



UNIVERSIDAD
Finis Terrae

UNIVERSIDAD FINIS TERRAE
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE UNIÓN DE UN
ADHESIVO UNIVERSAL ENTRE EL PROTOCOLO SUGERIDO POR
EL FABRICANTE Y UN PROTOCOLO EXPERIMENTAL.**

YOCELIN GALAZ VIVES
NATASHA IBARRA CID

Tesis presentada a la Facultad de Odontología de la Universidad Finis Terrae,
para optar al título de Cirujano Dentista.

Profesor Guía: Carlos Ferreccio Damacela.
Profesor colaborador: Mario Felipe Gutiérrez

Santiago, Chile

2021

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo incondicional a nuestras familias, las cuales han estado presentes en toda esta etapa y nos han alentado a continuar y construir nuestros futuros.

Agradecemos al doctor Carlos Ferreccio quien nos ha guiado en esta última etapa de nuestras carreras, no solo de forma teórica sino también apoyándonos emocionalmente en este proceso, el cual ha sido difícil pero ha valido cada minuto, ya que nos ha formado de forma profesional.

Agradecemos al doctor Felipe Gutiérrez por su tiempo y colaboración en el estudio de investigación.

INDICE

RESUMEN.....	iii
ABSTRACT.....	v
INTRODUCCIÓN	1
MARCO TEÓRICO	3
HIPÓTESIS.....	14
OBJETIVOS.....	15
METODOLOGÍA	16
RECOLECCIÓN DE DATOS	36
RESULTADOS	37
DISCUSIÓN.....	38
CONCLUSIÓN.....	40
CONSIDERACIONES ÉTICAS	42
BIBLIOGRAFÍA.....	43
ANEXOS.....	46
Anexo I Formulario Solicitud para Dispensa de Documento de Consentimiento Informado	46
Anexo II Carta declaración origen lícito muestras	48

RESUMEN

La odontología adhesiva se basa en la eficacia de los sistemas adhesivos existentes en el mercado, los cuales corresponden a un punto crítico dentro de los protocolos de las restauraciones estéticas. Estos poseen variadas indicaciones dadas por los fabricantes, las que no son concordantes con múltiples estudios clínicos, debido a que estas no garantizan el máximo rendimiento adhesivo, durabilidad y resistencia para la obtención de tratamientos de resina compuesta más predecibles en el tiempo.

Dentro de los sistemas adhesivos se pueden encontrar diferentes clasificaciones, una de ellas son los adhesivos universales o multimodo, cuyos protocolos adhesivos han sido ampliamente estudiados. Es por esto que se plantea la siguiente interrogante, ¿Se puede lograr a través de un protocolo experimental maximizar la fuerza adhesiva en un adhesivo universal comparado con las indicaciones del fabricante?

La relevancia de este estudio de investigación es obtener un protocolo clínico estandarizado del adhesivo Scotchbond Universal 3M ®, que aporte en el desarrollo de las prácticas clínicas, para garantizar un mejor rendimiento y durabilidad de las restauraciones adhesivas.

Objetivo: Comparar valores de resistencia de unión adhesiva obtenidos al realizar el protocolo del fabricante versus protocolo experimental.

Material y método: 36 piezas dentales permanentes (premolaes), obtenidas mediante donaciones voluntarias realizadas por estudiantes de la Universidad Finis Terrae, quienes las reclutaron en los años 2018 y 2019. Se evaluaron 4 variables independientes: tiempo de aplicación, número de capas, tiempo de evaporación del solvente y tiempo de polimerización. Para su aplicación se contó con un grupo control correspondiente a las indicaciones del fabricante del adhesivo Universal Scotchbond 3M ® y un grupo experimental con pasos operatorios del protocolo

experimental, el cual contenía modificaciones en cada variable a evaluar. Este último se dividió en 5 subgrupos, en 4 de ellos se modificó una respectiva variable y 1 que incluyó la modificación de todas las variables. Es por esto que se utilizaron 6 grupos de 6 dientes cada uno, generando así el total de 36 muestras dentarias, en las cuales se puso a prueba la variable dependiente, correspondiente a la resistencia adhesiva a fuerzas de cizallamiento, cuyos valores fueron entregados por la máquina de ensayos universal marca Bisco ®. A cada diente se le quitaron los restos orgánicos con ultrasonido (scaler) y fueron cortados con disco diamantado en 4 trozos, para que se expusiera la superficie dentinaria y poder probar las variables mencionadas.

Resultados: Todas las variaciones del protocolo presentaron valores de resistencia de unión estadísticamente mayores comparados con el control (Grupo 1), excepto el grupo 3 (aplicación del número de capas). La combinación de todas las variaciones del protocolo (grupo 6) mostró los mejores valores de resistencia de unión.

Conclusiones: Los valores de resistencia al micro cizallamiento que se obtuvieron al aplicar un protocolo experimental del adhesivo universal Scotchbond 3M ®, en las muestras dentinarias, fueron mayores en comparación a la aplicación del protocolo del fabricante.

