

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE MEDICINA
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA



**Resistencia adhesiva al cizallamiento de restauraciones indirectas de resina
con diferentes tratamientos de superficie. Estudio *in vitro***

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN ODONTOLOGÍA
RESTAURADORA Y ESTÉTICA**

AUTOR

Kristel Anaiz Suarez Aguilar

ASESOR

Gustavo Augusto Huertas Mogollon

<https://orcid.org/0000-0001-5220-3588>

Chiclayo, 2025

Resistencia adhesiva al cizallamiento de restauraciones indirectas de resina con diferentes tratamientos de superficie. Estudio *in vitro*

PRESENTADA POR
Kristel Anaiz Suarez Aguilar

A la Facultad de Medicina de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

**SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN
ODONTOLOGÍA RESTAURADORA Y ESTÉTICA**

APROBADA POR

Rosa Josefina Roncal Espinoza
PRESIDENTE

Carmen Lizeth Díaz Silva
SECRETARIO

Gustavo Augusto Huertas Mogollon
VOCAL

Dedicatoria

Para mi familia, porque son mi sostén e impulso en cada paso.

Agradecimientos

Agradezco a Dios, por la bendición de tener la familia que tengo; que me llena de amor, de cuidado, y de ganas de seguir creciendo. A mis padres; porque han sacrificado tanto, en diferentes maneras, para sus hijas. A mis hermanas que son mi admiración y sostén constante.

A mis docentes que han dedicado tiempo y esfuerzo y más que eso, para hacer que sus alumnos aprovechemos todos los conocimientos brindados. A mis amigos, que me apoyaron en todo este proceso retador y que me llenaron de ánimos. A Thayra, por ser mi persona vitamina, que me llena de alegrías.

Resistencia adhesiva al cizallamiento de restauraciones indirectas de resina con diferentes tratamientos de superficie. Estudio in vitro

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	repositorio.uwiener.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	www.grafiati.com Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1%
6	Submitted to Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo Trabajo del estudiante	<1%
7	Submitted to Universidad Científica del Sur Trabajo del estudiante	<1%
8	repositoriobibliotecas.uv.cl Fuente de Internet	<1%
9	Submitted to Universidad San Francisco de Quito Trabajo del estudiante	<1%

Índice

Resumen	7
Abstract	8
Introducción	9
Revisión de literatura	10
Materiales y métodos	22
Resultados y discusión	25
Conclusiones	28
Recomendaciones.....	28
Referencias	30
Anexos.....	34

Lista de tablas

Tabla 1	Resistencia adhesiva al cizallamiento de restauraciones indirectas de resina.....	26
----------------	---	----

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo comparar la resistencia adhesiva al cizallamiento de restauraciones indirectas de resina aplicando diferentes tratamientos de superficie. Se empleó un diseño experimental in vitro con 50 molares humanos, distribuidos en cinco grupos según el protocolo de tratamiento: sin tratamiento, arenado con óxido de aluminio, arenado más silano, y combinaciones con adhesivo fotopolimerizado o sin fotopolimerizar. La cementación se realizó con resina precalentada y los especímenes fueron sometidos a pruebas mecánicas con una máquina de ensayo universal. Los resultados del análisis ANOVA no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($p > 0.05$), aunque el grupo tratado con arenado y silano presentó la media más alta de resistencia (4.35 MPa) y mayor frecuencia de fallas cohesivas, según el Índice de Remanente Adhesivo (ARI), lo que sugiere una mayor eficacia clínica. En conclusión, si bien no se evidenciaron diferencias significativas, el tratamiento con arenado más silano mostró una tendencia favorable, posicionándose como una opción prometedora para mejorar la adhesión en restauraciones indirectas. Se recomienda validar estos hallazgos en estudios clínicos posteriores.

Palabras clave: Resinas compuestas, Adhesivos dentales, Restauración dental permanente,

Abstract

The present study aimed to compare the shear bond strength of indirect resin restorations using different surface treatments. An in vitro experimental design was used with 50 human molars, divided into five groups according to the treatment protocol: untreated, sandblasted with aluminum oxide, sandblasted plus silane, and combinations with light-cured or non-light-cured adhesive. Cementation was performed with preheated resin, and the specimens were subjected to mechanical testing using a universal testing machine. The results of the ANOVA analysis showed no statistically significant differences between groups ($p > 0.05$), although the sandblasted and silane-treated group had the highest mean strength (4.35 MPa) and a higher frequency of cohesive failures, according to the Adhesive Remnant Index (ARI), suggesting greater clinical efficacy. In conclusion, although no significant differences were observed, sandblasting plus silane treatment showed a favorable trend, positioning itself as a promising option for improving adhesion in indirect restorations. Validation of these findings in further clinical studies is recommended.

Keywords: Composite resins, Dental adhesives, Permanent dental restorations,

Introducción

A pesar de los años de progreso y los notables avances científicos en el ámbito de la odontología, las caries dentales persisten como una de las patologías más prevalentes en la cavidad oral, a nivel global, afecta a millones de individuos, independientemente de su rango etario, género o estrato socioeconómico. Su persistencia se debe, en gran medida, a factores como una dieta hiperglucídica, una higiene bucal inadecuada y la limitada accesibilidad a servicios odontológicos de calidad. A pesar de las innovaciones en prevención y tratamiento, la caries continúa siendo una preocupación constante para los especialistas en salud dental, lo que enfatiza la imperiosa necesidad de seguir fomentando la educación en salud oral y el acceso a estrategias preventivas eficientes.¹

Por ello las restauraciones dentales juegan un papel fundamental en la estética y salud bucal, debido a que el fin de estas restauraciones son reconstruir o completar la parte faltante en las piezas dentarias, sin embargo con las restauraciones directas se presentan fallos ya sea en la ausencia de un contacto interproximal adecuado, lesiones en la papila dental, fracturas del reborde marginal, preparación deficiente y, en consecuencia, la inserción incorrecta del material restaurador, el error más recurrente suele ser la restauración inexacta del punto de contacto.² Por estas razones, las restauraciones indirectas han ganado preferencia, brindando mayor precisión en el ajuste y mejor adaptabilidad anatómica, así como una durabilidad superior y un sellado marginal optimizado, aspectos críticos para evitar la filtración bacteriana y la recidiva de caries.³

En ocasiones, optar por una restauración directa en el sector posterior cuando se ha perdido una cantidad considerable de tejido dental en las paredes laterales puede ser una decisión errónea, en este tipo de escenarios, las restauraciones indirectas se presentan como la opción más idónea.²

Para la cementación de este tipo de restauraciones, existe una amplia gama de materiales empleados por los odontólogos. Una de las técnicas más vanguardistas es la utilización de resinas precalentadas, la cual ha sido documentada en varios estudios por su elevado grado de conversión. Acto seguido, se ha reportado un mejor sellado marginal, ya que esta técnica permite corregir posibles imperfecciones en la restauración indirecta. Además, al emplear el mismo material que la restauración, se reduce la cantidad de interfaces, lo que optimiza el resultado final. En conclusión, el procedimiento de precalentamiento de resina se destaca por ser una técnica segura, sencilla y relativamente eficaz, incrementando la microdureza, el grado de conversión y mejorando la adaptación a las paredes cavitarias.

Este estudio se justificó debido a la búsqueda constante de técnicas restauradoras más efectivas y duraderas ha puesto en evidencia la importancia de investigar la resistencia adhesiva al cizallamiento de restauraciones indirectas de resina, especialmente con diversos tratamientos de superficie.⁴ En el tema de restauraciones dentales, uno de los principales desafíos radica en asegurar una adhesión óptima entre el material restaurador y la estructura dental, garantizando así una estabilidad funcional y longevidad en la restauración. Lo cual gracias a esta investigación se proporcionó un conocimiento esencial para la optimización de las técnicas adhesivas en odontología restauradora, mejorando la durabilidad y efectividad de los tratamientos.

La elección del tratamiento de superficie adecuado puede influir considerablemente en la resistencia al cizallamiento, lo que a su vez impacta la performance clínica de las restauraciones⁵, por tanto, los odontólogos se benefician al obtener información detallada que les permite aplicar metodologías más sofisticadas, lo que se traduce en restauraciones más estables y de alta calidad para los pacientes, estos últimos disfrutarán de tratamientos con mayor longevidad y rendimiento; adicionalmente, los fabricantes de materiales odontológicos podrán utilizar estos resultados para innovar y perfeccionar sus productos, mientras que los investigadores tendrán la oportunidad de explorar más a fondo los mecanismos adhesivos, fomentando así el progreso continuo en la ciencia odontológica.

Por estos motivos, la finalidad de esta investigación es llevar a cabo una comparación exhaustiva de la resistencia adhesiva al cizallamiento de restauraciones indirectas de resina, evaluando cómo diferentes tratamientos superficiales afectan esta propiedad, el estudio se propone determinar cuál de estos tratamientos proporciona una adhesión más efectiva, lo cual es esencial para la estabilidad y longevidad de las restauraciones odontológicas para la aplicación clínica.

Revisión de literatura

En concordancia con lo expuesto, los antecedentes pertinentes al presente estudio son los siguientes:

Bahadir et al.,⁶ en el año 2023 en Turquía, desarrollaron un estudio que tuvo como propósito investigar el impacto de distintos modos de aplicación de una resina adhesiva universal en la capacidad de reparación de dos resinas compuestas indirectas (Ceramage y Gradia Plus) y una directa (Filtek Z250). Se elaboraron muestras de estas resinas, que fueron sometidas a seis tratamientos superficiales diferenciados, incluyendo combinaciones de pulido, grabado ácido, autograbado y aplicación de silano. Posteriormente, las muestras fueron sometidas a

termociclado y evaluadas mediante pruebas de resistencia al corte. Los resultados indicaron que el tratamiento Bur+Silano+SE produjo los valores más elevados de resistencia de unión en todos los materiales, mientras que el tratamiento Bur+Silano+ER resultó en los valores más bajos. Se concluyó que el modo de autograbado, junto con la aplicación de silano, mejora significativamente la capacidad de reparación del adhesivo, especialmente en Filtek Z250 y Ceramarge, y podría optimizar los procedimientos clínicos al simplificar los pasos de aplicación del adhesivo.

Ortiz ⁷, en 2023, en su estudio desarrollado en Ecuador tuvo como propósito, examinar el impacto del sellado inmediato de la dentina sobre la resistencia adhesiva de la misma y evaluar su eficacia a través de una revisión exhaustiva de la literatura especializada. Para llevar a cabo este análisis, se adoptó una metodología mixta, cualitativa y cuantitativa, de naturaleza descriptiva, complementada con un meticuloso análisis documental. Los resultados obtenidos evidencian que el material adhesivo aplicado en la dentina desempeña un rol crucial en el sellado, y, por ende, en la integridad de las restauraciones directas e indirectas en el ámbito odontológico. Finalmente, concluye que el sellado inmediato de la dentina tiene una influencia significativa en la resistencia de unión de la dentina, con numerosos estudios que reportan tiempos de recuperación acelerados. Esto sugiere que el sellado dentinario inmediato puede ejercer un impacto sustancial en la resistencia adhesiva y, por ende, en la eficacia global del tratamiento odontológico.

