la fuerza de unión que el grupo A ($p = 0,002$) IC95%[0,40;2,33], el grupo B ($p = 0,016$) IC95%[0,16;2,08] y grupo C ($p = 0,014$)

IC95%[0,18;2,10]. Además, se observa que no hay diferencias significativas entre los grupos A, B y C ($p>0,05$)

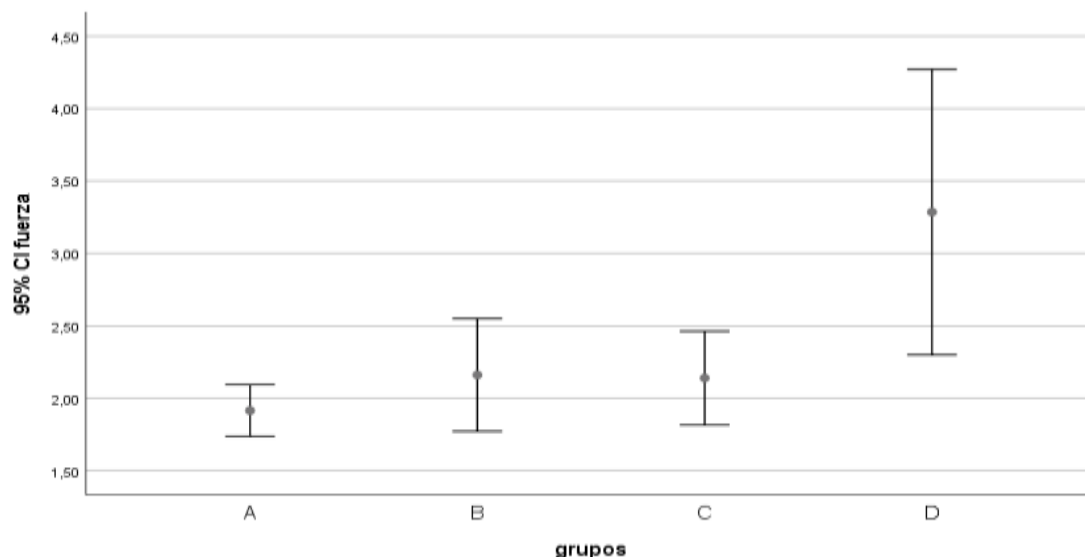


Figura 1. Comparaciones de la resistencia a la unión de dos adhesivos universales autopolimerizables y fotopolimerizables con resinas compuestas monocromáticas

Tabla 5. Análisis del modo de falla

grupos		fallo		Total	Sig*.
		Adhesivo	Mixto		
A	Recuento	5	7	12	0,198
	%	41,7%	58,3%	100,0%	
B	Recuento	6	6	12	
	%	50,0%	50,0%	100,0%	
C	Recuento	4	8	12	
	%	33,3%	66,7%	100,0%	
D	Recuento	9	3	12	
	%	75,0%	25,0%	100,0%	
Total	Recuento	24	24	48	
	%	50,0%	50,0%	100,0%	

*Chi cuadrado de Pearson

Interpretación: Al análisis del modo de falla en el grupo A predominó el fallo mixto (58,3%), en el grupo B, se encontró el fallo adhesivo (50%) y mixto (50%) en misma proporción, en el grupo C predominó el fallo mixto (66,7%) y en el grupo D el fallo adhesivo (75%). Sin embargo, no se encontró diferencia significativa entre los grupos ($p=0,198$)

