

**RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO DE DOS TIPOS DE ADHESIVOS
SOMETIDOS A TERMOCICLAJE.**

AUTORES

**GERMAN ALFONSO LONDOÑO PAREJA, LUIS MIGUEL HERRERA
MARTINEZ.**

**COLEGIO ODONTOLÓGICO
INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA - UNICOC
ESPECIALIZACIÓN EN REHABILITACIÓN ORAL
SANTIAGO DE CALI
23 DE OCTUBRE DE 2024**



**RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO DE DOS TIPOS DE ADHESIVOS
SOMETIDOS A TERMOCICLAJE.**

AUTORES

**GERMAN ALFONSO LONDOÑO PAREJA
LUIS MIGUEL HERRERA MARTINEZ**

DIRECTOR

**CAMILO ANDRÉS GÁLVEZ REYES
REHABILITACIÓN ORAL**

ASESOR METODOLÓGICO

**ALEJANDRA MARLETH ORDOÑEZ MOLINA
MAGISTER EN EPIDEMIOLOGÍA**

ASESOR ESTADÍSTICO

**JULIÁN ANDRÉS TAMAYO CARDONA
MAGISTER EN LOGÍSTICA**

COLEGIO ODONTOLOGICO

**INSTITUCION UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA - UNICOC
ESPECIALIZACIÓN EN REHABILITACIÓN ORAL**



Resistencia al cizallamiento de dos tipos de adhesivos sometido a termociclaje.

Shear strength of two types of adhesives subjected to thermocycling.

Luis Miguel Herrera Martinez, German Alfonso Londoño Pareja.

Estudiantes de Especialización en Rehabilitación Oral.

Institución Universitaria Colegios de Colombia - UNICOC Cali

Resumen

Resistencia al cizallamiento de dos tipos de adhesivos sometidos a termociclaje.

Antecedentes

La evolución de los adhesivos ha simplificado su aplicación, especialmente con los adhesivos de una sola botella. Sin embargo, esta simplicidad no siempre mejora la fuerza de unión, ya que el éxito clínico depende de seguir los protocolos correctamente. En el mercado, existen adhesivos competitivos, incluyendo algunos menos conocidos que pueden ser opciones viables.

Esta investigación *in vitro* evaluó la resistencia al cizallamiento de dos adhesivos, Zafira Bond® y Single Bond™ Universal – 3M, tras algunos a termociclaje.

Objetivo: Determinar cuál adhesivo (Zafira Bond® o Single Bond™ Universal – 3M) presenta mejor resistencia al cizallamiento después del termociclaje.

Materiales y métodos: Se seleccionaron 30 dientes humanos extraídos (premolares y terceros molares) divididos aleatoriamente en dos grupos de 15 dientes cada uno. Grupo A utilizó Zafira Bond® y Grupo B Single Bond™ Universal – 3M. Se aplanó el esmalte con una fresa de diamante, grabado con ácido fosfórico al 37%, seguido de la aplicación del adhesivo correspondiente y fotopolimerización. Se colocó resina compuesta Filtek Z350® (3M) con una matriz de aluminio de 4 mm² y se fotopolimerizó. Los cuerpos de prueba se almacenaron en solución salina por 24h y luego fueron sometidos a pruebas de cizallamiento en una máquina universal Tinius Olsen. Los resultados se analizaron con SPSS v.20, utilizando la prueba de Mann Whitney (alfa 0,05).

Resultados: El adhesivo Zafira Bond® alcanzó una fuerza máxima de 282,00 N y una resistencia de 11,27 MPa, mientras que el adhesivo Single Bond™ Universal – 3M logró 317,60 N y 14,15 MPa.

Conclusiones: Aunque el adhesivo de 3M mostró mayor resistencia al cizallamiento, la diferencia con Zafira Bond® no fue significativa. Ambos adhesivos pueden ser opciones viables en la clínica, dependiendo de factores como la facilidad de uso. Futuras investigaciones con más muestras podrían proporcionar resultados más concluyentes.

Palabras clave: Adhesión, Cizallamiento, Termocilado, Single Bond™ Universal – 3M, Zafira Bond® universal, Esmalte.

Abstract

Shear strength of two types of adhesives subjected to thermocycling.

Background:

The evolution of adhesives has simplified their application, especially with single-bottle adhesives. However, this simplicity does not always improve bond strength, as clinical success depends on following protocols correctly. Competitive adhesives are available on the market, including some lesser-known adhesives that may be viable options.

This *in vitro* investigation evaluated the shear strength of two adhesives, Zafira Bond® and Single Bond™ Universal - 3M, after some to thermocycling.

Objective: To determine which adhesive (Zafira Bond® or Single Bond™ Universal - 3M) exhibits better shear strength after thermocycling.

Materials and methods:

Thirty extracted human teeth (premolars and third molars) were randomly divided into two groups of 15 teeth each. Group A used Zafira Bond® and Group B Single Bond™ Universal - 3M. The enamel was flattened with a diamond bur, etched with

37% phosphoric acid, followed by application of the corresponding adhesive and light curing. Filtek Z350® (3M) composite resin with a 4 mm² aluminum matrix was placed and light cured. The test bodies were stored in saline solution for 24h and then subjected to shear testing on a Tinius Olsen universal machine. The results were analyzed with SPSS v.20, using the Mann Whitney test (alpha 0.05).