Şahan et al., ⁸ efectuó un estudio en Turquía en el año 2023, el cual tuvo como fin investigar la influencia de diversos sistemas adhesivos y la aplicación de silano en la adhesión de un cemento de luting a base de resina sobre restauraciones de disilicato de litio, resina compuesta indirecta y zirconia. Se prepararon bloques de cada material, los cuales fueron distribuidos en cinco grupos según el protocolo adhesivo aplicado: Optibond XTR, silano + Optibond All in One, One Coat 7 Universal, Adper Scotchbond Multi-Purpose, y silano + Single Bond Universal. Tras los tratamientos superficiales, los bloques fueron unidos con el cemento, incubados a 37°C durante 24 horas y sometidos a termociclado durante 5,000 ciclos. Los resultados indicaron que el grupo tratado con silano y Single Bond Universal mostró las mayores resistencias al corte (SBS), con valores de 26.1 ± 4.9 MPa para disilicato de litio, 20.5 ± 5.7 MPa para resina compuesta indirecta y 15.4 ± 4.7 MPa para zirconia. Concluyen que la combinación de silano con un adhesivo universal que contenga silano (Single Bond Universal) proporciona el mejor rendimiento en términos de adhesión para estos tipos de restauraciones.

Ahmed et al., ⁹ (2023), desarrollaron un estudio experimental en Egipto elaboraron su estudio donde la muestra estuvo conformada por once molares humanos extraídos, los cuales fueron

preparados para recibir microcilindros de tres materiales: resina compuesta nanorrellena (Filtek Z350xt), ionómero de vidrio modificado con resina (RMGI) y un recubrimiento bioactivo (Activa Bioactive). La evaluación de la resistencia adhesiva se realizó mediante una máquina de ensayos universal, expresando los resultados en megapascales (MPa). Los hallazgos revelaron que la resina compuesta obtuvo los valores más altos de resistencia ($20,24 \pm 3,46$ MPa), seguida por el RMGI ($17,26 \pm 2,16$ MPa) y el material bioactivo ($16,23 \pm 2,63$ MPa). A pesar de estas diferencias, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre Activa Bioactive y RMGI ($p > 0,05$), lo que indica un comportamiento adhesivo similar entre ambos materiales. Además, el análisis de los modos de falla mostró una mayor presencia de fracturas adhesivas en los materiales con menor resistencia, mientras que la resina compuesta, con mayor resistencia, presentó fallas mixtas y cohesivas.

Sadek, et al.,¹⁰ en 2021, se efectuó una investigación en Egipto donde se prepararon sesenta muestras cilíndricas utilizando dos variedades de composite indirecto, las cuales fueron distribuidas en dos grupos: el Grupo A, constituido por SR NEXCO, y el Grupo B, por Composite Gradia Plus Indirect. Cada grupo principal se subdividió en tres subgrupos según el tratamiento superficial aplicado: el Subgrupo 1A recibió un pulido con partículas de óxido de aluminio seguido de silano; el Subgrupo 2A fue sometido a un pulido con partículas de óxido de aluminio, grabado con ácido fluorhídrico y silano; y el Subgrupo 3A fue tratado con un pulido con partículas de óxido de aluminio, MONOBOND grabado e imprimación. Los subgrupos 1B, 2B y 3B del Grupo B fueron sometidos a los mismos tratamientos que sus homólogos del Grupo A. Seguidamente, se realizó una prueba de resistencia de unión mediante microcizallamiento utilizando una máquina de pruebas universales a una velocidad de 0.5 mm/min. Concluyen que los subgrupos tratados con partículas de óxido de aluminio y silano registraron los valores más elevados de resistencia de unión, independientemente de la clase de composite empleado.

Andermatt y Özcan¹¹ (2021), en un estudio desarrollado en la Universidad de Zúrich, llevaron a cabo un estudio *in vitro* empleando la técnica de microcizallamiento (μ SBS), expresada en megapascales (MPa), evaluando la adhesión de dos sistemas adhesivos uno de grabado total (SY) y otro autograbante (CS3) en diferentes regiones anatómicas del diente, incluyendo esmalte, dentina y cemento radicular. Los resultados revelaron que el sistema de grabado total presentó mayores valores de resistencia adhesiva, especialmente en esmalte, alcanzando un promedio de 8.07 ± 2.39 MPa, mientras que el sistema autograbante mostró valores más bajos, alrededor de 4.15 ± 1.35 MPa en el cemento radicular. No obstante, la mayoría de comparaciones entre regiones no fueron estadísticamente significativas ($p > 0.05$),

lo cual indica que las diferencias observadas deben ser interpretadas con cautela. Los autores concluyen que, si bien existen tendencias clínicas favorables hacia ciertos protocolos adhesivos, los valores obtenidos no siempre alcanzan significancia estadística. Esto refuerza la idea de que la resistencia adhesiva puede variar según la zona dental tratada, y que aún con valores moderadamente bajos, como los obtenidos en cemento o dentina, puede mantenerse una adhesión clínicamente aceptable, siempre que exista un adecuado sellado y adaptación marginal.

Itthipongsatorn y Srisawasdi¹² (2020), se evaluó la resistencia adhesiva por microcizallamiento (μ SBS) entre cerámicas de silicato de litio reforzado con zirconia (ZLS) y dentina humana, utilizando distintos sistemas de cementación. La investigación comparó tres enfoques adhesivos: un sistema adhesivo de grabado y enjuague (Scotchbond Multi-purpose), un adhesivo universal (Single Bond Universal) y un cemento resinoso autoadhesivo (RelyX Unicem), todos aplicados sobre dos tipos de ZLS: VITA Suprinity y Celtra Duo (en versiones cocidas y no cocidas). Los resultados demostraron que el tipo de material cerámico (ZLS) no influía significativamente en los valores de resistencia adhesiva; sin embargo, sí se evidenció una diferencia estadísticamente significativa en función del tipo de cemento resinoso utilizado. Tanto el sistema de grabado y enjuague como el adhesivo universal lograron una resistencia adhesiva superior, mientras que el cemento autoadhesivo mostró los valores más bajos de μ SBS, con predominio de fallas adhesivas entre el cemento y la dentina. Este estudio resulta relevante para investigaciones enfocadas en restauraciones indirectas, ya que evidencia que el tipo de sistema adhesivo influye directamente en la calidad de la unión dentina-restauración, un aspecto clave para la longevidad clínica del tratamiento restaurador.

Ayşe et al.,¹³ en el año 2020, en Turquía, desarrollo una investigación que tuvo como finalidad, investigar la resistencia de unión por micro-cizallamiento (μ SBS) de dos sistemas de reparación (Clearfil Repair y iGOS Repair) en diversos materiales restauradores para CAD/CAM. Se prepararon 140 especímenes con un grosor de 1.2 mm a partir de bloques CAD/CAM, los cuales fueron sometidos a un ciclo termociclado y posteriormente divididos en dos grupos según el sistema de reparación utilizado. Los especímenes se trataron con Clearfil Repair o iGOS Repair, y se evaluaron mediante pruebas de μ SBS después de un almacenamiento en agua destilada a 37°C durante 24 horas. Los resultados revelaron que el sistema iGOS Repair proporcionó valores de μ SBS significativamente superiores en comparación con Clearfil Repair para todos los materiales evaluados, excepto para InCoris TZI. Estos hallazgos les hicieron concluir que, a excepción de InCoris TZI, iGOS Repair ofrece una

mayor resistencia de unión, destacando la relevancia del sistema de reparación y del material en la efectividad de la reparación de fracturas.

Iglesias et al.,¹⁴ durante el año 2020, desarrollo una indagación en España, el cual tuvo como propósito analizar la resistencia al corte y el índice de adhesivo remanente al comparar un sistema adhesivo convencional con dos sistemas adhesivos innovadores que simplifican el proceso clínico, aplicados tanto en técnicas de adhesión directa como indirecta. Se emplearon 72 premolares humanos, distribuidos en seis grupos de 12 muestras cada uno. Los tres primeros grupos (G1, G2, G3) fueron sometidos a una técnica directa, mientras que los grupos restantes (G4, G5, G6) emplearon una técnica indirecta. Los grupos G1 y G4 utilizaron un composite con primer de grabado ácido convencional (XT); los grupos G2 y G5 usaron un adhesivo autograbante (BO), y los grupos G3 y G6 recibieron un tratamiento de grabado ácido seguido de un composite autoadhesivo (OC). Todos los grupos fueron sometidos a termociclado. La resistencia al corte se evaluó con una máquina universal de pruebas y el ARI se examinó bajo una magnificación de 4×. Los resultados revelaron diferencias estadísticamente significativas entre los tres sistemas adhesivos, con los valores más altos de resistencia observados en el grupo XT G1 (13.54 ± 4 MPa) y los valores más bajos en el grupo BO G2 (5.05 ± 2 MPa). No se encontraron diferencias significativas entre las técnicas de adhesión directa e indirecta en los grupos comparados. El tipo de primer y material adhesivo tuvo un impacto significativo en el SBS, con los valores obtenidos con adhesivos autograbantes situándose por debajo del rango mínimo recomendado para uso clínico (5.9–7.8 MPa). Concluyeron que, no se evidenciaron diferencias entre las técnicas de adhesión indirecta y directa. Los grupos tratados con adhesivos autograbantes y BO exhibieron los puntajes más bajos de ARI (0–1). Se requieren investigaciones clínicas adicionales para comparar estos resultados en condiciones in vivo.

Isolan et al.,¹⁵ en 2020, en Brasil, tuvo como fin examinar el impacto de diversos protocolos adhesivos en la resistencia de unión (SBS) de resinas compuestas para aplicaciones indirectas en reparaciones de composites de relleno masivo o composites nanoparticulados convencionales. Se prepararon 48 especímenes cilíndricos de resina compuesta para uso indirecto, se sometieron a un proceso de envejecimiento y se distribuyeron aleatoriamente en cuatro grupos (n = 12): un grupo control sin tratamiento adhesivo y tres grupos experimentales: uno con Silano y Adhesivo Scotch Bond Multipurpose (S + SBMP), otro con Tetric N Bond Universal (TBU) y el último con Single Bond Universal (SBU). Las superficies tratadas fueron restauradas utilizando dos resinas compuestas distintas: Filtek Bulk-Fill y Filtek Z350XT. Posteriormente, los especímenes fueron evaluados mediante la prueba de SBS, y los datos obtenidos fueron analizados mediante el test ANOVA sobre rangos y el test de Tukey. No se

observaron diferencias estadísticamente significativas entre los dos tipos de resinas empleadas para la reparación. No obstante, para ambas resinas, el grupo tratado con S + SBMP presentó los valores de resistencia más elevados ($p < 0.001$). Los grupos TBU y SBU no exhibieron diferencias estadísticas significativas entre sí. El pretratamiento con un agente de acoplamiento de silano y una capa de adhesivo hidrofóbico demostró una mejora considerable en la resistencia de unión para reparaciones realizadas con resina compuesta para uso indirecto.

Ağan y Terzioğlu¹⁶ en 2020, en Turquía, en su estudio tuvieron como propósito analizar la resistencia al corte de resinas compuestas y porcelanas de disilicato de litio sobre esmalte sometido a blanqueo, evaluando su desempeño tanto 1 día como 2 semanas después del tratamiento, utilizando diferentes cementos adhesivos de resina. Se prepararon 84 superficies planas de esmalte extraídas de incisivos humanos y se asignaron a un grupo de control y a dos grupos de blanqueo, con evaluaciones realizadas al día siguiente (Grupo II) y a las 2 semanas (Grupo III). Cada grupo se subdividió en cuatro subgrupos, basándose en el tipo de cemento utilizado: fotocurable o de curado dual, aplicado a bloques de disilicato de litio o a resina compuesta. Los especímenes fueron sometidos a un ciclo térmico y la resistencia al corte se evaluó mediante una máquina universal de pruebas. Los resultados revelaron que el grupo de control exhibió una resistencia al corte significativamente superior en comparación con los grupos de blanqueo, siendo el Grupo II el que presentó los valores más bajos. No se encontraron diferencias significativas entre los materiales compuestos y cerámicos. No obstante, el cemento de resina de curado dual mostró una resistencia al corte inferior a la del cemento fotocurable. El blanqueo redujo la resistencia de unión, la cual fue superior después de 2 semanas.