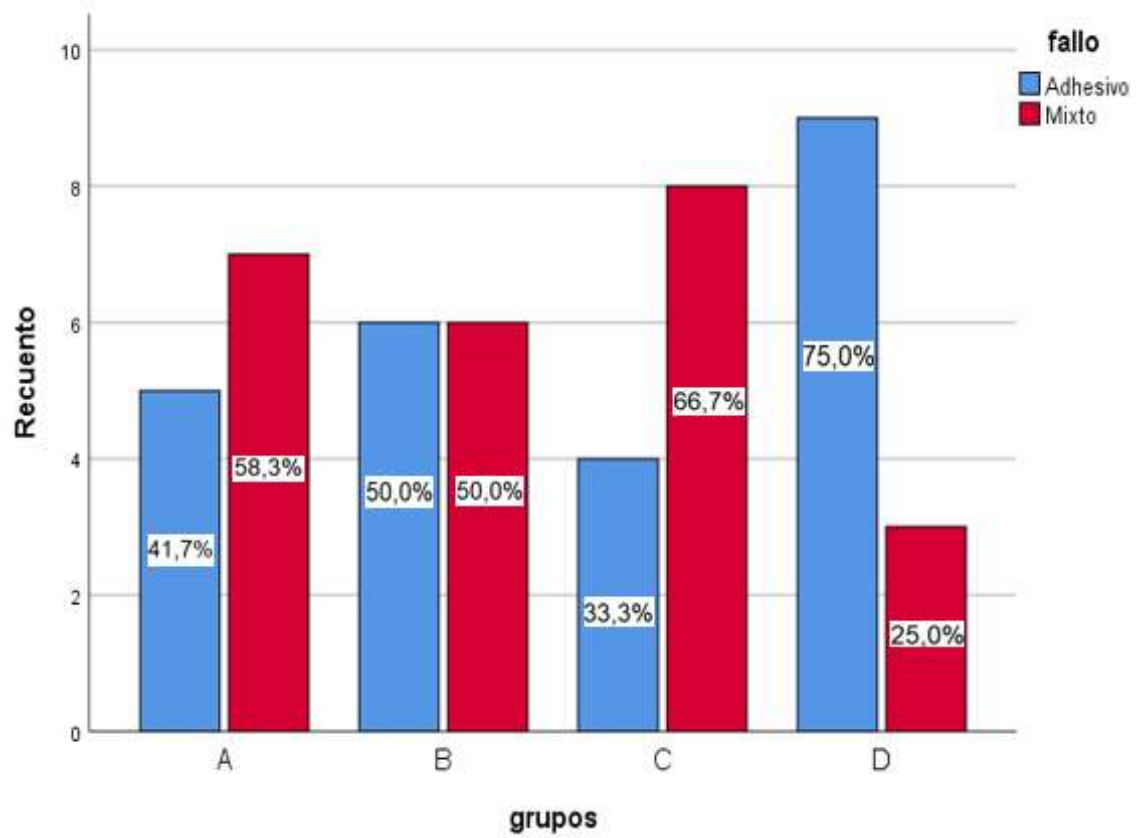


Figura 2. Análisis del modo de falla

CONCLUSIONES

Se concluye que la fuerza de unión en restauraciones directas con resinas compuestas monocromáticas sometidas a microtracción está influenciada significativamente por el tipo de adhesivo universal empleado y por su modo de activación. El adhesivo universal fotopolimerizable mostró un desempeño adhesivo superior en comparación con el adhesivo universal autopolimerizable, evidenciando que la fotopolimerización adecuada constituye un factor determinante para optimizar la resistencia de la interfaz adhesiva.

El adhesivo universal autopolimerizable presentó valores de fuerza de unión similares cuando se utilizó con las resinas compuestas monocromáticas Omnicroma y Vittra APS Unique, sin diferencias estadísticamente significativas. Esto indica que, bajo condiciones de autopolimerización, el tipo de resina monocromática no influye de manera relevante en la resistencia adhesiva obtenida.

El adhesivo universal fotopolimerizable mostró diferencias significativas en la fuerza de unión según la resina monocromática utilizada. La resina Vittra APS Unique presentó valores significativamente mayores de resistencia a la microtracción en comparación con Omnicroma, lo que sugiere que la composición y el sistema fotoiniciador de la resina influyen directamente en la eficacia del proceso adhesivo cuando se emplean sistemas fotopolimerizables.

La combinación del adhesivo universal fotopolimerizable con la resina compuesta monocromática Vittra APS Unique generó la mayor fuerza de unión entre todos los grupos evaluados, mostrando diferencias estadísticamente significativas frente a las combinaciones que incluyeron el adhesivo autopolimerizable. En consecuencia, el adhesivo universal fotopolimerizable evidenció un comportamiento adhesivo superior bajo las condiciones experimentales del presente estudio *in vitro*.

DISCUSION

El presente estudio in vitro evaluó la fuerza de unión de dos adhesivos universales, uno autopolimerizable y otro fotopolimerizable, en restauraciones directas con resinas compuestas monocromáticas sometidas a microtracción. Los resultados demostraron que tanto el tipo de adhesivo como la resina influyeron significativamente en la resistencia adhesiva, evidenciándose una interacción estadísticamente significativa entre ambas variables ($F(3)=5,861$; $p=0,002$; $\eta^2=0,286$), con una elevada potencia estadística ($1-\beta=0,935$). Estos hallazgos confirman que la activación del adhesivo y la composición del material restaurador son determinantes críticos del desempeño adhesivo.