Results: The Zafira Bond® adhesive achieved a maximum force of 282.00 N and a strength of 11.27 MPa, while the Single Bond™ Universal - 3M adhesive achieved 317.60 N and 14.15 MPa.

Conclusions: Although the 3M adhesive showed higher shear strength, the difference with Zafira Bond® was not significant. Both adhesives may be viable options in the clinic, depending on factors such as ease of use. Future research with more samples may provide more conclusive results.

Keywords: Adhesion, Shear, Thermoclinic, Single Bond™ Universal - 3M, Zafira Bond® universal, Enamel.

Introducción

En el campo de la odontología restauradora, el desarrollo de adhesivos dentales ha revolucionado las técnicas y los materiales utilizados para restaurar la estructura dental comprometida. La eficacia y durabilidad de las restauraciones dentales dependen de la adhesión efectiva entre el material restaurador y la superficie dental, lo que hace que la investigación y la evaluación de diferentes adhesivos sean vitales. (1,2)

En este contexto, el termociclaje y el cizallamiento han surgido como herramientas valiosas para evaluar la adhesión de los materiales restauradores a los tejidos dentales. El termociclaje simula las condiciones de estrés térmico a las que están expuestas las restauraciones dentales en la cavidad oral, lo que permite evaluar la estabilidad y la resistencia de los materiales adhesivos frente a los cambios de temperatura. Por otro lado, el cizallamiento ofrece una metodología precisa para medir las fuerzas de adhesión entre la restauración y el diente mediante la aplicación de cargas controladas en una escala microscópica. (2,3)

El objetivo de esta investigación es comparar dos adhesivos dentales de diferente composición mediante pruebas de termociclaje y cizallamiento, con el fin de determinar su rendimiento en términos de adhesión y estabilidad a largo plazo, como objetivos específicos determinar la resistencia al cizallamiento del sistema adhesivo Zafira Bond® universal y Single Bond™ Universal – 3M después de ser sometidos a 5.000 ciclos de termociclado. Se seleccionaron dos adhesivos representativos de diferentes categorías de composición, como adhesivos convencionales y adhesivos de última generación, para examinar sus propiedades adhesivas en condiciones simuladas de estrés térmico y en escala microscópica. (4)

Los resultados de este estudio proporcionaron información valiosa sobre la eficacia relativa de los adhesivos evaluados y su capacidad para resistir las condiciones adversas en la cavidad oral. Además, ayudarán a mejorar nuestra comprensión de los factores que influyen en la adhesión de las restauraciones dentales y a orientar la selección de materiales adhesivos para optimizar la calidad y la durabilidad de las restauraciones dentales. (5)

En resumen, esta investigación busca contribuir al avance de la odontología restauradora al proporcionar evidencia científica sobre la eficacia comparativa de los adhesivos dentales bajo condiciones de estrés térmico y cargas de microtracción, con implicaciones importantes para la práctica clínica y el desarrollo de nuevos materiales y técnicas en este campo. (5,6)

El principal reto en el proceso de restauración es compensar el efecto de la contracción de polimerización, por lo cual para los diferentes sistemas adhesivos es importante el paso del tiempo (7). A pesar de la estabilidad adhesiva lograda sobre el esmalte dental, estudios respecto a la adhesión en sustrato dentinario revelan que los mecanismos adhesivos pueden resultar sensibles, impredecibles e incluso inestables (7,8)

Actualmente, la odontología restauradora se encamina en la investigación y mejora de los materiales, protocolos de restauración y adhesión por la necesidad de solucionar diferentes piezas dentales afectadas de una u otra forma, para realizar una odontología conservadora y dejar atrás técnicas en las que se tenía que eliminar gran parte de tejido sano para dar una mejor retención (5); pero estos sistemas tienen limitaciones en cuanto al sellado marginal entre las paredes dentales y el material, esto obedece a que existe una contracción en la fotopolimerización. (9)

A pesar de los avances en la tecnología de las resinas compuestas, el cizallamiento sigue siendo una preocupación importante en la odontología restauradora. La resistencia al cizallamiento de las restauraciones de resina puede verse comprometida por factores como la técnica de colocación, la composición del material, la preparación del sustrato dental y las fuerzas oclusales durante la función masticatoria. La falta de comprensión completa de los mecanismos subyacentes y la falta de consenso en cuanto a los métodos de evaluación y estándares de referencia dificultan aún más la optimización de las restauraciones de resina en términos de resistencia al cizallamiento y longevidad clínica. (10)

Sano et al en 1994 (6) introdujo la llamada prueba de resistencia de la unión microtracción (μ TBS) para medir las resistencias de unión de muestras unidas a pequeñas áreas de superficie, con el fin de evaluar la propiedad de tracción de la dentina a adhesivos y por lo tanto a restauraciones con resina (7). El paso del tiempo sobre las restauraciones es reproducible con el uso del termociclador, que es un equipo de laboratorio que permite la secuencia de ciclos de temperatura, necesarios para simular el envejecimiento de las resinas y evaluar el grado de microfiltración que se produce cuando el material restaurador es sometido al factor tiempo. (11)

La sustitución de las superficies restauradas en odontología se lleva a cabo cuando presentan decoloración o desgaste y han alcanzado el final de su vida útil en el servicio.(8)Por lo tanto, puede decirse que el paso del tiempo se asocia a la fuerza de adhesión de las reparaciones y por ende a su efectividad, con el respectivo impacto en materia de salud oral, que implicarían los costos y consecuencias dentro de los procesos de atención en caso de requerirse unas reintervenciones con menor periodicidad. Por lo anterior el presente estudio tiene como propósito determinar la resistencia de unión al cizallamiento de dos sistemas de adhesivos dentales, después de ser sometidos a termociclaje.(12)

Materiales y métodos

DISEÑO DEL ESTUDIO

Estudio experimental *in vitro*.