Base teórica:

Resinas dentales:

Los composites, también denominados resinas compuestas, constituyen materiales sintéticos de amplio uso en el ámbito odontológico, los cuales han experimentado una notable evolución a lo largo del tiempo. Estos materiales están conformados por una combinación de elementos que, tras diversas modificaciones y refinamientos, han dado lugar a resinas con una resistencia significativamente superior y cualidades estéticas optimizadas. Entre las mejoras más sobresalientes se encuentran la reproducción precisa de los matices cromáticos dentales, así como avances en la translucidez y opacidad, lo que permite que las restauraciones logren una mimetización más fidedigna con los dientes naturales, tanto en su apariencia como en su funcionalidad.¹⁷

En sus primeras aplicaciones, el empleo de las resinas compuestas se limitaba principalmente a restauraciones en el sector anterior, donde la estética desempeñaba un rol primordial. Sin

embargo, los continuos avances en el campo odontológico, en particular la incorporación de la nanotecnología, han posibilitado la optimización de sus propiedades físico-mecánicas de manera significativa. Esto ha permitido que las resinas se utilicen no solo en procedimientos estéticos, sino también en zonas sometidas a una mayor carga masticatoria, como los dientes posteriores. En la actualidad, las resinas compuestas han sustituido de manera integral a las amalgamas de plata en numerosas restauraciones dentales, proporcionando una solución tanto funcional como estética que resulta altamente satisfactoria para los pacientes.¹⁸

Composición de las resinas:

El material se encuentra conformado por una matriz orgánica polimerizable, complementada por partículas de relleno inorgánico con diversas composiciones químicas. Estas partículas se cohesionan gracias a la intervención de un agente de acoplamiento, el silano, el cual favorece su integración, dotando al compuesto de las características mecánicas y ópticas idóneas para la restauración de piezas dentales que han sufrido la pérdida parcial de su estructura. Adicionalmente, se incorporan otros aditivos que no solo facilitan un proceso de polimerización eficiente, sino que también optimizan la viscosidad del material, perfeccionando su manipulación y aplicabilidad en tratamientos odontológicos.¹⁹

Fase orgánica:

La matriz orgánica de las resinas dentales está compuesta por una matriz de monómeros polimerizables. Estos monómeros, que son compuestos orgánicos, se transforman en una red polimérica bajo la acción de un activador, ya sea lumínico o térmico, lo que permite que la resina se solidifique y adquiera su configuración final. Entre los monómeros más empleados se encuentran el bis-GMA (bisfenol A-glicidil metacrilato), el UDMA (uretano dimetacrilato) y el TEGDMA (tri-etilenglicol dimetacrilato).¹⁹

Esta fase orgánica confiere al material una flexibilidad que facilita su manipulación previa a la polimerización, permitiendo una aplicación precisa en las cavidades dentales. Sin embargo, dado que esta fase por sí sola carece de la resistencia adecuada, se requiere la integración de la fase inorgánica para proporcionar al compuesto la dureza y robustez necesarias.²⁰

Fase inorgánica:

Los materiales de relleno empleados en las resinas compuestas se clasifican en función de su morfología, composición química y tamaño. Entre los tipos de relleno se incluyen sílice coloidal, cuarzo y vidrio de sílice dopado con bario (Ba), estroncio (Sr) y zirconio (Zr), los cuales se manufacturan en una gama de tamaños y mediante diversos métodos de elaboración. Es imperativo que el tamaño de las partículas sea lo más reducido posible, idealmente cercano a 0,5 μm , dado que una disminución en el tamaño de las partículas favorece la integración del

relleno con la matriz de la resina, optimizando así propiedades como la contracción durante la polimerización y la minimización de la filtración marginal.¹⁷

A pesar del desarrollo de sistemas adhesivos de un solo paso, diseñados para facilitar la adherencia de la resina a la estructura dental mediante materiales autograbantes que actúan simultáneamente como ácido grabador, adhesivo y acondicionador, estos presentan limitaciones. Los estudios in vitro han evidenciado que su resistencia a la tracción no supera los 20 MPa, en contraste con los sistemas de tres pasos, que alcanzan una resistencia promedio de 31 MPa.²⁰

Clasificación de las resinas:

En base a la función: Las resinas dentales se dividen en varias categorías según su función²¹:

Las Resinas de Restauración Estética: se subdividen en resinas compuestas estéticas, diseñadas para aplicaciones visibles en los dientes anteriores, replicando con precisión el color y la translucidez del esmalte dental natural para lograr una integración estética óptima, y resinas de recubrimiento estético, utilizadas para mejorar la apariencia de dientes que presentan decoloración o desgaste, restaurando así su apariencia original.

Resinas de Restauración Estructural: Se encuentran las resinas compuestas de carga alta, formuladas para soportar las intensas fuerzas masticatorias en los dientes posteriores mediante un elevado contenido de partículas de relleno que incrementan su resistencia, y resinas de restauración de base o núcleo, que se emplean para reconstruir dientes gravemente deteriorados, proporcionando una base sólida antes de la colocación de una corona.

Selladores Dentales se aplican en fosas y fisuras para prevenir la aparición de caries en los dientes posteriores, destacándose por su capacidad de adaptación superior y su función preventiva, protegiendo así los dientes de futuros daños.

En base al tamaño de las partículas:

Resinas de Macroparticuladas: Los composites macroparticulados están constituidos por partículas de vidrio de bario o estroncio en su formulación. Este tipo de resinas ha quedado en desuso debido al elevado tamaño de las partículas inorgánicas, que resulta en una finura superficial deficiente. Esta limitación provoca una mayor rugosidad externa y una capacidad de pulido insatisfactoria, lo que conlleva a un acabado estético subóptimo y una mayor propensión a la acumulación de placa y manchas. En consecuencia, estos composites macroparticulados se consideran inferiores en comparación con las resinas dentales más avanzadas, que proporcionan una integración más refinada y una durabilidad superior, cumpliendo con estándares estéticos y funcionales más exigentes.²²

Resinas de Microparticuladas: Estas resinas se distinguen por presentar partículas de tamaño intermedio, aproximadamente de 0,04 μm . Se caracterizan por su sobresaliente capacidad de pulido, preservando una superficie lustrosa y refinada durante un extenso período, lo cual las ha consolidado como una opción predominante en la actualidad. No obstante, el proceso de fabricación de estas resinas microparticuladas restringe la incorporación de cargas, lo que deteriora sus propiedades mecánicas y limita su aplicabilidad en reconstrucciones sometidas a cargas severas.²³

Resinas híbridas: Los composites híbridos emergieron como una refinada evolución de las resinas anteriores, integrando rellenos macro y microparticulados que proporcionan características mecánicas y ópticas avanzadas junto con una mayor resistencia al desgaste. Inicialmente, el cuarzo, uno de los rellenos utilizados, fue reemplazado debido a su elevada abrasividad sobre el esmalte y su deficiente radioopacidad. En su lugar, se introdujeron rellenos compuestos por cristales de bario e iterbio/itrio trifluoruro. La última generación de estos composites híbridos incorpora partículas de vidrio de dimensiones submicrométricas y pequeñas cantidades de sílice coloidal (en el rango de 10-50 μm y 10-50 nm), lo que resulta en una reducción en la contracción, una optimización en el pulido y una estética notablemente mejorada.²⁴

Resinas con Nanoparticuladas: La nanotecnología se centra en la investigación de partículas con dimensiones que oscilan entre 0,01 y 100 nm, abarcando desde escalas atómicas hasta distancias cercanas a la longitud de onda de la luz visible. Este avance paradigmático facilitó la síntesis de nanopartículas, lo que permitió la introducción de características innovadoras en los composites. Con la expansión de la nanotecnología, emergieron composites que incorporan fases inorgánicas con tamaños distintivos de entre 10 y 100 nm. Debido a su elevado contenido de relleno y a la minimización de la matriz de resina, los composites con nanorrellenos redujeron la contracción durante la polimerización, a la vez que mejoraron notablemente tanto la resistencia mecánica como la estética del material.²⁵

Propiedades de las resinas compuestas

Textura superficial: Este término alude a la homogeneidad del compuesto, específicamente a la uniformidad superficial de los composites, la cual está intrínsecamente vinculada a factores como el tamaño y la densidad de las moléculas de relleno. Además, es imperativo emplear un procedimiento de acabado y pulido meticuloso para lograr esta uniformidad. Los composites con superficies rugosas pueden promover la retención de placa dentobacteriana, lo que podría inducir una irritación mecánica en áreas cercanas a los tejidos gingivales. Durante el proceso de pulido de la resina, se disminuye la energía superficial, dificultando así la adhesión de la

placa bacteriana. Para prolongar la longevidad del composite, es esencial eliminar la capa inhibida que se forma durante el pulido.²⁶

Resistencia al Desgaste: Esta propiedad se refiere a la capacidad de los composites dentales para resistir el daño causado por factores externos, como la fricción derivada del contacto entre piezas dentales, alimentos, o instrumentos de higiene oral, tales como las cerdas del cepillo dental y los mondadientes. Aunque el deterioro no se manifiesta de inmediato, su efecto progresivo puede alterar la estructura anatómica de las restauraciones, acortando así su longevidad. Esta cualidad está intrínsecamente asociada con la morfología, el tamaño y la capacidad de las partículas de relleno, así como con la ubicación de la reconstrucción dentro de la cavidad bucal y el tipo de contacto oclusal que experimenta, los composites con un contenido elevado de relleno, partículas de menor tamaño y una mayor dureza en sus componentes exhiben una menor abrasividad.²⁷

Resistencia a la Fractura: Los composites pueden experimentar fracturas de diversas maneras cuando se someten a elevadas tensiones. Esta susceptibilidad a la fractura está intrínsecamente relacionada con la concentración de moléculas de relleno presentes en el composite. La resistencia a la compresión del material se ve significativamente influenciada por la cantidad y disposición de estas partículas. Para alcanzar una resistencia superior a la compresión y mejorar la capacidad del composite para soportar cargas extremas sin fracturarse, se incrementa la densidad de las moléculas de relleno incorporadas en la matriz del material. Al aumentar la cantidad y optimizar la distribución de estos rellenos, se fortalece la estructura del composite, lo que resulta en una mayor estabilidad y durabilidad bajo condiciones de alta presión.²⁸

Estética del color: Estos materiales presentan excepcionales cualidades estéticas, posicionándolos como la alternativa preeminente para reconstrucciones estéticas en la región anterior. La vasta gama de matices disponible permite que las restauraciones se integren de manera casi imperceptible con el tejido dental circundante. Para lograr una restauración de alta calidad estética, es imperativo considerar factores cruciales del compuesto, tales como su cromaticidad, translucidez, opacidad, metamerismo, fluorescencia, opalescencia y lustre.²⁹

Sistemas adhesivos:

El adhesivo odontológico es un agente diseñado para establecer una cohesión óptima entre la estructura restaurativa y el tejido dentario. La aparición y evolución de estos materiales ha transformado profundamente el ámbito de la odontología, facilitando restauraciones con una estética superior y procedimientos menos invasivos, al permitir la integración efectiva entre el tejido dental y el material restaurador. Esta capacidad de adhesión es aplicable tanto en restauraciones directas como indirectas. Así, los adhesivos adquieren un protagonismo esencial

en la odontología contemporánea, siendo imprescindible que el profesional adquiriera un conocimiento exhaustivo de sus propiedades para ejecutar con precisión cada intervención clínica, garantizando el éxito de los tratamientos.³⁰