En relación con el adhesivo universal autopolimerizable, no se observaron diferencias estadísticamente significativas en la fuerza de unión entre Omnichroma y Vittra APS Unique ($t(15)=-1,26$; $p=0,225$; $d=0,516$), con valores medios de $1,92\pm 0,28$ y $2,16\pm 0,61$, respectivamente. Este comportamiento sugiere que la reacción de polimerización química del adhesivo reduce la dependencia del sistema respecto a las propiedades ópticas de la resina. Resultados concordantes fueron reportados por Vidal C. et al. (3), quienes al evaluar la resistencia de unión mediante microtracción (μ TBS) encontraron que un adhesivo universal autopolimerizable presentó valores inferiores y más susceptibles al envejecimiento térmico, con una reducción significativa tras el termociclado ($p=0,002$), en comparación con un adhesivo fotopolimerizable, el cual mantuvo valores estables ($p=0,118$).

Por el contrario, el adhesivo universal fotopolimerizable mostró diferencias estadísticamente significativas según el tipo de resina utilizada. La combinación con Vittra APS Unique alcanzó una media de fuerza de unión de $3,29\pm 1,55$, significativamente superior a la obtenida con Omnichroma ($2,14\pm 0,51$) ($t(13)=-2,43$; $p=0,030$; $d=0,993$). Este resultado puede atribuirse a diferencias en la formulación de los sistemas fotoiniciadores y en la eficiencia de transmisión lumínica de las resinas, factores directamente relacionados con el grado de conversión del adhesivo. Blum I.R. et al. (19) reportaron valores de μ TBS que oscilaron entre 28,5 y 46,8 MPa al emplear adhesivos universales fotopolimerizables con monómeros funcionales, observándose diferencias significativas entre sistemas adhesivos ($p<0,05$), lo que respalda la superioridad de estos

materiales cuando la fotopolimerización es adecuada.

El análisis comparativo entre los cuatro grupos experimentales reveló que el grupo D presentó valores significativamente superiores de fuerza de unión frente a los grupos A, B y C, con diferencias estadísticamente significativas ($p=0,002$; $p=0,016$ y $p=0,014$, respectivamente), mientras que no se detectaron diferencias entre los grupos A, B y C ($p>0,05$). Este patrón concuerda con los hallazgos de Suzuki T. et al. (17), quienes demostraron que los adhesivos universales fotopolimerizables en modo de grabado total alcanzaron valores de resistencia al cizallamiento (SBS) entre $42,6\pm 5,2$ y $46,4\pm 5,4$ MPa, significativamente mayores que los obtenidos en modo autograbado ($24,1\pm 2,4$ a $28,8\pm 5,3$ MPa; $p<0,001$).

Asimismo, Takeda M. et al. (16) informaron que los valores de SBS en esmalte tratado en modo de grabado y enjuague oscilaron entre 40,8 y 43,3 MPa, significativamente superiores a los obtenidos en modo autograbado, cuyos valores variaron entre 14,0 y 21,8 MPa ($P<0,001$). Aunque el presente estudio se centró en pruebas de microtracción y no evaluó estrategias de grabado, la mayor resistencia observada con el adhesivo fotopolimerizable sugiere un comportamiento adhesivo comparable, caracterizado por una polimerización más eficiente y una interfaz adhesiva más estable.

Desde el punto de vista del tipo de falla, estudios previos han reportado que los adhesivos fotopolimerizables presentan una mayor proporción de fallas cohesivas. Vidal C. et al. (3) observaron que el 67,9% de las fallas asociadas al adhesivo fotopolimerizable fueron cohesivas en dentina o resina, mientras que el adhesivo autopolimerizable presentó predominantemente fallas adhesivas (96,1%), lo que refuerza la interpretación de una unión interfacial más resistente en sistemas fotopolimerizables. En contraste con los resultados del presente estudio en el grupo A, predominó el fallo mixto (58,3%), lo cual sugiere una adecuada integración entre el sustrato dentario y el material restaurador. La literatura indica que los fallos mixtos se asocian frecuentemente con valores de resistencia adhesiva clínicamente aceptables, ya que implican que la fractura no ocurre exclusivamente en la interfase adhesiva, sino también dentro del material restaurador o del sustrato (19). En el grupo B, se observó una distribución equitativa entre fallo adhesivo (50%) y mixto (50%). Este comportamiento podría indicar una resistencia

interfacial moderada, donde la adhesión química y micromecánica no alcanzó niveles suficientes para evitar la separación en la interfase en la mitad de las muestras. En el grupo C, nuevamente predominó el fallo mixto (66,7%), lo que sugiere una mayor estabilidad interfacial en comparación con el grupo B. Este patrón coincide con lo descrito por Takeda M (16), quien señaló que protocolos con grabado previo favorecen una mejor retención micromecánica y menor incidencia de fallos puramente adhesivos. Por el contrario, en el grupo D predominó el fallo adhesivo (75%), lo cual indica que la fractura ocurrió principalmente en la interfase diente-adhesivo. Este tipo de falla se asocia con menor resistencia de unión y menor calidad del sellado marginal. Estudios como el de Suzuki T (17) han demostrado que los protocolos autograbantes en esmalte pueden presentar mayor incidencia de fallos adhesivos debido a una desmineralización insuficiente.