POBLACIÓN OBJETIVO

Premolares y terceros molares, extraídos por motivos ortodónticos o protésicos, de pacientes atendidos en UNICOC pregrado y posgrado, como también de clínicas dentales las cuales accedieron a colaborar en el proyecto.

Criterios de selección

Criterios de inclusión: Premolares y terceros molares, ausencia de historia de fracturas, caries previas en la superficie y presencia de ápice completamente cerrado.

Criterios de exclusión: Dientes con fluorosis dental, dientes con restauraciones previas, dientes con caries, dientes con fracturas dentales y dientes con anomalías de forma.

TAMAÑO DE MUESTRA Y DISEÑO DE MUESTREO

Cálculo del tamaño de muestra.

Se calculó la necesidad de una muestra de 30 unidades de análisis para observar una diferencia de medias de 3 MPa con una desviación estándar promedio de 2,9 MPa, para un poder de 80% con un nivel de confianza del 95%.

Diseño de muestreo.

Método de Muestreo:

Se utilizó el método de muestreo aleatorio simple para seleccionar las muestras a ser evaluadas. Este método asegura que todas las unidades de la población tienen la misma probabilidad de ser elegidas, lo que garantiza la imparcialidad y evita sesgos en la asignación de las muestras.

Se seleccionaron 30 muestras, de las que se formaron dos grupos de 15 muestras cada uno. Las muestras fueron numeradas del 1 al 30, y luego se utilizó el programa Excel de generación de números aleatorios para asignar cada muestra a uno de los dos grupos de manera equitativa. El primer grupo se sometió al adhesivo Single Bond™ Universal – 3M, mientras que el segundo se trató con el Zafira Bond®. Este enfoque asegura que ambos grupos sean comparables y representativos de la población total.

DEFINICIÓN DE VARIABLES

Variables.

Independientes: Tipo de adhesivo.

Dependiente: Resistencia al cizallamiento.

Selección de muestras:

Se seleccionaron dientes humanos (premolares y terceros molares) extraídos con los criterios de inclusión, como ausencia de caries extensas, restauraciones previas, fracturas o anomalías estructurales, dientes recientemente extraídos, máximo un mes antes de las pruebas.

Almacenamiento de las muestras

Los dientes se limpiaron y desinfectaron superficialmente con solución de clorhexidina al 2%. Se eliminó cualquier tejido blando adherido, utilizando curetas. Se almacenaron los dientes en solución salina al 0.9% a temperatura ambiente hasta su uso para evitar la deshidratación y la degradación, hasta el momento de la realización de la prueba.

Preparación de las muestras:

Se fijaron los dientes en bloques de resina acrílica de autocurado asegurándose de no contaminar las muestras, también que no sobrepasara la unión amelocementaria (Gráfico 1).

Se realizó una mínima preparación en la cara vestibular de cada diente con una fresa de diamante troncocónica de halo rojo, cambiando la fresa cada 3 muestras por una nueva (motor eléctrico NSK nano NLX a 10.000 revoluciones por minuto). (Gráfico 2).

Se realizó un acabado y pulido con discos soft-lex 3M lavado profuso y secado.

Se realizó acondicionamiento de la superficie con ácido ortho fosfórico al 37% (Scotch Bond Etchant de 3M) se realizó grabado selectivo en esmalte por 15 segundos y se lavará por el doble de tiempo (Gráfico 3).

De forma aleatoria se crearon 2 grupos para la aplicación del sistema adhesivo, 15 dientes De (zafira bond de New Stetic) y 15 (Single Bond Universal - 3M) (Gráfico4).

Al grupo #1 se le aplicó Single bond universal (15), se colocó el adhesivo con el aplicador desechable cubriendo la superficie del diente y friccionándolo 20 segundos, luego se aireó el líquido 5 segundos hasta que no se moviera y el solvente se evaporara por completo. Se foto polimerizó durante el tiempo de 20 segundos utilizando una Lámpara de Fotocurado VALO GRAND (Gráfico 5).

Al grupo #2 se les aplicó Zafira Bond de New Stetic. (Gráfico 6).

Se prosiguió con la aplicación de adhesivo, se aireó por 5 segundos hasta que ya no se moviera (Gráfico11), y se fotopolimerizó por 20 segundos utilizando una Lámpara de Fotocurado VALO GRAND (Gráfico 7).

Para estandarizar la cantidad de resina se utilizó una arandela metálica que permitió controlar el volumen de resina que se aplicaba en la superficie. Restaurador Universal 3M™ Filtek™ Z350 XT, fotopolimerizadas según las indicaciones del fabricante (Gráfico 8).

Termociclaje:

Se sometieron las muestras a ciclos de termociclaje en un dispositivo específico, alternando entre inmersiones en agua a 5°C y 55°C por 5 minutos cada uno, durante 5.000 ciclos para simular las condiciones de estrés térmico oral (Gráfico 9).

Preparación de las muestras para cizallamiento:

Se realizó el ensayo de cizallamiento utilizando un dispositivo de ensayo universal equipado con mandíbulas adecuadas para sujetar las muestras (Gráfico 10).