Las técnicas adhesivas requieren la ejecución de procedimientos minuciosos y técnicamente complejos, demandando del profesional un conocimiento exhaustivo de los diversos sistemas adhesivos disponibles. En los últimos años, la industria ha desarrollado sistemas adhesivos de vanguardia, concebidos para optimizar su aplicación, minimizando la cantidad de etapas necesarias para su implementación. Esta evolución pretende simplificar el procedimiento técnico, haciéndolo más accesible y manejable para el clínico, sin sacrificar la excelencia en los resultados obtenidos en los tratamientos odontológicos.³¹

Resistencia al cizallamiento:

La fuerza requerida para inducir una fractura en la interfase de unión entre dos materiales se define como aquella necesaria para comprometer la cohesión estructural de dicha unión, cuando se aplican tensiones paralelas en direcciones contrapuestas. Esta medición es crucial para evaluar la durabilidad y el rendimiento de los materiales adhesivos, particularmente en el ámbito odontológico, donde una adhesión sólida es fundamental para garantizar la longevidad y funcionalidad de las restauraciones.³² A pesar de los numerosos estudios y avances en este campo, persiste la búsqueda de un protocolo universal y una metodología óptima para evaluar dicha resistencia. Se continúa desarrollando pruebas y técnicas más precisas que permitan no solo cuantificar la resistencia al desprendimiento, sino también ofrecer un enfoque estandarizado que garantice resultados consistentes y reproducibles en diversos entornos clínicos y de laboratorio. La variabilidad en los métodos de ensayo sigue representando un desafío, lo que ha motivado una constante exploración en pos de un estándar de evaluación más riguroso y eficiente.³³

Tratamiento de superficie:

El tratamiento de superficie dental abarca una variedad de técnicas y procedimientos diseñados para modificar las propiedades físicas y químicas de las superficies dentales, con el propósito de mejorar la eficacia y longevidad de los materiales restauradores. Entre estos procedimientos se encuentran el microarenado, que utiliza partículas abrasivas para texturizar la superficie dental, facilitando la adhesión de materiales restauradores al remover una capa superficial de esmalte o dentina. El grabado ácido, por otro lado, aplica ácido fosfórico para crear una rugosidad micrométrica en el esmalte o dentina, aumentando así la superficie de contacto para una mejor adhesión de los materiales dentales. Además, la aplicación de agentes de acoplamiento, como los silanos, juega un papel crucial al formar enlaces químicos entre el

material restaurador y la superficie dental, asegurando una unión robusta y duradera. Estos métodos preparatorios son esenciales para asegurar una adecuada integración del material restaurador con el diente, garantizando que las restauraciones sean efectivas y duraderas.³⁴

Micro arenado: El microarenado se ha establecido como un procedimiento esencial dentro de los protocolos adhesivos de resinas, diseñado para mitigar la prevalencia de fallas adhesivas mediante la alteración de la superficie de unión. Este método ha demostrado ser sumamente eficaz para la eliminación meticulosa de esmalte o dentina, siendo indispensable en diversos tratamientos odontológicos. Su capacidad para realizar esta eliminación con precisión y en volúmenes restringidos lo convierte en una técnica congruente con los principios de la odontología mínimamente invasiva.³⁵

Oxido de aluminio: Las resinas dentales que integran óxido de aluminio constituyen un avance notable en la formulación de materiales restauradores. El óxido de aluminio (Al_2O_3), con su reconocida dureza y resistencia al desgaste, confiere a las resinas dentales propiedades mecánicas altamente mejoradas. Su inclusión incrementa la resistencia a la abrasión y a la deformación bajo carga, atributos cruciales para soportar las fuerzas masticatorias intensas. Aunque el óxido de aluminio tiene una opacidad inherente, su combinación con otros componentes permite obtener restauraciones que no solo son funcionales sino también estéticamente refinadas. En definitiva, estas resinas proporcionan una durabilidad y rendimiento excepcionales, optimizando tanto la funcionalidad como la estética de las restauraciones dentales.³⁶

Silano: Los silanos desempeñan una función primordial en la humectación de la superficie, optimizando la penetración del agente adhesivo en el sustrato. Estos agentes de acoplamiento a base de silano poseen la capacidad de establecer enlaces covalentes con las partículas de relleno y de interactuar con los grupos metacrilato presentes en el material de reparación. De acuerdo con una revisión sistemática, la aplicación de adhesivos y agentes de acoplamiento como el silano es crucial para mejorar la cohesión de las reparaciones, particularmente cuando se han aplicado tratamientos físicos, tales como el fresado, a materiales que han experimentado un envejecimiento.³⁷

Polimerización

Al someter una resina compuesta a una lámpara de luz visible, meticulosamente calibrada para emitir una longitud de onda precisa, se inicia el proceso de polimerización. Este proceso físico-químico transforma los monómeros presentes en la resina en polímeros, permitiendo que el material pase de una consistencia semifluida a una estructura suficientemente sólida para soportar las cargas masticatorias. Las resinas fotopolimerizables se encuentran en envases

opacos que previenen la exposición a la luz, permaneciendo inalteradas hasta ser activadas por longitudes específicas de radiación. La mayoría de las resinas compuestas fotoactivadas contemporáneas utilizan la canforoquinona como fotoactivador, la cual se excita mediante luz azul visible con una longitud de onda próxima a 470 nm. La radiación fuera de este espectro genera calor sin contribuir de manera significativa a la conversión de los monómeros en polímeros.³⁸

Materiales y métodos

La investigación se situó en el ámbito de la investigación básica, cuyo propósito fue la generación de conocimientos fundamentales sobre un tema particular. En este tipo de estudios, las contribuciones teóricas y estadísticas revisten una importancia primordial para el avance del campo científico en cuestión.³⁹

Así también el diseño fue experimental comparativo, donde el investigador controla y manipula las variables independientes para observar su impacto en las variables dependientes. Este tipo de diseño se utiliza para establecer relaciones causales entre factores y efectos, y es común en estudios donde se comparan tratamientos bajo condiciones controladas.³⁹

El grupo de estudio estuvo conformado por los especímenes constituidos por terceras molares más restauraciones indirectas de resina que cumplan con los criterios de selección.

En cuanto a los criterios de selección, los criterios de inclusión de los molares fueron, Molares humanos permanentes extraídos recientemente (no más de 3 meses en suero). Molares sin caries, fracturas, restauraciones previas o tratamientos endodónticos. Molares con raíces completas y desarrollo radicular completo.

Con respecto a los criterios de exclusión, molares que hayan sido sometidos a cualquier tipo de tratamiento odontológico invasivo, como restauraciones, endodoncias, colocación de coronas, o tratamientos periodontales, que puedan haber alterado la estructura dentaria original. Molares con desgaste excesivo en las cúspides o la superficie oclusal que alteran la geometría original del diente y afectan la preparación y adhesión del espécimen.

En cuanto a los criterios de inclusión del disco, discos con dimensiones precisas (6 mm de diámetro y 3 mm de altura) verificadas con instrumentos de medición calibrados. Superficies de los discos sin defectos visibles, tales como porosidad o irregularidades en los bordes.

Así también, los criterios de exclusión del disco fueron, discos con burbujas, grietas o irregularidades en la superficie que afectan la adherencia.

Continuando con los criterios de inclusión del espécimen, espécimen con disco adherido de forma centrada y sin desplazamiento en la superficie del molar. Adhesión entre el disco y la

superficie dentinaria de la molar. Superficie del molar previamente tratada de acuerdo con los protocolos establecidos en el estudio (p. ej., grabado ácido o aplicación de agente adhesivo).

Los criterios de exclusión del espécimen, especímenes en los que se detecten grietas, fracturas, porosidades, o cualquier tipo de defecto estructural en el disco o en el molar tras la adhesión, que pueden influir negativamente en los resultados de las pruebas. Si el espécimen entra en contacto con sustancias químicas externas, como disolventes o agentes de limpieza, que pueden alterar las propiedades del adhesivo o las características de la superficie del molar y disco.

Así también los criterios de eliminación fueron, si el disco se desprende del molar durante la preparación o el almacenamiento antes de realizar la prueba de resistencia al cizallamiento. Si el molar o el disco presentan fracturas visibles o fisuras después de la adherencia, pero antes de someterse a la prueba. Especímenes en los que el disco no esté correctamente centrado o esté visiblemente desalineado en la superficie del molar. Si el espécimen muestra una separación parcial o total entre el disco y el molar durante la manipulación previa al ensayo. Si el espécimen ha sido afectado por cambios en el ambiente de almacenamiento (humedad, temperatura) que comprometen la estabilidad del adhesivo o la estructura del molar y disco.

La muestra tuvo 5 grupos, donde el tamaño de muestra fue 10 molares por cada Grupo, y la muestra total fue de 50 molares. Se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia, el cual es una metodología de selección de muestras en la que los participantes son escogidos de forma no aleatoria, fundamentándose en la conveniencia y accesibilidad para el investigador.⁴⁰

En este estudio la prueba piloto fue realizada para estandarizar los procedimientos, descubrir y resolver problemas operativos antes del estudio principal, como la manipulación de los especímenes u otros inconvenientes que se presenten. Para ello, se definieron objetivos claros, se seleccionaron los materiales adecuados, se establecieron las condiciones de prueba y se calibraron los equipos necesarios para el desarrollo de la investigación.

El proyecto de investigación fue sometido al comité de ética en investigación de la Facultad de Medicina de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo para su evaluación y aprobación (Anexo 2)

Estos dientes fueron entregados previo consentimiento del paciente (Anexo 4). Este estudio se comprometió en garantizar la integridad de los participantes, teniendo en cuenta su disposición o no, de realizar el estudio. Las terceras molares extraídas fueron recolectadas por motivos ortodóncicos, motivos protésicos, mal posición dentaria o indicación clínica. Estos dientes fueron donados de un consultorio odontológico de la ciudad de Trujillo. Para la

ejecución de la presente investigación se siguieron los principios de la declaración de Helsinki de la Sociedad Medica Mundial.

Además, el proyecto de investigación fue evaluado a través del software Turnitin, el cual detectó un porcentaje de similitud de 9% que se encuentra dentro del límite permitido (Anexo 6)

Con respecto a la preparación de la muestra, los dientes fueron sometidos al ultrasonido (UDS E LED, WOODPECKER, China) para remover cálculo dental y restos de tejidos, posteriormente serán sumergidos en suero fisiológico por un plazo máximo de 3 meses.

La superficie radicular de los dientes se sumergió en unos cilindros de PVC de 14 mm de diámetro con resina acrílica autopolimerizable ⁹.

Posterior a eso se realizó un corte transversal 2mm por encima de UCA con una disco de diamante (JOTA, Suiza) y una turbina de baja velocidad (NSK, Japón)

La superficie dentinaria fue tratada de la siguiente manera: grabado ácido fosfórico 37% (Condac 37 FGM, Brasil) por 15 segundos, lavado por 20 segundos con abundante agua, secado de la superficie dentinaria por 20 segundos. Se aplicó una de 1 gota de Adhesivo Universal (Ambar Universal APS FGM, Brasil) y se friccionó por 10 segundos, y se aplicó aire por 10 segundos para volatilizar el solvente y se polimerizó por 40 segundos con una unidad de luz LED (Elipar DeepCure L,3M, USA) a una intensidad de 1470mw/cm² según el fabricante.