Sin embargo, el análisis mediante prueba de Chi-cuadrado no demostró asociación estadísticamente significativa entre el grupo experimental y el tipo de falla ($p > 0,05$). Este hallazgo indica que las diferencias porcentuales observadas en el patrón de fractura deben interpretarse únicamente como tendencias descriptivas y no como diferencias inferenciales. Por tanto, la mayor resistencia de unión registrada en el grupo D no se contrapone estadísticamente con el predominio de fallos adhesivos en dicho grupo. En consecuencia, los resultados del presente estudio sugieren que el grupo D desarrolló una unión con mayor capacidad de soportar carga, aunque el sitio de fractura se localizó predominantemente en la interfase adhesiva, sin que esta distribución difiera significativamente de los demás grupos.

En conjunto, los resultados confirman que los adhesivos universales fotopolimerizables, cuando se combinan con resinas compuestas monocromáticas de formulación avanzada, generan una mayor resistencia a la microtracción, lo que podría traducirse en una mayor durabilidad clínica de las restauraciones directas.

No obstante, se reconoce que las condiciones *in vitro* no reproducen completamente el entorno oral, donde factores como la humedad, la variabilidad del sustrato dentario, las fuerzas masticatorias dinámicas y los cambios térmicos pueden influir en el desempeño adhesivo a largo plazo. Otra limitación corresponde al número y tipo de materiales

evaluados, solo se analizaron dos adhesivos universales y dos resinas compuestas monocromáticas, lo que limita la generalización de los resultados a otros sistemas adhesivos y materiales restauradores disponibles en el mercado, cuyas composiciones químicas y mecanismos de polimerización pueden variar.

SUGERENCIAS

Se sugiere que en futuras investigaciones se debería llevar a cabo una combinación de la prueba de microtracción con diversas técnicas adicionales de evaluación mecánica, tales como las pruebas de resistencia al cizallamiento y las evaluaciones de fatiga. Esto permitiría obtener una comprensión más completa y detallada del comportamiento adhesivo de los materiales cuando se encuentran bajo distintas condiciones de esfuerzo o estrés.

Se recomienda aumentar el número de muestras, de materiales que se han evaluado, incluyendo en el estudio otros tipos de sistemas adhesivos que se consideran universales, así como explorar diferentes enfoques y técnicas de aplicación, tales como el autograbado, el grabado selectivo y el grabado total. Además, es importante incorporar una mayor diversidad de resinas compuestas, tanto monocromáticas como convencionales. Todo esto se sugiere con el objetivo de robustecer y mejorar la validez externa de los hallazgos obtenidos en la investigación.

Dado que los resultados evidenciaron diferencias significativas en la fuerza de unión entre grupos, se recomienda que los clínicos no asuman que todos los sistemas universales presentan comportamiento equivalente, ya que pequeñas variaciones en el protocolo pueden modificar significativamente la resistencia adhesiva.

REFERENCIAS

1. Yumitate M, Mine A, Higashi M, Matsumoto M, Hagino R, Ban S, et al. Effect of tooth temperature on the dentin bonding durability of a self-curing adhesives: The discrepancy between the laboratory setting and inside the mouth. *Dent Mater J.* 1 de abril de 2022;41(2):317-22.
2. Chacón Gahona KB, Morales Bravo BR, Vintimilla Coronel SE, Sarmiento Criollo PF. Evolución y efectividad de los sistemas adhesivos de séptima y octava generación en restauraciones directas. una revisión. *Rev Científica Odontológica [Internet].* [citado 6 de abril de 2024];11(4):e178. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10831987/>
3. Quintessenz Verlags-GmbH [Internet]. [citado 6 de abril de 2024]. Comparison of Adhesion Performance of a Self-curing and a Light-curing Universal Adhesive to Various Dental Substrates and CAD/CAM Materials. Disponible en: <https://www.quintessence-publishing.com/deu/de/article/4908469/the-journal-of-adhesive-dentistry/2024/volume-26/comparison-of-adhesion-performance-of-a-self-curing-and-a-light-curing-universal-adhesive-to-various-dental-substrates-and-cadcam-materials>
4. Karadas M. Influence of reduced application time on bonding durability of universal adhesives to demineralized enamel. *Clin Oral Investig.* diciembre de 2021;25(12):6843- 55.
5. Saito T, Takamizawa T, Ishii R, Tsujimoto A, Hirokane E, Barkmeier WW, et al. Influence of Application Time on Dentin Bond Performance in Different Etching Modes of Universal Adhesives. *Oper Dent.* 2020;45(2):183-95.
6. Serin-Kalay T, Zaim B, Serin-Kalay T, Zaim B. http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2215-34112022000100058&lng=en&nrm=iso&tlng=pt. *Odovtos Int J Dent Sci [Internet].* abril de 2022 [citado 6 de abril de 2024];24(1):58-66. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2215-