Se aplicó una fuerza de cizallamiento gradual a una velocidad constante hasta que se produjera la separación entre la resina compuesta y el tejido dental (Gráfico 11). Se registró la carga máxima y calcular la resistencia adhesiva en MPa mediante la división de la carga máxima por el área de unión.

Resultados

En este estudio se evaluaron las siguientes variables: Fuerza máxima, esfuerzo y extensión (Tabla 1), donde se indica las fuerzas adhesivas arrojadas en cada grupo, para el grupo del adhesivo Zafira Bond® universal se encontró un valor de fuerza máxima de 282,00 Nw y una resistencia de 11,27 Mpa y para el adhesivo Single Bond™ Universal – 3M una fuerza máxima de 317,60 Nw y una resistencia 14,15 Mpa, lo que dió como resultado una diferencia no significativa puesto que el resultado de P-valor de 0,161 y el esfuerzo del grupo Single Bond™ Universal – 3M fue de lo que estadísticamente indica que se debe conservar la hipótesis nula que este adhesivo tendría mejores valores de resistencia adhesiva.

Se observó que la fuerza máxima del adhesivo Zafira Bond® universal 282,00 Nw y la del adhesivo Single Bond™ Universal – 3M 317,60Nw teniendo una diferencia no significativa con P-valor de 0,116 (Gráfico 12) por lo tanto no existe diferencia significativa entre los dos grupos, con respecto al esfuerzo tampoco presentó diferencias significativas con P-valor de 0,116 (Gráfico 13) igualmente no presentó significancia en extensión con P-valor de 0,595 (Gráfico 14).

Discusión

El presente estudio comparó el comportamiento de dos adhesivos universales, Zafira Bond® Universal y Adhesivo Single Bond™ Universal – 3M, en términos de resistencia al cizallamiento tras algunas muestras a un proceso de termociclaje, simulando las condiciones térmicas intraorales. Las 30 muestras utilizadas, divididas en dos grupos de 15, fueron preparadas siguiendo estrictos protocolos estandarizados. Aunque los resultados mostraron una ligera superioridad del

adhesivo 3M en cuanto a la resistencia al cizallamiento, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos adhesivos, lo que está en línea con estudios previos que indican que, a A nivel clínico, las diferencias en resistencia entre diversos adhesivos universales pueden no ser significativas. (19)

El termociclaje es una técnica ampliamente reconocida para simular las condiciones a las que se somete una restauración dental dentro de la cavidad bucal. En este estudio, se aplicaron 5.000 ciclos de termociclaje para emular las fluctuaciones de temperatura que ocurren en la boca a lo largo del tiempo. Gale y Darvell (1999) afirman que el termociclaje es un método eficaz para reproducir el estrés térmico. Sin embargo, es importante destacar que esta técnica no reproduce la totalidad del ambiente oral, ya que no considera otros factores como el pH, las fuerzas oclusales, la presencia de saliva y bacterias, ni los hábitos alimenticios del paciente. Estas variables pueden afectar la longevidad del material restaurador y, en algunos casos, su capacidad de adhesión. (20,21)

A pesar de los mejores resultados obtenidos por el adhesivo Single Bond™ Universal – 3M, la ausencia de una diferencia estadísticamente significativa en comparación con Zafira Bond® Universal podría explicarse por la homogeneización que ha ocurrido en la tecnología de los adhesivos universales en los últimos años. Estos sistemas adhesivos están diseñados para funcionar de manera eficiente independientemente de la técnica (autograbado o grabado total), del tipo de sustrato (esmalte o dentina) y de la humedad en la cavidad bucal (Esto es consistente con estudios previos que también han encontrado una equivalencia en el desempeño de diversos adhesivos universales en pruebas in vitro).(22,23)

El protocolo de desmineralización empleado, utilizando productos específicos de cada fabricante, desempeña un papel crucial en la interacción entre el adhesivo y la estructura dental. Según Armstrong et al. (2019), la calidad del grabado ácido y la preparación de la superficie dental pueden influir considerablemente en la capacidad adhesiva de los sistemas universales. En este sentido, una aplicación

precisa según las indicaciones del fabricante es clave para maximizar la efectividad de los adhesivos, lo que podría explicar la paridad de los resultados obtenidos en el presente estudio. (24)

Otra posible explicación para la falta de diferencias significativas podría estar relacionada con la técnica empleada por los operadores durante la aplicación de los adhesivos. Factores como la presión ejercida durante la aplicación, el tiempo de fotopolimerización y la correcta manipulación clínica influyen de manera importante en los resultados obtenidos con sistemas adhesivos. Esto resalta la importancia de considerar no solo las propiedades del material, sino también la variabilidad humana inherente a la práctica clínica.(25)

Los resultados de este estudio están en concordancia con la literatura que sugiere que las diferencias entre los adhesivos universales, cuando se evalúan en términos de resistencia al cizallamiento, pueden no ser clínicamente significativas. Estudios como el de Perdigão et al. (2012) indican que otros factores, como la compatibilidad con los diferentes materiales restauradores, la facilidad de aplicación y la manipulación clínica, pueden ser de mayor relevancia en la práctica diaria. La elección de un adhesivo, por lo tanto, no debe basarse exclusivamente en su resistencia al cizallamiento, sino también en su comportamiento clínico integral, la técnica del operador y las condiciones específicas de cada caso.(26,27)

En conclusión, aunque Single Bond™ Universal – 3M mostró una tendencia superior en cuanto a resistencia al cizallamiento, los resultados no fueron significativamente diferentes de Zafira Bond® Universal, lo que refuerza la idea de que las mejoras en los adhesivos universales han igualado el desempeño. entre diversas marcas. Sin embargo, la extrapolación de los resultados *in vitro* a la práctica clínica debe realizarse con cautela, teniendo en cuenta la interacción de múltiples factores que pueden influir en la durabilidad de una restauración a largo plazo. (28,29)

Conclusiones

A pesar de que el Adhesivo Universal de 3M mostró una ligera superioridad en términos de resistencia al cizallamiento, esta diferencia no fue significativa cuando se comparó con Zafira Universal.