En cuanto a la conformación de los grupos, los 5 grupos aleatoriamente (sin tratamiento de superficie, arenado con oxido de aluminio, arenado con oxido de aluminio + silano, arenado con oxido de aluminio + adhesivo fotopolimerizado y arenado con oxido de aluminio + adhesivo sin fotopolimerizar) correspondientes a los tratamientos de superficie a tratar.

Se realizaron 50 discos de resina utilizando una matriz, de 6mm de diámetro y 3mm de altura, en los cuales se realizó las preparaciones correspondientes:

- Grupo 1: sin tratamiento de superficie
- Grupo 2: Arenado con oxido de aluminio
- Grupo 3: arenado con oxido de aluminio + silano
- Grupo 4: arenado con oxido de aluminio + silano + adhesivo fotopolimerizado
- Grupo 5: arenado con oxido de aluminio + silano + adhesivo sin fotopolimerizar

En cuando a la cementación de las muestras, cada disco de resina se cementó a la superficie dentinaria de las molares usando resina Z250 (3M, USA) precalentada a 60° con el calentador ENA HEAT de Micerium, horno de resina que fue encendido 10 minutos antes de su uso y que permite calentar jeringas e instrumentos a 39°C (temperatura ideal para moldear) y 50°C (para

cementar) ⁴⁰. Seguido a esto, se colocó sobre el disco de resina una pesa de 750g. ⁴¹ y posteriormente, se retirarán los excesos de resina con un pincel para liberar la superficie del sobrante.

Continuando con la prueba de cizallamiento, los especímenes se sometieron a la prueba mecánica de cizallamiento, con ayuda de una máquina de ensayo universal modelo CMT5L marca LG la cual mide en Micropascales. Se anotaron los datos en la ficha de recolección de datos (Anexo 3) en forma separada para evaluar la resistencia al cizallamiento y luego procesarlos estadísticamente.

En cuanto al plan de procesamiento y análisis de datos, para evaluar y comparar la resistencia adhesiva al cizallamiento de restauraciones indirectas de resina entre diferentes tratamientos, se verifican los supuestos y técnicas de comparación múltiple. Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk para cada uno de los grupos experimentales, con el fin de verificar si los datos de cada tratamiento siguen una distribución normal, lo cual constituye un supuesto fundamental para la aplicación del análisis de varianza (ANOVA). La elección de esta prueba se basó en su buena sensibilidad con tamaños muestrales pequeños ($n \approx 10$ por grupo). Se aplicó la prueba de Levene para determinar si las varianzas entre los grupos eran homogéneas. Este análisis es esencial para validar uno de los supuestos clave del ANOVA. Se eligió la versión centrada en la mediana por su mayor robustez frente a datos no normales.

La investigación fue sometido al comité de ética en investigación de la Facultad de Medicina de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo para su evaluación y aprobación. Las piezas dentales fueron donadas de los consultorios odontológicos, las cuales habrían sido extraídas por motivos ortodónticos o por mal posición dentaria. Estas piezas dentales fueron entregadas previo consentimiento del paciente (Anexo 4). Este estudio se comprometió a garantizar la integridad de las participantes, teniendo en cuenta su disposición o no de realizar el estudio. Las muestras dentales recolectadas fueron piezas premolares extraídas por motivos ortodónticos, respetando la vida humana, estas piezas dentales serán donadas de los consultorios odontológicos de la ciudad de Chiclayo. Además, el proyecto de investigación fue evaluado a través del software Turnitin, el cual detectó un porcentaje de similitud 15% que se encuentra dentro del límite permitido.

Resultados y discusión

En esta sección se presentan los hallazgos obtenidos a partir del análisis estadístico de los datos recolectados durante la fase experimental. Cada grupo de estudio fue evaluado en función

de la resistencia adhesiva al cizallamiento de las restauraciones indirectas de resina, bajo diferentes protocolos de tratamiento de superficie.

Tabla 1 Resistencia adhesiva al cizallamiento de restauraciones indirectas de resina.

Tratamiento	n	Media (MPa)	DE (MPa)	Mediana	Mínimo	Máximo	P
Sin tratamiento	10	3.322	1.504	3.14	1.52	6.46	0.220
Arenado con óxido de aluminio	10	4.094	0.725	4.415	2.61	4.78	
Arenado + silano	10	4.354	0.818	4.35	3.47	5.98	
Arenado + adhesivo polimerizado	10	4.04	0.486	4.085	3.36	4.89	
Arenado + adhesivo sin polimerizar	10	3.915	1.106	3.69	2.66	6.11	

El p-ajustado > 0.05 por tanto ningún par de grupos presenta diferencia de medias (ver Anexo 8).

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. La combinación de arenado con silano (Grupo 3) mostró la media más alta de resistencia adhesiva al cizallamiento (4.35 MPa), aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa. El análisis ANOVA arrojó $p = 0.220$, confirmando que no se puede rechazar la hipótesis nula de igualdad de medias.

Discusión:

Los resultados obtenidos en este estudio revelaron que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos evaluados respecto a la resistencia adhesiva al cizallamiento. Aunque se observaron variaciones numéricas entre ciertos pares de comparación, estas no fueron suficientes para considerar que algún tratamiento de superficie ofreciera una ventaja notable sobre otro. Este hallazgo invita a reflexionar sobre la eficacia real de los protocolos empleados en restauraciones indirectas, así como sobre la estabilidad adhesiva que estos podrían ofrecer en condiciones clínicas.

En contraste con lo encontrado, Ahmed et al.⁹ exploraron la resistencia adhesiva de distintos materiales restauradores, encontrando diferencias claras en los valores de adhesión entre una resina compuesta nanorrellena y otros materiales como el ionómero de vidrio modificado con resina y un recubrimiento bioactivo. Sin embargo, vale la pena señalar que algunas

comparaciones tampoco mostraron diferencias estadísticamente significativas, lo cual resalta un punto en común: las diferencias en los valores de adhesión no siempre se traducen en efectos estadísticamente significativos, lo cual puede depender del tipo de superficie, del número de muestras y del método de aplicación del adhesivo. En este sentido, si bien diferimos en los resultados globales, coincidimos parcialmente en que la ausencia de significancia es un hallazgo posible en este tipo de evaluaciones.

Ahora bien, nuestros resultados encuentran resonancia con estudios como el de Andermatt y Özcan¹¹, quienes, al evaluar la resistencia adhesiva mediante microcizallamiento en distintas regiones anatómicas del diente, tampoco encontraron diferencias significativas en la mayoría de sus comparaciones. Si bien se observaron ciertas tendencias, estas no alcanzaron valores estadísticamente relevantes, lo que refuerza la idea de que, en algunos casos, la técnica de aplicación y el tipo de adhesivo pueden no modificar sustancialmente los niveles de adhesión alcanzados. De igual modo, Sadek et al.¹⁰ coincidieron al reportar que los tratamientos con partículas de óxido de aluminio y silano ofrecieron buenos niveles de adhesión, sin que las diferencias fueran marcadamente significativas entre los tipos de resinas utilizadas. Esta aparente uniformidad en los resultados podría explicarse, como en nuestro caso, por una adecuada compatibilidad entre el adhesivo y el sustrato, que genera un desempeño estable incluso bajo protocolos distintos.

Por su parte, Ortiz⁷ expresó que la resistencia adhesiva se puede mantener en niveles adecuados siempre que haya un buen manejo del material y una correcta adaptación marginal. Esta conclusión es coherente con nuestros hallazgos, ya que sugiere que la técnica operatoria y la estabilidad del entorno clínico podrían jugar un rol igual o más relevante que el tipo de tratamiento superficial.

No obstante, al contrastar con autores como Ayşe et al.¹³ e Isolan et al.¹⁵, nuestros hallazgos se alejan de los resultados reportados. Estos investigadores sí encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los distintos protocolos adhesivos. Ayşe et al., por ejemplo, reportaron que el sistema iGOS Repair superó al Clearfil Repair en casi todos los materiales evaluados. En tanto que Isolan et al. observaron que el uso combinado de silano y adhesivo Scotchbond Multipurpose incrementó significativamente la resistencia adhesiva, en comparación con otros sistemas. Estas diferencias pueden explicarse por varias razones: sus estudios evaluaron protocolos de reparación sobre superficies envejecidas, consideraron otras variables como el tipo de resina empleada, y utilizaron muestras con diferentes condiciones previas.

La ausencia de diferencias significativas en nuestro estudio puede deberse a varios factores, los tratamientos empleados podrían compartir un mecanismo de acción lo suficientemente similar como para generar niveles comparables de adhesión. Así también, la estandarización de las muestras y la aplicación meticulosa de los protocolos pueden haber contribuido a minimizar las variaciones. Finalmente, es posible que el sistema adhesivo utilizado haya sido suficientemente eficiente en todos los casos, lo cual redujo la posibilidad de que un tratamiento se impusiera claramente sobre otro. Estas condiciones sugieren que, en contextos bien controlados, los distintos tratamientos pueden ser igualmente viables, y que, en la práctica clínica, factores como la técnica operatoria, el sellado marginal y el envejecimiento real pueden tener un peso mayor en la longevidad restauradora. El hecho de que algunos autores reporten diferencias significativas y otros no, como ocurre también en nuestra investigación, evidencia que la resistencia adhesiva no depende únicamente del tipo de tratamiento superficial. Factores como el tiempo de envejecimiento, el tipo de sustrato, la preparación previa de las superficies, el tipo de adhesivo y la técnica operatoria pueden influir decisivamente en el resultado final. Por ello, es fundamental considerar la integración de estos factores en futuros estudios, así como la necesidad de estandarizar criterios metodológicos para permitir comparaciones más consistentes entre investigaciones similares. Nuestro estudio aporta a esta discusión desde una perspectiva donde la uniformidad de resultados refleja no debilidad metodológica, sino posibles equivalencias clínicas entre distintos tratamientos.

Conclusiones

El estudio evidenció que no existieron diferencias significativas en la resistencia adhesiva al cizallamiento entre los distintos tratamientos evaluados en restauraciones indirectas de resina, lo que indica que todos los protocolos ofrecen un comportamiento adhesivo similar bajo condiciones controladas.

Recomendaciones

Se recomienda implementar protocolos adhesivos que incluyan tratamiento mecánico y químico de superficie, especialmente la combinación de arenado con silano, para optimizar la longevidad clínica de las restauraciones indirectas de resina.

Es aconsejable que los profesionales de la odontología consideren no solo los materiales restauradores, sino también el tipo de superficie y el protocolo de aplicación, ya que estos factores influyen directamente en el éxito del tratamiento.

Se sugiere la realización de estudios in vivo que evalúen la resistencia adhesiva en condiciones clínicas reales, considerando factores como el envejecimiento térmico, humedad bucal, estrés masticatorio y tiempo de función.

Futuras investigaciones podrían explorar la interacción entre distintos sistemas adhesivos, tipos de resina y métodos de fotopolimerización para establecer protocolos más eficientes y clínicamente reproducibles.