34112022000100058&lng=en&nrm=iso&tlng=pt

7. Suda S, Tsujimoto A, Barkmeier WW, Nojiri K, Nagura Y, Takamizawa T, et al. Comparison of enamel bond fatigue durability between universal adhesives and two-step self-etch adhesives: Effect of phosphoric acid pre-etching. *Dent Mater J*. 30 de marzo de 2018;37(2):244-55.
8. Farhadmollashahi N, Saberi E, Karkehabadi H. Evaluation of Cytotoxic Effects of Various Endodontic Irrigation Solutions on the Survival of Stem Cell of Human Apical Papilla. *Iran Endod J* [Internet]. 1 de septiembre de 2016 [citado 17 de abril de 2023];11(4):293-7. Disponible en: <https://journals.sbmu.ac.ir/iej/article/view/9839>
9. Deepa VL, Damaraju B, Priyadharsini BI, Subbarao VV, Raju KRK. Comparative Evaluation of Microshear Bond Strength of 5(th), 6(th) and 7(th) Generation Bonding Agents to Coronal Dentin Versus Dentin at Floor of Pulp Chamber: An In vitro Study. *J Int Oral Health JIOH*. septiembre de 2014;6(5):72-6.
10. Pashley DH, Tay FR, Breschi L, Tjäderhane L, Carvalho RM, Carrilho M, et al. State of the art etch-and-rinse adhesives. *Dent Mater Off Publ Acad Dent Mater*. enero de 2011;27(1):1-16.
11. Kallenos TN, Al-Badawi E, White GE. An in vitro evaluation of microleakage in class I preparations using 5th, 6th and 7th generation composite bonding agents. *J Clin Pediatr Dent*. 2005;29(4):323-8.
12. Rodas Tacuri WX, Vintimilla Coronel SE, Morales Bravo BR, Rodas Tacuri WX, Vintimilla Coronel SE, Morales Bravo BR. Uso de adhesivo universal con pregrabado y autograbado en tejidos duros del diente. *Medicentro Electrónica* [Internet]. diciembre de 2022 [citado 6 de abril de 2024];26(4):897-914. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1029-30432022000400897&lng=es&nrm=iso&tlng=es
13. Karabulut Gencer B, Acar E, Tarcin B. Evaluation of shade matching in the repair of indirect restorative materials with universal shade composites. *Eur Oral Res*. 9 de enero de 2023;57(1):41-8.

14. Tokuyama Dental Corporation [Internet]. [citado 4 de julio de 2024]. PALFIQUE UNIVERSAL BOND. Disponible en: https://tokuyama-dental.com/products/bonding-agents/self-etching_bonding_system/palfique-universal-bond/
15. Sistema adhesivo Ambar Universal APS - FGM Dental Group [Internet]. [citado 4 de julio de 2024]. Disponible en: <https://fgmdentalgroup.com/latam/productos-estetica/ambar-universal-aps/>
16. Takeda M, Takamizawa T, Imai A, Suzuki T, Tsujimoto A, Barkmeier WW, et al. Immediate enamel bond strength of universal adhesives to unground and ground surfaces in different etching modes. *Eur J Oral Sci.* agosto de 2019;127(4):351-60.
17. Suzuki T, Takamizawa T, Barkmeier WW, Tsujimoto A, Endo H, Erickson RL, et al. Influence of Etching Mode on Enamel Bond Durability of Universal Adhesive Systems. *Oper Dent.* 2016;41(5):520-30.
18. Takahashi S, Zhou J, Wurihan null, Shimomura N, Kataoka Y, Watanabe C, et al. High-resolution mechanical mapping of the adhesive-dentin interface: The effect of comonomers in 10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate. *J Mech Behav Biomed Mater.* mayo de 2021;117:104389.
19. Blum IR, Martos R, Szalóki M, Lynch CD, Hegedús C. Effects of different surface treatments and adhesive self-etch functional monomers on the repair of bulk fill composites: A randomised controlled study. *J Dent.* mayo de 2021;108:103637.
20. Chen C, Niu LN, Xie H, Zhang ZY, Zhou LQ, Jiao K, et al. Bonding of universal adhesives to dentine--Old wine in new bottles? *J Dent.* mayo de 2015;43(5):525-36.
21. Documentación [Internet]. Tokuyama Dental. [citado 24 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://www.tokuyama-dental.it/es/documentacion/>
22. Omnichroma [Internet]. Tokuyama Dental. [citado 31 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://www.tokuyama-dental.it/es/omnichroma-family/omnichroma/>
23. Resina compuesta Vittra APS Unique - FGM Dental Group [Internet]. [citado 26 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://fgmdentalgroup.com/latam/productos->