Palabras claves: Resistencia adhesiva, micro cizallamiento, sistemas adhesivos, adhesivos de grabado y lavado, adhesivos autograbantes, adhesivo universal, sistema adhesivo Universal Scotchbond 3M.

ABSTRACT

Adhesive dentistry is based on the performance of the adhesive systems that are on the market, which correspond to a critical point within the protocols of aesthetic restorations. These have diverse indications given by the manufacturers, which are not consistent with multiple clinical studies, because they do not secure the maximum adhesive performance, durability and resistance to get more predictable composite resin treatments over the time.

Different classifications can be found within adhesive systems, one of them is universal or multi-mode adhesives. whose adhesive protocols have been extensively studied. This is why the following question is raised: Can it be possible to maximize the adhesive strength of a universal adhesive by means of an experimental protocol compared to the manufacturer's specifications?

The relevance of this research study is to get a standardized clinical protocol of Scotchbond Universal 3M ®. which contributes to the development of clinical practices, to ensure better performance and durability of adhesive restorations.

Objective: Compare adhesive bond strength values obtained with the manufacturer's protocol versus an experimental protocol.

Material and method: 36 permanent (premolar) teeth, obtained through voluntary donations made by students of Finis Terrae University, who recruited them in 2018 and 2019. Four independent variables were evaluated: application time, number of layers, solvent evaporation time and polymerization time. For its application, we had a control group corresponding to the indications of the manufacturer of the Universal Scotchbond 3M ® adhesive and an experimental group with operational steps of the experimental protocol, which contained modifications in each variable to be

evaluated. The last group was divided into 5 subgroups, in 4 of them a respective variable was modified and one that included the modification of all variables.

For this reason, 6 groups of 6 teeth were used, generating a total of 36 dental samples, in which the dependent variable, corresponding to the adhesive resistance to shear forces, was tested, the values of which were provided by the universal testing machine brand Bisco ®.

The organic remains of each tooth were removed with ultrasound (scaler) and cut with a diamond disc into 4 pieces, so the surface of the teeth could be exposed and the variables mentioned could be tested.

Results: All protocols variations show statistically higher binding values compared to the control group (Group 1) except group 3 (number of application of layers). The protocol with all the variations (group 6) showed the best binding strength values.

Conclusions: The micro shear strength values obtained by the applying of an experimental protocol of the Universal adhesive Scotch bond 3M ®, in the dental samples, were higher than the application of the manufacturer's protocol.

Key words: Adhesive strength, micro shear, adhesive systems, etch and rinse, self-etch, universal adhesives, Universal adhesive system Scotch bond 3M.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la operatoria dental invasiva ha sido reemplazada por la odontología adhesiva, la cual mantiene mayor cantidad de tejido remanente, debido a que no utiliza retención tradicional, sino que se basa en la eficacia de los sistemas adhesivos (1-2). Para la utilización de estos se requieren protocolos que logren estandarizar y maximizar el rendimiento clínico. Sin embargo, diversas indicaciones de fabricantes no son concordantes con múltiples estudios clínicos, debido a que estas no garantizan el máximo rendimiento adhesivo, durabilidad y resistencia para la obtención de tratamientos de resina compuesta más predecibles en el tiempo.

Los sistemas adhesivos son un grupo de biomateriales que constituyen uno de los puntos críticos dentro de los protocolos clínicos de restauraciones estéticas. Durante el transcurso de los años, el aumento en su demanda ha dado paso al desarrollo de una gran variedad de estos, los cuales se han enfocado en mejorar sus componentes, el funcionamiento y la simplificación de los pasos clínicos (3), buscando un objetivo común que es generar una interface adhesiva estable, resistente y duradera. Estos sistemas adhesivos se dividen en dos grandes grupos:

- 1) Los de grabado ácido y lavado previo de la estructura dentaria (etch and rinse) y
- 2) Sistemas autograbantes (self etch) que mediante la utilización de monómeros ácidos logran acondicionar la dentina (3).

Dentro de la clasificación de los sistemas adhesivos, además se encuentran los adhesivos universales, también denominados de octava generación, son adhesivos versátiles, ya que unen ambos grupos mencionados anteriormente, pudiendo utilizarse con estrategia de grabado y lavado o como autograbantes. Una característica que los destaca es la incorporación de monómeros funcionales, como el MDP, los que son capaces de producir unión química a los sustratos dentales, al producir quelación de calcio y formación de nano capas, incrementando la durabilidad de la interface (4).

En el caso del adhesivo Universal Scotchbond 3M ®, las indicaciones dadas por el fabricante son aplicar una capa del adhesivo con microbrush desechable cubriendo

toda la preparación, con difusión activa por 10 segundos, luego soplar este por 5 segundos hasta que se deje de mover y se evapore la mayor cantidad de solvente posible. Fotopolimerizar por 10 segundos con lámpara de fotocurado de 1200 mW/cm² (4).