Referencias

1. OMS. La OMS destaca que el descuido de la salud bucodental afecta a casi la mitad de la población mundial [Internet]. 2022 [citado 10 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news/item/18-11-2022-who-highlights-oral-health-neglect-affecting-nearly-half-of-the-world-s-population>
2. Lucian-Codruț B, Irina-Maria G, Paula P, Loredana M, Mihai M, Alexandru-Andrei I. The Use of Unimatrix^R Matrix System for Restoration of Interdental Contact Points – Case Report. *ARS Medica Tomitana*. 1 de noviembre de 2019;25(4):157-60.
3. Razo MD, Muñoz R, Oz-Salgado. Restauraciones directas e indirectas con resina de nanorelleno en dientes posteriores. Estudio in vitro. *Revista de la Academia Mexicana de Odontología y Pediatría*. 1 de junio de 2013;25(1):112-21.
4. Kaptan A, Bektaş ÖÖ, Eren D, Doğan DÖ, Mehrican Ş. Influence of different surface treatments on bond strength of a Self-Adhesive resin cement to CAD-CAM materials. *Odvotos International Journal of Dental Sciences*. abril de 2023;25(1):22-32.
5. Blatz MB, Sadan A, Kern M. Resin-ceramic bonding: A review of the literature. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 1 de marzo de 2003;89(3):268-74.
6. Bahadır HS, Polatoğlu S, Tuncer D, Çelik Ç. The comparison of the repair bond strength of the composite resin to direct and indirect composite restorations with different surface preparations. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2023;17(2):101-8.
7. Ortiz CJ, Hidalgo V. Influencia del sellado dentinario inmediato en la resistencia adhesiva. revisión bibliográfica [Internet] [bachelorThesis]. 2023 [citado 10 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/16787>
8. Şahan MH, Peşkersoy C, Kümbüloğlu Ö, Türkün M. Effect of different adhesive systems and silane application on shear bond strength of resin cement to indirect restorations. *Journal of Dental Materials and Techniques*. 1 de junio de 2023;12(2):104-10.
9. Ahmed B, Hamama HH, Mahmoud SH. Microshear Bond Strength of Bioactive Materials to Dentin and Resin Composite. *Eur J Dent*. julio de 2023;17(03):917-23.
10. Abd El Sadek D, Abdel-Fattah WM, Afifi R. Microshear bond strength of indirect composite resin after different surface treatments (in-vitro study). *Alexandria Dental Journal*. 1 de diciembre de 2022;47(3):88-94.
11. Andermatt L, Özcan M. Micro-shear bond strength of resin composite cement to coronal enamel/dentin, cervical enamel, cemento-enamel junction and root cementum with different adhesive systems. *Journal of Adhesion Science and Technology*. 2 de octubre de 2021;35(19):2079-93.
12. Itthipongsatorn N, Srisawasdi S. Dentin microshear bond strength of various resin luting agents to zirconia-reinforced lithium silicate ceramics. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. agosto de 2020;124(2):237.e1-237.e7.

13. Ayşe A, Lamia N, Mehmet K, Aslihan Ü. The micro-shear bond strength of two different repair systems to indirect restorative materials. *STOMATOLOGY EDU JOURNAL*. 1 de enero de 2020;7:233-41.
14. Iglesias A, Flores T, Moyano J, Artés M, Gil FJ, Puigdollers A. In Vitro Study of Shear Bond Strength in Direct and Indirect Bonding with Three Types of Adhesive Systems. *Materials*. enero de 2020;13(11):2644.
15. Isolán CP, Moreira AG, Ribeiro JS, Nakanishi L, Cuevas-Suárez CE. Effect of different adhesive protocols on bond strength between composite resins for indirect use and repair materials. *Journal of Adhesion Science and Technology* [Internet]. 2 de enero de 2020 [citado 10 de septiembre de 2024]; Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01694243.2019.1654699>
16. Ağan H, Terzioğlu H. Evaluation of Shear Bond Strengths of Indirect Composite and Ceramic Restorations to Bleached Enamel. *J Int Dent Sci*. 30 de abril de 2020;6(1):12-21.
17. Merino GJL. Fundamentos para elegir una resina dental. *Odontología Activa Revista Científica*. 17 de diciembre de 2019;4(Esp):57-64.
18. Grandez KJT, Terán CSV, Zubiate FTC. Resistencia a la compresión de las resinas dentales de nanopartículas y suprananopartículas. *Salud & Vida Sipanense*. 12 de diciembre de 2020;7(2):66-75.
19. Roque J. Composición de resinas compuestas de uso directo en operatoria dental en el siglo XXI. 2 de mayo de 2023;12(2):15-23.
20. Cando DFR, Bravo BRM. Estudio comparativo de los diferentes tipos de resinas compuestas y sus usos de acuerdo a su composición. *Revisión de literatura. Anatomía Digital*. 4 de septiembre de 2023;6(3.2):103-22.
21. Zhañay AE. Resinas compuestas evolución y tendencias Cuenca-Ecuador 2021. 2021 [citado 11 de septiembre de 2024]; Disponible en: <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/13532>
22. Gomez DY. Restauraciones con resina compuesta en lesión cariosa clase IV (Según Black). *Universidad Peruana Los Andes* [Internet]. 16 de noviembre de 2021 [citado 11 de septiembre de 2024]; Disponible en: <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/3502>
23. Severo BG de M, Reis TA dos. Classificação das resinas compostas e métodos de acabamento e polimento. *Research, Society and Development*. 4 de junio de 2022;11(7):e54711730257-e54711730257.
24. Jinez PA, García Merino IR, Silva Silva JO. Microfiltración marginal en cavidades clase II restauradas con resinas nano híbridas vs resinas nano híbridas bulk fill. *Estudio in vitro. Odontología*. 2020;22(1):55-65.
25. Costa HB, Almeida L de PA, Silva MS, Gonçalves AR. Dureza superficial de resinas compuestas nanoparticuladas e bulk fill expostas a suplementos nutricionais. *Revista Odontológica do Brasil Central* [Internet]. 5 de agosto de 2019 [citado 11 de septiembre

- de 2024];28(85). Disponible en: <https://robrac.org.br/seer/index.php/ROBRAC/article/view/1312>
26. Alexandra AG. Evaluación de la textura superficial de resinas compuestas de dos diferentes marcas comerciales [Internet] [bachelorThesis]. Universidad Nacional de Chimborazo; 2020 [citado 11 de septiembre de 2024]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/7203>
 27. Tantaleán LA. Resistencia a la compresión de resinas compuestas a diferentes densidades. estudio in vitro. lima – Perú. 2021. Resistance to compression of composite resins at different densities in vitro study lima – Peru 2021 [Internet]. 17 de noviembre de 2021 [citado 11 de septiembre de 2024]; Disponible en: <https://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/20.500.13053/5681>
 28. López JSS, Sánchez JEF, Silva PAM. Comparativa de la resistencia a la compresión entre la resina bulk-fill y las resinas compuestas: una revisión bibliográfica. Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores [Internet]. 1 de septiembre de 2023 [citado 11 de septiembre de 2024]; Disponible en: <https://dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/3844>
 29. Morales CC, Cahuana-Mercado I, Castillo-Pedraza MC, Wilches-Visbal JH. Las resinas de efecto camaleón para la estética dental. *Odontología*. 30 de junio de 2024;26(2):123-4.
 30. Lang MG, Villarreal-Romero LA, Anaí Domínguez-Monreal J, Carlos Cuevas-González J, Donohué-Cornejo A, Reyes-López SY, et al. Evaluación de la adhesión de sistemas adhesivos de grabado total en esmalte dental bovino usando un agente desproteinizante: un estudio in vitro. *Rev ADM*. 11 de febrero de 2020;77(1):22-7.
 31. Blanco LY, Camacho Serrano L del P, Serrano Hernandez A, Sierra Leon OM. Comparación in vitro de la resistencia al cizallamiento entre la cementación no adhesiva de disilicato de litio a óxido de zirconio y la cementación adhesiva de disilicato de litio a una cerámica híbrida, usando cemento resinoso dual [Internet] [bachelor thesis]. Universidad Santo Tomás; 2019 [citado 11 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/16390>
 32. Giacomazzi A. Comparación de las propiedades adhesivas, mecánicas y estéticas del ionómero de vidrio híbrido equia forte® vs resinas compuestas. Revisión sistemática. junio de 2022 [citado 11 de septiembre de 2024]; Disponible en: <http://titula.universidadeuropea.com/handle/20.500.12880/1638>
 33. Gelmini JNV, Rodríguez J, Miguez I, Gómez MM, Piva E. Resistencia de unión al cizallamiento de un adhesivo experimental conteniendo extracto de semilla de uva a esmalte humano post-blanqueado. *Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*. 5 de junio de 2021;9(18):33-41.
 34. Velasco E, Jimenez-Guerra A, Moreno-Muñoz J, Ortiz-García I, Rondón-Romero JL, Núñez-Márquez E, et al. Investigación clínica a largo plazo del tratamiento con implantes dentales. *Avances en Odontostomatología*. 2023;39(3):41-50.

35. Pérez B. Evaluación de la resistencia a la fractura en zirconio arenado con óxido de aluminio. 2020 [citado 11 de septiembre de 2024]; Disponible en: <https://repositorio.uft.cl/items/b7fe9697-729f-4ec4-89e5-108411a55744>
36. Piulachs I. Estudio comparativo entre las fuerzas de adhesión obtenidas sobre cerámica de óxido de zirconio tratada micromecánicamente con láser de femtosegundos, láser de dióxido de carbono y partículas de óxido de aluminio. TDX (Tesis Doctorals en Xarxa) [Internet]. 8 de marzo de 2023 [citado 11 de septiembre de 2024]; Disponible en: <http://repositori.uic.es/handle/10803/687860>
37. Coapaza CM, Orbezo LM. Resistencia al cizallamiento de resinas nanoparticuladas reparadas con resina BULK-FILL, con sistema adhesivo universal asociado o no a un agente silano. Repositorio Institucional - UCV [Internet]. 2021 [citado 11 de septiembre de 2024]; Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/76966>
38. Moradas M, Álvarez B. Dinámica de polimerización enfocada a reducir o prevenir el estrés de contracción de las resinas compuestas actuales. Revisión bibliográfica. Avances en Odontología. diciembre de 2017;33(6):261-72.
39. Hernández R, Mendoza R. Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta [Internet]. México, D.F: McGraw-Hill; 2018. Disponible en: <https://www.estudiojuridicolingsantos.com/2020/09/metodologia-de-la-investigacion-las.html>
40. Hernández O. Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen. Revista Cubana de Medicina General Integral [Internet]. septiembre de 2021 [citado 11 de septiembre de 2024];37(3). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-21252021000300002&lng=es&nrm=iso&tlng=es
41. Gisovar E F. Comparing the Shear Bond Strength of Six Adhesive Systems to Enamel of Primary Teeth. Dentistry [Internet]. 2014 [citado 24 de octubre de 2023];04(10). Disponible en: <https://www.omicsonline.org/open-access/comparing-the-shear-bond-strength-of-six-adhesive-systems-to-enamel-of-primary-teeth-2161-1122.1000269.php?aid=34462>
42. Choque Apaza WZ, Sánchez-Tito MA. Pretratamiento de la dentina como estrategia de mejora de la adhesión: una revisión de la literatura. Rev Estomatol Herediana. 22 de abril de 2022;32(1):61-7.
42. Victor Rojas , Manuel Ignacio Gómez, Camila Sampaio, Mackarena Sáez, Rodrigo Oyonarte. Análisis comparativo in vitro de la resistencia adhesiva al cizallamiento de brackets metálicos adheridos a superficies dentarias tratadas con diferentes agentes blanqueadores. Int. J. Inter. Dent Vol. 14(1); 17-21, 2021

Anexos

ANEXO N°1: OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO (SEGÚN SU NATURALEZA)	TIPO (SEGÚN SU FUNCION)	ESCALA DE MEDICIÓN
Resistencia al Cizallamiento	El cizallamiento es un tipo de prueba que se utiliza para evaluar la resistencia de la unión. ⁴¹	Fuerza para medir la resistencia de la unión		Megapascales (MPa)	Cuantitativa	Dependiente	De Razón
Tratamiento de Superficie	El tratamiento que tiene como propósito mejorar las condiciones del sustrato. ⁴²	Procedimiento a realizar en la superficie		-Sin tratamiento de superficie - Arenado -Adhesivo + Silano - Adhesivo + Silano +fotopolimerización -Adhesivo+ silano + no fotopolimerización	Cualitativa	Independiente	Nominal

ANEXO N° 2**SOLICITUD**

Solicito: **Aprobación de proyecto de tesis**

PRESIDENTE DEL COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACION DE LA FACULTAD DE MEDICINA DE LA UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO – CHICLAYO.