estetica/vittra-aps-unique/

24. Palomino Granados RC. Resistencia de unión a la microtracción de adhesivos dentales universales, con diferentes tipos de sellado dentinario. 2022.
25. WMA - The World Medical Association-Declaración de Helsinki [Internet]. [citado 21 de noviembre de 2024]. Disponible en: <https://www.wma.net/es/que-hacemos/etica-medica/declaracion-de-helsinki/>
26. Affur MC, Gili MA, Bessone GG. Análisis del espesor de los tejidos duros en la dentición permanente humana. *Odontol Sanmarquina* [Internet]. 13 de noviembre de 2020 [citado 24 de abril de 2024];23(4):401-7. Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/odont/article/view/18366>
27. ISO/TS 11405 Tensile Adhesion and Bond Strength of Dental Materials and Adhesives | Instron [Internet]. [citado 31 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://www.instron.com/es-es/testing-solutions/iso-standards/iso-ts-11405>
28. Krithikadatta J, Gopikrishna V, Datta M. CRIS Guidelines (Checklist for Reporting In-vitro Studies): A concept note on the need for standardized guidelines for improving quality and transparency in reporting in-vitro studies in experimental dental research. *J Conserv Dent JCD*. julio de 2014;17(4):301-4.
29. Bourgi R, Kharouf N, Mancino D, Zarow M, Jakubowicz N, Haikel Y, et al. A literature review of adhesive systems in dentistry: key components and their clinical applications. *Appl Sci*. 2024;14(18):8111. <https://doi.org/10.3390/app14188111>
30. Alomran WK, Nizami MZI, Xu HHK, Sun J. Evolution of dental resin adhesives—A comprehensive review. *J Funct Biomater*. 2025;16(3):104. <https://doi.org/10.3390/jfb16030104>
31. Hardan L, Bourgi R, Kharouf N, Mancino D, Zarow M, Jakubowicz N, et al. Bond strength of universal adhesives to dentin: a systematic review and meta-analysis. *Polymers*. 2021;13(5):814. <https://doi.org/10.3390/polym13050814>
32. Ilie N, Stawarczyk B. Effect of shade, translucency and curing parameters on the

optical and mechanical properties of resin-based composites. *Dent Mater.* 2017;33(7):e175–e185. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2017.03.006>

33. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt KL. State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater.* 2011;27(1):17–28. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.023>

34. Takano S, Takahashi R, Tabata T, Zeng C, Ikeda M, Shimada Y, et al. Bonding performance of universal adhesive systems with dual-polymerising resin cements to various dental substrates: in vitro study. *BMC Oral Health.* 2025;25:101. <https://doi.org/10.1186/s12903-025-05438-z>

35. Doshi K, Nivedhitha MS, Solete P, et al. Effect of adhesive strategy of universal adhesives in noncarious cervical lesions – an updated systematic review and meta-analysis. *BDJ Open.* 2023;9:6. Disponible en PubMed.

36. Palomino R. Resistencia de unión a la microtracción de adhesivos dentales universales, con diferentes tipos de sellado dentinario. [tesis de grado] Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia, 2022.

37. Saravia Rojas MA, Bernal Ponce AR. Estudio sobre los diferentes tiempos de acondicionamiento previo al sistema adhesivo universal en dentina de dientes de bovino. *Rev Estomatol Herediana* 2021;31(2):90-102. Disponible en: <https://revistas.upch.edu.pe/index.php/REH/article/view/3969>

38. Castro N. Grado de la resistencia al cizallamiento, de resina adherida a dentina con y sin la técnica de grabado ácido utilizando adhesivos de séptima generación, 3M™ Scotchbond™ Universal y FGM Ámbar Universal APS. [tesis de grado] Arequipa: Universidad Católica de Santa María, 2020.