Este hallazgo sugiere que ambos adhesivos podrían ser opciones viables en la práctica clínica, dependiendo de otros factores más allá de la resistencia inicial al cizallamiento, como la facilidad de uso y las preferencias del clínico.

Recomendaciones

Incluir una mayor variedad de sistemas adhesivos disponibles en el mercado colombiano para obtener un panorama más amplio de su comportamiento y efectividad en diferentes condiciones.

Aumentar el número de ciclos de termociclaje, simulando de manera más precisa las condiciones de estrés térmico a largo plazo en la cavidad oral por un mayor tiempo.

Realizar una descripción detallada del tipo de falla observada tras las pruebas de cizallamiento, diferenciando entre fallas cohesivas, adhesivas o mixtas para comprender mejor el modo de fracaso de cada adhesivo.

Realizar la preparación hasta dentina para que la adhesión se realice en esta superficie.

Agradecimientos

Queremos expresar nuestra sincera gratitud a todas las instituciones que han contribuido a la realización de este proyecto Universidad Nacional por brindarnos su colaboración con el proceso de termociclado, Universidad del Valle por realizar el proceso de cizallamiento de las pruebas, Institución Universitaria Colegios de Colombia por brindarnos su espacio tanto en infraestructura como apoyo en el

proyecto. Agradecemos a Dios por guiarnos a lo largo de este camino y por brindarnos la fortaleza necesaria para completar este proyecto. A nuestras familias, por su inquebrantable apoyo, amor y comprensión, fundamentales para nuestro éxito académico. A nuestros amigos y colegas, por compartir con nosotros momentos de alegría, brindar su amistad y ser fuente constante de inspiración. Agradecemos a nuestros profesores y mentores por su sabiduría, orientación y contribuciones valiosas que han enriquecido nuestra formación profesional. Expresamos nuestra gratitud a cada paciente que participó en nuestra investigación, confiando en nosotros y siendo parte esencial de este estudio.

Referencias

1. Deren AZ, Sokolowski J, Szczesio-Wlodarczyk A, Lukomska-Szymanska M, Piwonski I, Lapinska B. moléculas Artículo Aplicación de múltiples capas de adhesivos universales y de autograbado y el efecto sobre la fuerza de adhesión de la dentina. 24:345. Disponible en: www.mdpi.com/journal/molecules Traducido del inglés al español - www.onlinedoctranslator.com
2. Takamizawa T, Yokoyama M, Sai K, Shibasaki S, Barkmeier WW, Latta MA, et al. Effect of adhesive application method on the enamel bond durability of a two-step adhesive system utilizing a universal adhesive-derived primer. *Applied Sciences (Switzerland)*. 2 de agosto de 2021;11(16).
3. de Cardoso GC, Nakanishi L, Isolan CP, Jardim PDS, de Moraes RR. Bond stability of universal adhesives applied to dentin using etch-and-rinse or self-etch strategies. *Braz Dent J*. 1 de septiembre de 2019;30(5):467-75.
4. Kakonyi G, Mulligan S, Fairburn AW, Moharamzadeh K, Thornton SF, Walker HJ, et al. Simultaneous detection of monomers associated with resin-based dental composites using spme and hplc. *Dent Mater J*. 2021;40(4):1007-13.
5. Hervás García A, Angel M, Lozano M, Cabanes Vila J, Escribano AB, Galve PF, et al. E215 Composite resins. A review of the materials and clinical indications E216.
6. Dentistry-Adhesion-Notched-edge shear bond strength test(E) ii COPYRIGHT PROTECTED DOCUMENT. 2013.
7. Perdigão J, Araujo E, Ramos RQ, Gomes G, Pizzolotto L. Adhesive dentistry: Current concepts and clinical considerations. Vol. 33, *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. Blackwell Publishing Ltd; 2021. p. 51-68.
8. Tsujimoto A, Barkmeier WW, Teixeira EC, Takamizawa T, Miyazaki M, Latta MA. Fatigue bond strength of dental adhesive systems: Historical background of test