Yo, Kristel Anaíz Suárez Aguilar alumna de la especialidad profesional de Odontología Restauradora y Estética 2024, identificada con el DNI 70657195, de 30 años de edad, con domicilio actual en Los Almendros K 12 #101 El Golf , con el debido respeto me dirijo a usted y expongo:

Que, habiendo concluido de elaborar el proyecto de tesis denominada: Resistencia adhesiva al cizallamiento de restauraciones indirectas de resina con diferentes tratamientos de superficie. Estudio in vitro, y cumpliendo con los requisitos establecidos me dirijo a usted para solicitar la aprobación de proyecto de tesis a fin de pasar a la culminación de tesis para obtener mi título profesional.

Por lo expuesto

Pido a usted acceda a mi solicitud por ser de justicia

Chiclayo, 26 de Setiembre del 2024



Nombre: Kristel Anaíz Suárez Aguilar

DNI: 70657195

ANEXO N° 3

Resistencia adhesiva al cizallamiento de restauraciones indirectas de resina con diferentes tratamientos de superficie. Estudio in vitro.

Ficha de recolección de Datos

Grupo 1: Control			
Muestra	Área (mm ²)	Fuerza Máxima	Conversión MPa
1	39.20	138.15	3.52
2	38.87	126.01	3.24
3	38.16	102.28	2.68
4	37.50	178.53	4.76
5	38.26	116.40	3.04
6	36.96	67.80	1.83
7	37.18	240.13	6.46
8	35.57	168.29	4.16
9	36.00	72.40	2.01
10	33.80	51.49	1.52

Grupo 2: Arenado			
Muestra	Área (mm ²)	Fuerza Máxima	Conversión MPa
1	41.68	140.07	3.36
2	39.76	103.80	2.61
3	39.70	185.44	4.67
4	37.18	163.86	4.41
5	41.00	181.23	4.42
6	39.48	188.60	4.78
7	37.50	173.29	4.62
8	40.43	168.29	4.16
9	41.40	144.18	3.38
10	38.82	175.70	4.53

Grupo 3: Arenado + Silano			
Muestra	Área (mm ²)	Fuerza Máxima	Conversión MPa
1	39.48	236.20	5.98
2	39.20	176.19	4.49
3	39.31	137.71	3.50

4	38.76	173.71	4.48
5	38.70	163.48	4.22
6	41.45	216.61	5.23
7	37.56	179.31	4.77
8	41.11	142.61	3.47
9	38.98	148.67	3.81
10	39.98	143.50	3.59

Grupo 4: Arenado + Silano + Adhesivo sin Fotopolimerizar			
Muestra	Área (mm ²)	Fuerza Máxima	Conversión MPa
1	40.72	124.42	3.06
2	40.72	139.79	3.43
3	38.65	121.46	3.14
4	39.65	114.95	2.90
5	38.87	237.50	6.11
6	40.15	163.79	4.08
7	40.66	160.66	3.95
8	41.91	203.97	4.87
9	41.28	109.89	2.66
10	39.15	193.95	4.95

Grupo 5: Arenado + Silano + Adhesivo Fotopolimerizado			
Muestra	Área (mm ²)	Fuerza Máxima	Conversión MPa
1	41.34	165.06	3.99
2	39.93	134.01	3.36
3	41.11	175.73	4.27
4	39.37	164.51	4.18
5	37.50	129.62	3.46
6	39.54	193.21	4.89
7	39.76	157.60	3.96
8	39.82	177.43	4.46
9	39.98	172.36	4.31
10	39.82	140.09	3.52

ANEXO N° 4

Certificado de Donación de Dientes

Certificado No.: [Número de Certificado]

Este certificado reconoce a **Duodent** por su generosa contribución al avance de la ciencia dental a través de la donación de dientes para investigación.

Detalles de la Donación:

- **Tipo de Dientes Donados:** Terceras Molares
- **Fecha de Donación:** [Fecha]
- **Propósito de la Donación:** Contribuir a la investigación científica en el área de Odontología Restauradora y Estética en el proyecto de tesis Resistencia Adhesiva al cizallamiento en restauraciones indirectas de resina con diferentes tratamientos de superficie.

Agradecemos sinceramente la disposición de [Nombre del Donante] para contribuir a nuestra investigación y su compromiso con el avance del conocimiento en el campo de la estomatología.

Firmado por: [Nombre y título del investigador responsable]

ANEXO N° 5 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

N°	t1	t2	t3	t4	t5
	R1	R2	R3	R4	R5
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

ANEXO 6. CONSTANCIA DEL ASESOR DE TESIS PROYECTO DE INVESTIGACIÓN


Chiclayo, 26 de agosto del 2024

Yo, **Gustavo Huertas Mogollon**, identificado con DNI N° **42279064**, docente investigador de la segunda especialidad en Odontología Restauradora y Estética de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, dejo constancia de haber asesorado todo el desarrollo del proyecto de tesis titulado: **Resistencia Adhesiva al cizallamiento de restauraciones indirectas de resina con diferentes tratamientos de superficie. Estudio *In Vitro***

perteneciente al estudiante: **Suárez Aguilar, Kristel Anaiz**.

Asimismo, dejo conformidad de la revisión completa del proyecto, el cual se encuentra en condiciones de seguir el proceso de evaluación. En tal sentido, el estudiante contó con un número promedio de 04 asesorías, que garantizan la conformidad del trabajo.

Atentamente,



Phd.C.D. Gustavo Huertas Mogollon

42279064

ANEXO 7. Descripción Índice de Remanente Adhesivo

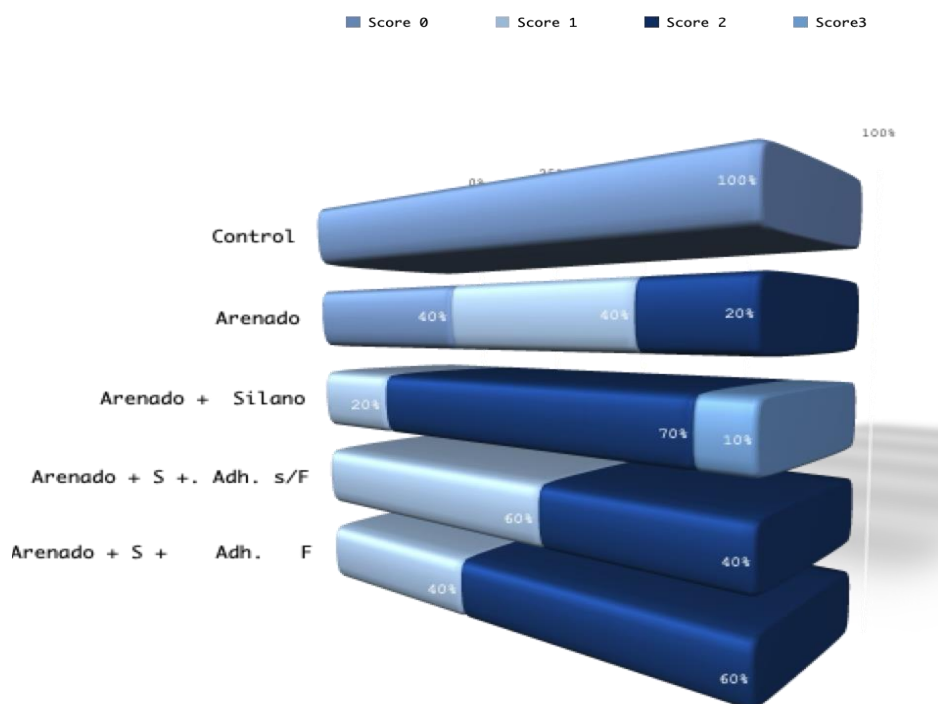


Figura 2: Porcentajes del Índice de Remanente Adhesivo (ARI) en los grupos estudiados

Por otro lado, se estableció el Índice del ARI ⁽⁴²⁾ adicionalmente, que se describe en la tabla 2 y Figura 2, para determinar las fallas adhesivas o cohesivas.

El Grupo Control tuvo en su totalidad un Score 0, lo que nos indica una falla adhesiva en todas las muestras.

El Grupo 2 (Arenado) presentó variación en cuanto a las puntuaciones (Score 0 y score1) lo que reoresenta, mayor porcentaje de fallas adhesivas y un menor porcentaje con fallas mixtas (Score 2)

En cuanto al Grupo 4 (Arenado + Silano + Adh. Sin fotocurar) y el Grupo 5 (Arenado + Silano + Adh. Fotopolimerizado) indicaron variación entre porcentajes de puntuación (Score 1 y Score 2) teniendo el Grupo 5(Arenado + Silano + Adh. Fotopolimerizado) una ligera mayoría de Fallas Mixtas (Score 2) lo que indicaría una adhesión aceptable, pero menos predecible.

El Grupo 3 (Arenado + Silano) obtuvo el mayor porcentaje de fallas mixtas (Score 2) y fue también, el único grupo que presentó un porcentaje con un Score 3, indicando fallas cohesivas

directas en el adhesivo. Lo que sugiere una adhesión fuerte y bien integrada, donde la fractura ocurre en el propio adhesivo y no en la interfaz.

El índice ARI confirma que **una mayor resistencia adhesiva se asocia con fallas mixtas o cohesivas**, ya que **las fallas puramente adhesivas corresponden a uniones débiles**.

Por tanto, **el tratamiento combinado de arenado + silano** se perfila como la mejor estrategia para optimizar tanto la fuerza de unión como la estabilidad clínica a largo plazo.

ANEXO 8. Metodología del Diseño Estadístico

Para evaluar y comparar la resistencia adhesiva al cizallamiento de restauraciones indirectas de resina entre diferentes tratamientos, se verifican los supuestos y técnicas de comparación múltiple.

1. Evaluación de la normalidad de los datos.

Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk para cada uno de los grupos experimentales, con el fin de verificar si los datos de cada tratamiento siguen una distribución normal, lo cual constituye un supuesto fundamental para la aplicación del análisis de varianza (ANOVA). La elección de esta prueba se basó en su buena sensibilidad con tamaños muestrales pequeños ($n \approx 10$ por grupo).

2. Evaluación de la homogeneidad de varianzas.

Se aplicó la prueba de Levene para determinar si las varianzas entre los grupos eran homogéneas. Este análisis es esencial para validar uno de los supuestos clave del ANOVA. Se eligió la versión centrada en la mediana por su mayor robustez frente a datos no normales.

3. Comparación global entre tratamientos.

Dependiendo del cumplimiento de los supuestos anteriores, se definieron dos posibles rutas analíticas:

- Si se cumplían la normalidad y la homocedasticidad, se procede con un ANOVA de una vía, el cual permite comparar las medias de resistencia adhesiva entre los distintos grupos experimentales.
- Si alguno de los supuestos es violado (especialmente en más de un grupo), se opta por el análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis.

4. Análisis post-hoc (comparaciones múltiples).

Para identificar diferencias específicas entre pares de tratamientos, se emplea el uso de pruebas post-hoc:

- Tras un ANOVA, se aplicaría la prueba Tukey HSD, que controla la tasa de error tipo I al realizar múltiples comparaciones de medias.
- En caso de utilizar Kruskal-Wallis, se emplearía la prueba de Dunn con corrección de Bonferroni.