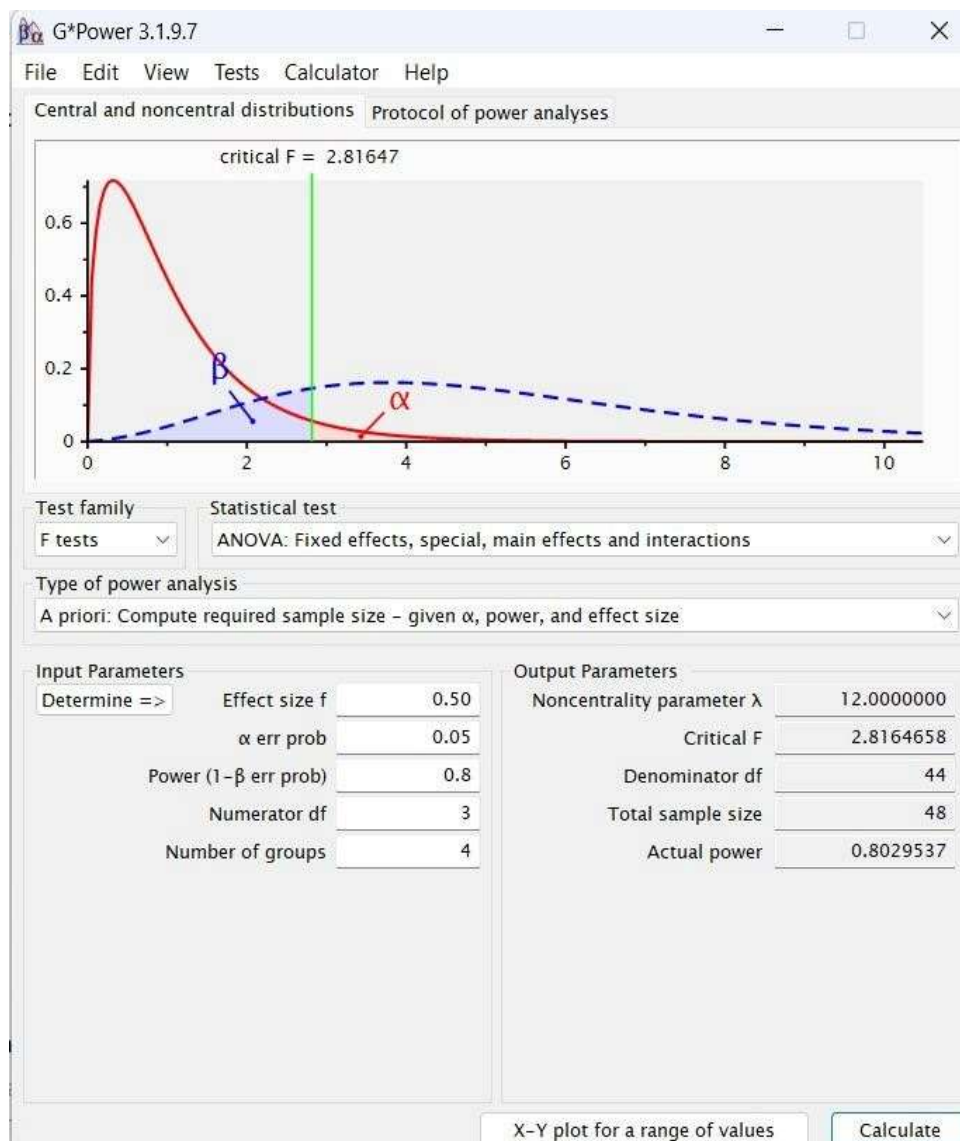
39. Quispe L. Efecto de la Clorhexidina al 2% sobre la fuerza de adhesión a la microtracción de dos sistemas adhesivos. Estudio in vitro. [tesis de grado] Tacna: Universidad Privada de Tacna, 2024

ANEXO

ANEXO 1

DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE MUESTRA G*POWER 3.1.9.7

“Fuerza de unión de dos adhesivos universales autopolimerizable y fotopolimerizable en restauraciones directas con resinas compuestas monocromáticas sometidas a microtracción– Estudio In vitro.”