- methodology, clinical considerations and future perspectives. Vol. 58, Japanese Dental Science Review. Elsevier Ltd; 2022. p. 193-207.
9. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Van Landuyt K, Yoshida Y, Peumans M. From Buonocore's Pioneering Acid-Etch Technique to Self-Adhering Restoratives. A Status Perspective of Rapidly Advancing Dental Adhesive Technology. *J Adhes Dent* [Internet]. 2020;22(1):7-34. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32030373>
 10. Mclean DE, Meyers EJ, Guillory VL, Vandewalle KS. Enamel bond strength of new universal adhesive bonding agents. *Oper Dent*. 1 de julio de 2015;40(4):410-7.
 11. Jacker-Guhr S, Sander J, Luehrs AK. How «Universal» is Adhesion? Shear Bond Strength of Multi-mode Adhesives to Enamel and Dentin. *J Adhes Dent* [Internet]. 2019;21(1):87-95. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30799475>
 12. Revisión A DE, wwwmedigraphicorgmx R, Carrillo Sánchez C. Michael G. Buonocore, padre de la odontología adhesiva moderna, 63 años del desarrollo de la técnica del grabado del esmalte (1955-2018). Michael G. Buonocore, father of modern adhesive dentistry, 63 years of the development of the Enamel Etching Technique [Internet]. Vol. 75, Revista ADM. 2018. Disponible en: www.medigraphic.com/adm
 13. Yokoyama M, Takamizawa T, Tamura T, Namura Y, Tsujimoto A, Barkmeier WW, et al. Influence of Different Application Methods on the Bonding Effectiveness of Universal Adhesives to Dentin in the Early Phase. *J Adhes Dent*. 2021;23(5):447-59.
 14. Natalia M, Grabre de Prieto A, Eugenia M. Adhesive systems in restorative dentistry.
 15. Hirokane E, Takamizawa T, Kasahara Y, Ishii R, Tsujimoto A, Barkmeier WW, et al. Effect of double-layer application on the early enamel bond strength of universal adhesives. *Clin Oral Investig*. 1 de marzo de 2021;25(3):907-21.
 16. Dental-Single Bond Universal.
 17. Zecin-Deren A, Sokolowski J, Szczesio-Wlodarczyk A, Piwonski I, Lukomska-Szymanska M, Lapinska B. Multi-layer application of self-etch and universal adhesives and the effect on dentin bond strength. *Molecules*. 18 de enero de 2019;24(2).
 18. Molina Pule CG, García Merino IR, Aldas Ramírez JE, Falconí Borja G, Armas Vega ADC. Evaluación del grado de microfiltración en restauraciones de composite tras diferentes periodos de envejecimiento. *Revista Facultad de Odontología* [Internet]. junio de 2015;27(1). Disponible en: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/odont/article/view/19694>
 19. Sandoval Z, Torres Reyes P. COMPARACIÓN DE RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO Y CARGA MÁXIMA EN [Internet]. 2017. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/322959937>

20. Analista Investigación DM. 2023-07-06. FICHA TÉCNICA ZAFIRA BOND® DPFTPT-103. Aprobado por: director técnico de DM. Versión 2.
21. J-H Kim. S-Y Chae. Y Lee G-J Han. B-H Cho. Effects of Multipurpose, Universal Adhesives on Resin Bonding to Zirconia Ceramic. *Operative Dentistry*, 2015, 40-1, 55-62
22. Aminah M. El Mourad. Assessment of Bonding Effectiveness of Adhesive Materials to Tooth Structure using Bond Strength Test Methods. *The Open Dentistry Journal*. 2018
23. Cristina P Isolan¹. Bond strength of a universal bonding agent and other contemporary dental adhesives applied on enamel, dentin, composite, and porcelain. Isolan et al. *Applied Adhesion Science* 2014, 2:25
24. Rim Bourgi, Naji Kharouf. A Literature Review of Adhesive Systems in Dentistry: Key Components and Their Clinical Applications. *Appl. Sci.* 2024, 14, 8111://www.mdpi.com/journal/applsci
25. Fabricia Vianna Costa¹. Comparison of different adhesive techniques using a universal adhesive system. Costa et al. *Appl Adhes Sci* (2017) 5:18
26. El Araby AM, Talic YF. The Effect of Thermocycling on the Adhesion of Self-etching Adhesives on Dental Enamel and Dentin. *J Contemp Dent Pract* 2007 February;(8)2:017-024.
27. Andrzej Malysa ¹ , Joanna Wezgowiec ¹. Effect of Thermocycling on the Bond Strength of Self-Adhesive Resin Cements Used for Luting CAD/CAM Ceramics to Human Dentin. *Int. J. Mol. Sci.* 2022, 23, 745
28. DE McLean. EJ Meyers. Enamel Bond Strength of New Universal Adhesive Bonding Agents. *Operative Dentistry*, 2015, 40-4, 410-417
29. Federico Triani, Lígia Pereira da Silva. Universal Adhesives: Evaluation of the Relationship between Bond Strength and Application Strategies—A Systematic Review and Meta-Analyses. *Coatings* 2022, 12, 1501.
30. MR Meharry. SM Moazzami. Comparison of Enamel and Dentin Shear Bond Strengths of Current Dental Bonding Adhesives From Three Bond Generations. *Operative Dentistry*, 2013, 38-6, E237-E245

Anexos – Fotografías/Gráficos/Esquemas



Gráfico 1. Elaboración de bloques en resina acrílica.



Gráfico 2. Preparaciones dentales.



Gráfico 3. Aplicación de desmineralizaste dental.