Resultados de las Pruebas de Supuestos Estadísticos.

Estadística descriptiva por tratamiento:

Tratamiento	n	Media (MPa)	DE (MPa)	Mediana	Mínimo	Máximo
Sin tratamiento	10	3.322	1.504	3.14	1.52	6.46
Arenado con óxido de aluminio	10	4.094	0.725	4.415	2.61	4.78
Arenado + silano	10	4.354	0.818	4.35	3.47	5.98
Arenado + adhesivo polimerizado	10	4.04	0.486	4.085	3.36	4.89
Arenado + adhesivo sin polimerizar	10	3.915	1.106	3.69	2.66	6.11

n= número de muestra, DE= Desviación Estándar.

Distribución de Conversión MPa por tratamiento

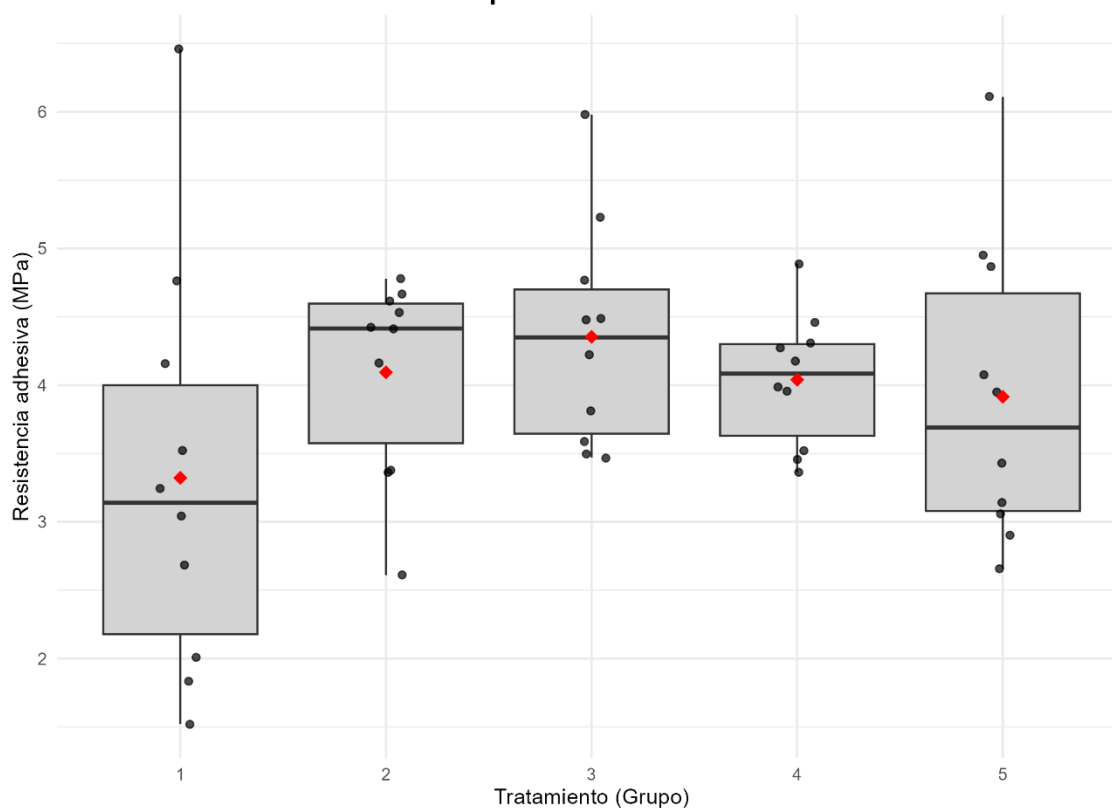


Figura 1. Distribución de la resistencia adhesiva MPa por tratamiento.

Boxplots muestran la mediana y rango intercuartílico de los valores de resistencia adhesiva MPa para cada grupo, los puntos individuales representan muestras y el rombo rojo indica la media de cada tratamiento.

1. Prueba de Normalidad.

Se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk de forma independiente a cada grupo ($n = 10$ por grupo), con el fin de determinar si los datos seguían una distribución normal. Los resultados fueron los siguientes:

- Grupo 1 (sin tratamiento): $p = 0.5361$
- Grupo 2 (arenado): $p = 0.0385$
- Grupo 3 (arenado + silano): $p = 0.3651$
- Grupo 4 (arenado + adhesivo polimerizado): $p = 0.6973$
- Grupo 5 (arenado + adhesivo sin polimerizar): $p = 0.3403$

De los cinco grupos evaluados, solo el Grupo 2 presentó una desviación significativa de la normalidad ($p < 0.05$). Sin embargo, dado que los tamaños muestrales eran iguales ($n = 10$ en cada grupo) y que el resto de los grupos sí cumplía con este supuesto, se consideró que esta ligera desviación no comprometía sustancialmente la robustez del análisis paramétrico.

2. Prueba de Homogeneidad de Varianzas.

Se utilizó la prueba de Levene para verificar la homocedasticidad entre los grupos. El resultado fue:

- Prueba de Levene: $p = 0.0967$

Este valor no fue significativo ($\alpha = 0.05$), por lo que no se rechazó la hipótesis nula de igualdad de varianzas, cumpliéndose el supuesto de homocedasticidad requerido para ANOVA.

3. Selección del Método de Comparación.

A partir del cumplimiento del supuesto de homocedasticidad se procedió con la aplicación del análisis de varianza (ANOVA de una vía) para comparar las medias de resistencia adhesiva entre los cinco grupos evaluados. Posteriormente, se aplicó la prueba post hoc de Tukey HSD.

Resultados de análisis de varianza y prueba Post-Hoc.

1. ANOVA de una vía (Conversión MPa ~ Grupo)

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F valor	Pr(>F)
Grupo	4	5.88	1.4688	1.494	0.22
Residuales	45	44.23	0.9829		

GL = Grados de libertad. $P > 0.05$ por tanto no podemos rechazar la hipótesis nula donde todas las medias son iguales.

2. Tukey HSD (diferencias de medias entre pares de grupos)

Comparación (Grupo)	Diferencia	Límite inferior	Límite superior	p-ajustado
2 - 1	0.772	-0.488	2.032	0.42
3 - 1	1.032	-0.228	2.292	0.155
4 - 1	0.718	-0.542	1.978	0.493
5 - 1	0.593	-0.667	1.853	0.67
3 - 2	0.26	-1.000	1.52	0.976
4 - 2	-0.054	-1.314	1.206	0.9999
5 - 2	-0.179	-1.439	1.081	0.994
4 - 3	-0.314	-1.574	0.946	0.954
5 - 3	-0.439	-1.699	0.821	0.858
5 - 4	-0.125	-1.385	1.135	0.999

El p-ajustado > 0.05 por tanto ningún par de grupos presenta diferencia de medias.

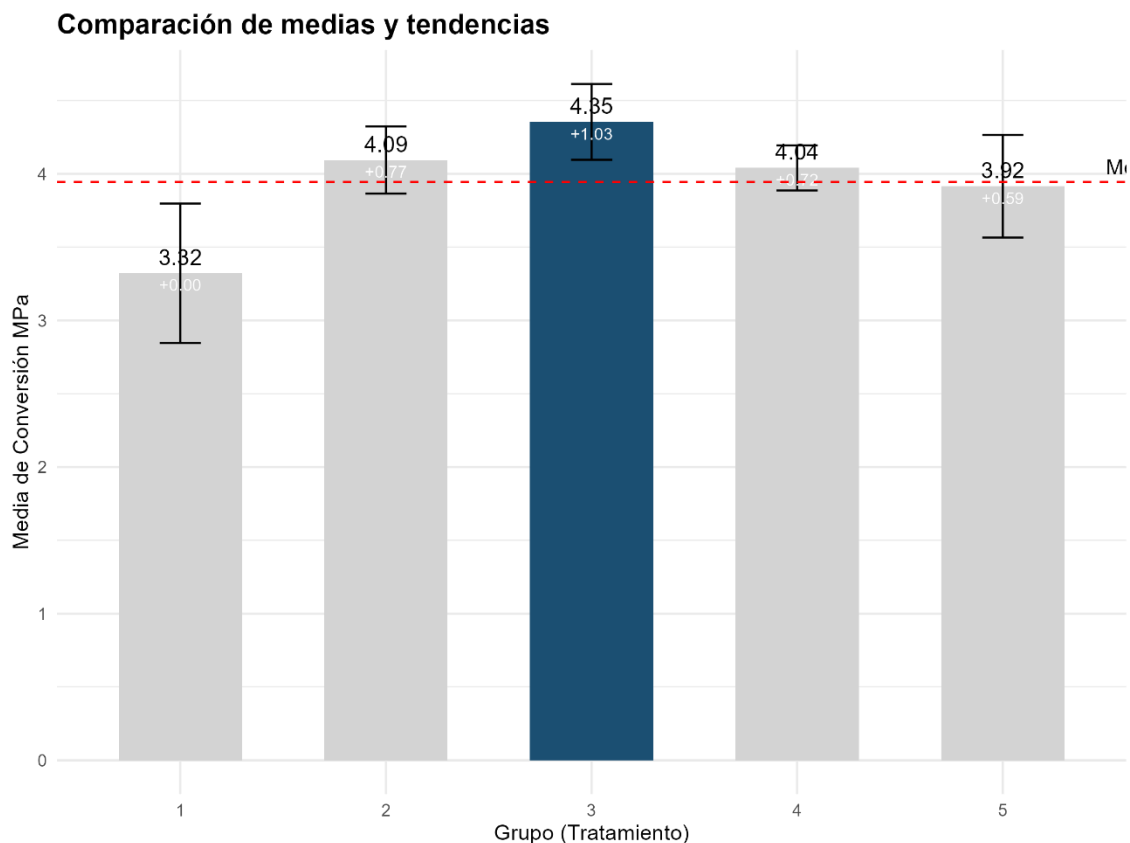


Figura 2. Comparación de medias de conversión MPa y tendencias vs control.

Las columnas representan la media de conversión para cada grupo con su error estándar (barras), la línea discontinua roja es la media global. La columna en azul destaca el tratamiento con mayor media (Grupo 3: arenado + silano). Los valores en color negro encima de cada barra indican la media y los valores en blanco muestran la diferencia frente al control (Grupo 1).

El ANOVA no mostró diferencia significativa global entre los cinco grupos: $F(4,45) = 1.494$, $p = 0.220$. Un p-valor mayor que 0.05 implica que no podemos rechazar la hipótesis nula de que todas las medias son iguales.

Por tanto:

1. No hay evidencia estadística de que exista al menos un tratamiento que difiera de los demás.
2. En consecuencia, tampoco podemos afirmar que ningún tratamiento sea mejor que el control (ni viceversa).
3. Las comparaciones post-hoc (Tukey HSD) confirman este resultado: ningún par de grupos presenta p-valor < 0.05 en su diferencia de medias.

En el Figura 1, se aprecia que todos los tratamientos presentan distribuciones similares, con medianas alrededor de 3 y 4 MPa y medias (puntos rojos) ligeramente superiores en los grupos de arenado. En el Figura 2, el tratamiento arenado + silano (Grupo 3) muestra la media más alta (4.35 MPa) y una mejora de +1.03 MPa respecto al control. Aunque ninguna diferencia alcanza significación estadística (ANOVA $p = 0.22$, comparaciones post-hoc $p > 0.15$), esta tendencia sugiere que el arenado + silano es el candidato más prometedor para futuros estudios con mayor potencia.