ANEXO 2

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

	ESPECIMEN	ÁREA	RESISTENCIA ADHESIVA(Mpa)
	GRUPO A		
	1		
	2		
	3		
	5		
	6		
	7		
	8		
	9		
	10		

	11		
	12		
	GRUPO B		
	13		
	14		
	15		
	16		
	17		
	18		
	19		
	20		
	21		

	22		
	23		
	24		
	GRUPO C		
	25		
	26		
	27		
	28		
	29		
	30		
	31		
	32		

	33		
	34		
	35		
	36		
	GRUPO D		
	37		
	38		
	39		
	40		
	41		
	42		
	43		

	44		
	45		
	46		
	47		
	48		

ANEXO 3

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA DONACION DE PIEZA DENTARIA PARA LA INVESTIGACIÓN

Título del estudio	“Fuerza de unión de dos adhesivos universales autopolimerizable y fotopolimerizable en restauraciones directas con resinas compuestas monocromáticas sometidas a microtracción” Estudio <i>in vitro</i> .
Investigador principal	Jessica Pamela Brio Alave
Asesor(es)	Santos Pinto Tejada

Objetivo y propósito del estudio:

Estimado participante,

A usted se le está invitando a participar del presente estudio que tiene por propósito investigar el efecto de la fuerza de los adhesivos universales autopolimerizables y fotopolimerizables en restauraciones directas con resinas nanohíbridas - Estudio *in vitro*. Este estudio se desarrolla como parte de los requisitos para la obtención del título profesional y es desarrollado bajo la asesoría de la Mg. Santos Pinto Tejada *docente adscrito a la Facultad de Ciencias de la Salud* de la Universidad Privada de Tacna.

En el presente documento usted encontrará información sobre: Los procedimientos que se relacionan con la investigación, los riesgos y/o beneficios, entre otros aspectos que le permitirán decidir si participa o no en la donación de su pieza dentaria. Lea detenidamente este documento y siéntase usted con la libertad de hacer las preguntas que considere necesarias.

Si usted decide participar en la donación de su pieza dentaria, deberá colocar su nombre y firma. Además, se le entregará una copia firmada y fechada.

Procedimientos:

Si usted está de acuerdo en donar su pieza dentaria con fines de la investigación, los procedimientos que se realizaran en el espécimen (pieza dentaria) son los siguientes:

1. Desinfección de la muestra (lavado y desinfección).
2. Realización de una preparación en la superficie a trabajar de la muestra, para poder realizar posteriormente la adhesión y la restauración directa en nuestras muestras.

3. Se hidratarán nuestras muestras y pasarán por una máquina de termo ciclado (OMC 350)
4. Traccionamiento de la muestra mediante la maquina universal de ensayos (OM150)

Riesgos:

En este estudio, no se presenta ningún tipo de riesgo por parte de la persona donante y el espécimen donado será utilizado bajo los procedimientos anteriormente mencionados.

Beneficios:

No se tendrá algún beneficio en vista que su integridad no se verá afectada y el uso del espécimen será solo con fines investigativos.

Costo por participación y compensación económica:

Este estudio de investigación no requiere compensación económica alguna porque el estudio de investigación no lo amerita.

Confidencialidad:

El investigador principal y el asesor guardarán la información obtenida de su participación en este estudio. Cabe recalcar que la información solo será del uso de los investigadores y no se expondrán los datos.

Derechos del participante:

Al acceder usted a la donación de su espécimen (pieza dentaria), pierde los derechos a ello, porque será utilizado bajo los procedimientos anteriormente mencionados con fines de la investigación. Si tiene alguna duda adicional, podrá ponerse en contacto con el investigador principal Estd. Jessica Pamela Brio Alave llamando al teléfono 900219299 o escribiendo al correo electrónico: briojessica99@gmail.com

Para contactar con el asesor de este estudio, comuníquese con Mg. Santos Pinto Tejada escribiendo al siguiente correo electrónico: santospinto@virtual.upt.pe

Comité de ética:

Si durante el desarrollo de la investigación tiene preguntas sobre los aspectos éticos del estudio, podrá contactar el Comité de Ética de la Facultad de Ciencias de la Salud a través del siguiente correo electrónico: cei_facsa@upt.pe

DECLARACIÓN Y/O CONSENTIMIENTO DE PARTICIPACIÓN

Acepto voluntariamente donar mi pieza dentaria con fines del desarrollo de este estudio "FUERZA DE UNIÓN DE DOS ADHESIVOS UNIVERSALES AUTOPOLIMERIZABLE Y FOTOPOLIMERIZABLE EN RESTAURACIONES

DIRECTAS CON RESINAS COMPUESTAS MONOCROMÁTICAS SOMETIDAS A MICROTRACCIÓN” dirigido por el investigador principal Estd. Jessica Pamela Brio Alave.

Nombre y Apellidos del participante

Fecha y hora

Nombre y apellido del investigador

Fecha y hora

PROCEDIMIENTOS