Gráfico 4. Grupo adhesivo Single Bond™ Universal – 3M

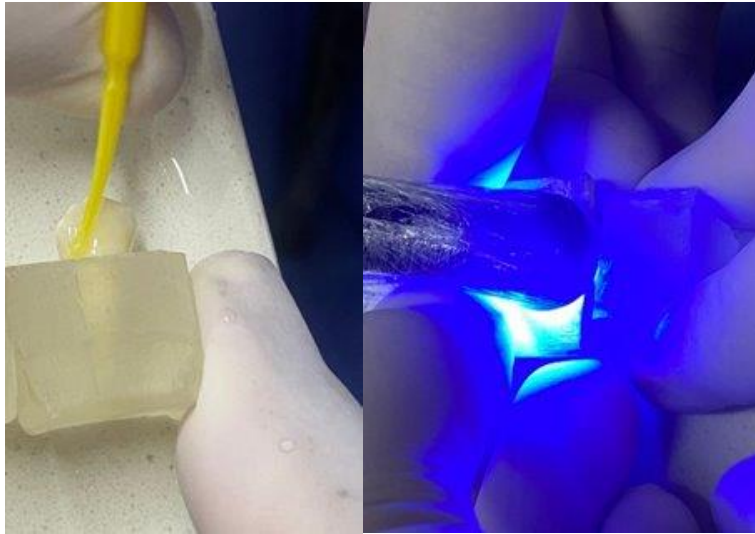


Gráfico 5. Aplicación de adhesivo, fotopolimerización.



Gráfico 6. Grupo adhesivo Zafira Bond®

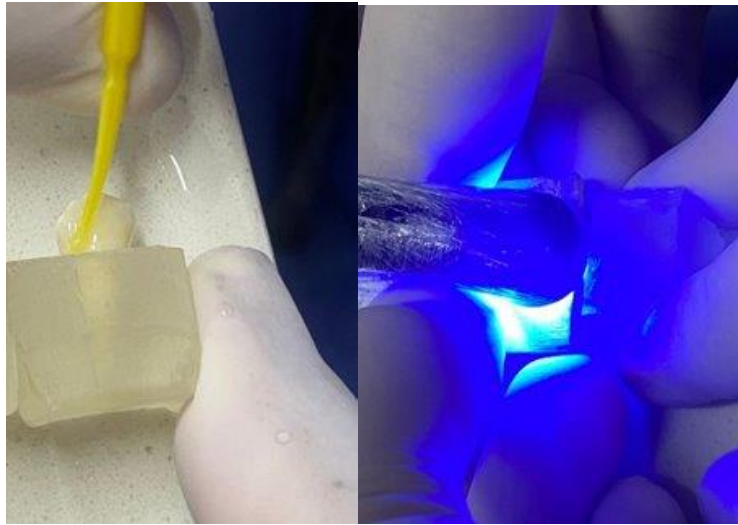


Gráfico 7. Aplicación de adhesivo, fotopolimerización.

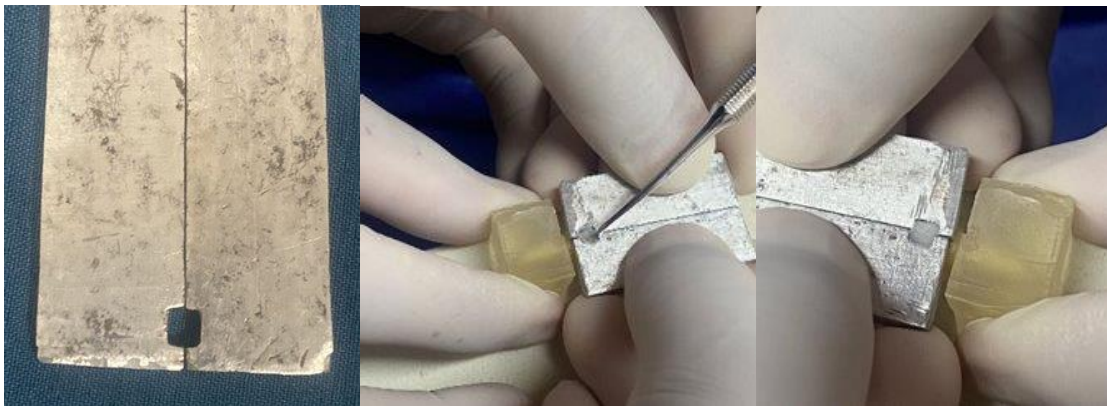


Gráfico 8. Arandela metálica, elaboración de botón de resina.



Gráfico 9. Termocido de muestras.



Gráfico 10. Maquina universal de ensayo



Gráfico 11. Proceso de cizallamiento de muestras

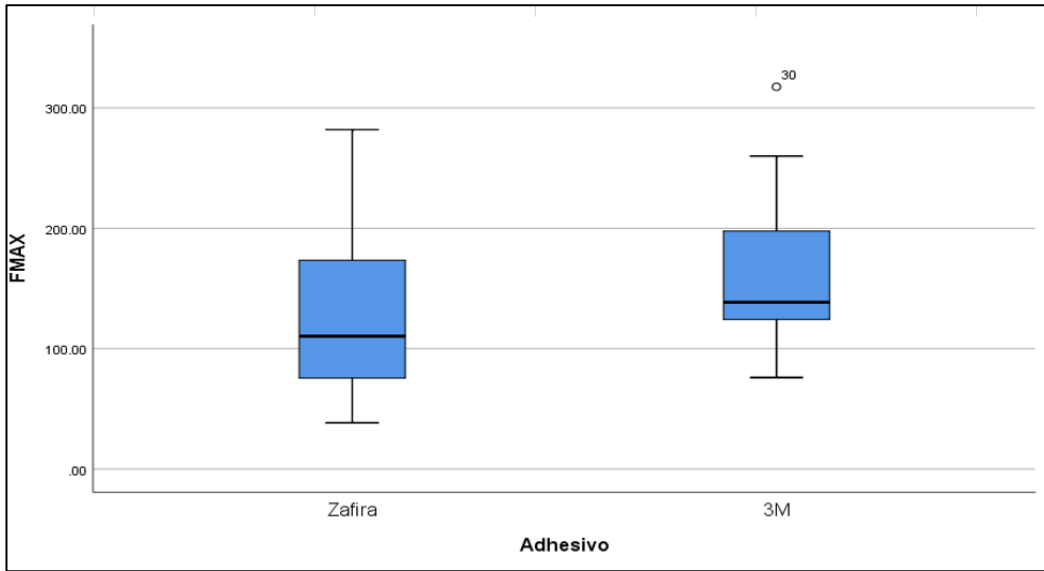


Gráfico 12. Fuerza máxima.

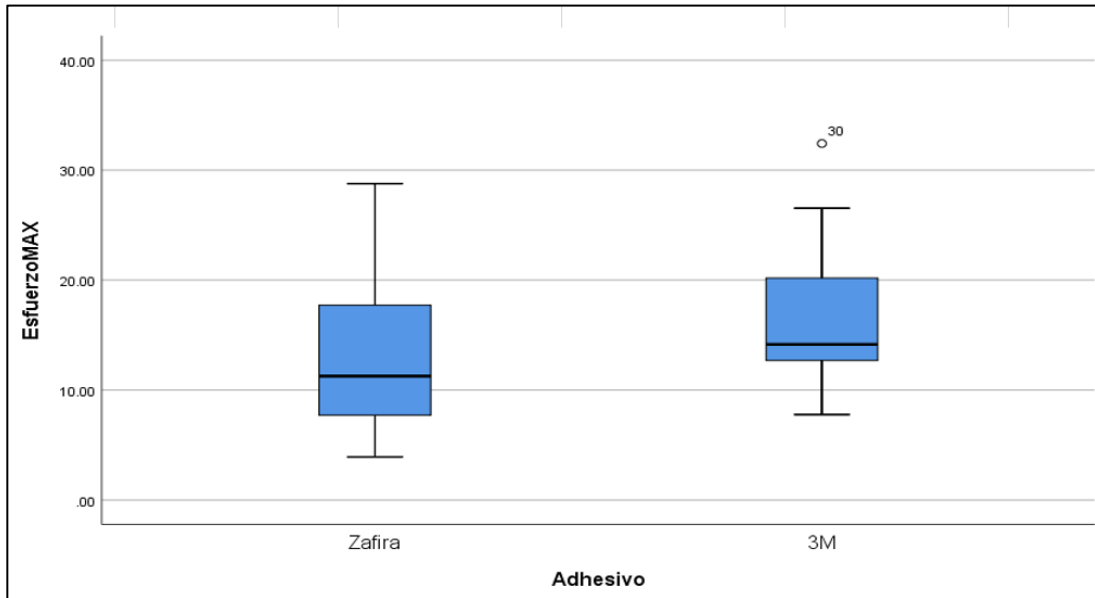


Gráfico 13. Esfuerzo máximo.

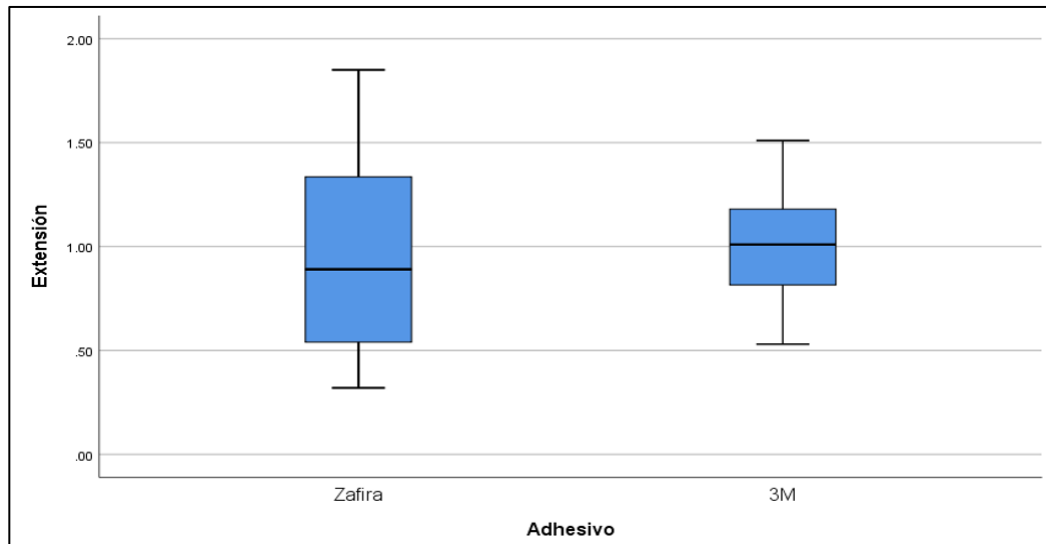


Gráfico 14. Extensión.

Anexos - Tablas

	Zafira Bond ®					Single Bond Universal 3M					P-valor
	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desviación estándar	
Fuerza máxima	38,33	282,00	127,78	110,38	75,46	76,00	317,60	159,84	138,60	68,10	0,161
Esfuerzo máximo	3,91	28,78	13,04	11,27	7,70	7,76	32,42	16,32	14,15	6,95	0,161
Extensión	0,32	1,85	0,94	0,89	0,48	0,53	1,51	1,00	1,01	0,28	0,595

Tabla 1. Resultado de resistencia al cizallamiento de botones de resina con adhesivo Zafira Bond® y Single Bond™ Universal – 3M.