Existen estudios experimentales que abarcan los diferentes pasos del protocolo anteriormente descrito, como es el caso de un estudio *in vitro* realizado por Chasqueira y Cols. en el año 2013, donde se evaluó la resistencia al cizallamiento al comparar las indicaciones del fabricante con diferentes formas de aplicación del sistema, como por ejemplo, sumar más capas adhesivas, y concluyó que la forma de aplicación alternativa mejora el rendimiento de los sistemas adhesivos al aumentar los valores de resistencia al cizallamiento (5). En cuanto al tiempo de aplicación, se determinó, que, si este se reduce en comparación con el protocolo del fabricante, se produce una disminución de la fuerza adhesiva (6). Otro paso importante es el tiempo de polimerización del adhesivo, según otros estudios realizados por Loguercio y Cols. en el año 2010 y 2015, se concluyó que al aumentar los tiempos de polimerización a 20-40 segundos, existe un retardo en la degradación de la interface en el tiempo, una mejora en la calidad de redes poliméricas y un aumento en la fuerza de unión resina-dentina en comparación a los 10 segundos indicados por el fabricante (7-8).

Al tener en consideración estas mejoras en los protocolos experimentales, surge la interrogante ¿Se puede lograr a través de un protocolo experimental, maximizar la fuerza adhesiva en un sistema adhesivo universal comparado con las indicaciones del fabricante?, es por esto que el objetivo de este estudio, será comparar el protocolo de un adhesivo universal siguiendo las indicaciones del fabricante con un protocolo experimental, ante fuerzas de cizallamiento para así generar un protocolo final validado por pruebas de laboratorio, el cual abarca los pasos esenciales conduciendo al éxito clínico a largo plazo al generar una adhesión más predecible y por consiguiente aumentar la longevidad de las restauraciones.

MARCO TEÓRICO

GENERALIDADES DE LA ADHESIÓN

La adhesión se define como la atracción molecular o atómica entre dos superficies, de distinta naturaleza, que se encuentran en íntimo contacto mediante una fuerza interfacial entre sus moléculas o átomos. La adhesión puede ocurrir mediante una unión química, una unión mecánica o la combinación de ambas (9).

Para lograr la adhesión entre dos superficies, a nivel dental, se requiere la aplicación de un elemento adicional, el cual al entrar en contacto con ambas superficies logra su unión, quedando un espacio virtual entre estas, denominado interface. Este elemento capaz de promover la adhesión de una sustancia o material a otro es denominado **adhesivo**, mientras que el sustrato que es adherido a otro material a través del adhesivo es denominado **adherente** (9).

Una verdadera adhesión entre materiales restauradores dentales y el diente debe cumplir tres condiciones, las cuales son conservar la mayor cantidad de estructura dentaria sana, maximizar la fuerza adhesiva y evitar microfiltraciones y nano filtraciones, para lograr un sellado marginal óptimo (9).

ADHESIÓN A SUSTRATOS DENTARIOS

El mecanismo de adhesión a las estructuras dentales se considera un intercambio de materia inorgánica por resinas, este proceso se logra por la creación de microporos, la infiltración de monómeros de resina a estos y una posterior polimerización (9).

1.- Adhesión a Esmalte

El esmalte es un tejido extremadamente duro, compuesto por un 96% de mineral (cristales inorgánicos de hidroxiapatita), 2% de matriz orgánica y 3% de agua en peso (6). Los cristales de hidroxiapatita están compuestos por iones de calcio y fosfato, quienes, a través del depósito estructural, forman los prismas de esmalte, los cuales se encuentran en gran porcentaje del espesor, de manera perpendicular al límite amelodentinario. Además, posee una capa aprismática, la cual otorga una protección contra la disolución ácida del tejido (10).

La adhesión de las resinas compuestas al esmalte es altamente estable y alcanzable en la mayoría de los procedimientos restauradores clínicos, siendo más efectiva y predecible que la adhesión en dentina (11). Esta se logra mediante una unión micromecánica al utilizar un acondicionador ácido en el tejido, que permitirá la formación de tags y microtags de resinas (10). Este acondicionador es el ácido ortofosfórico, el cual permite aumentar el área, la energía y la humectabilidad del esmalte, siendo estas propiedades importantes para lograr una alta fuerza de unión (10).

2.- Adhesión a dentina

En cuanto a cantidad, la dentina es el tejido principal del diente, es por esto que juega un papel clave en el resultado clínico de la adhesión.

Es altamente mineralizada y en cuanto a peso está compuesta por 70% de matriz inorgánica, mayoritariamente cristales de hidroxiapatita, 20% de matriz orgánica, principalmente fibras colágenas y 10% de agua.

Su morfología es realmente compleja, ya que consta de túbulos dentinarios, los cuales se extienden desde el complejo amelodentinario y unión amelocementaria hasta el complejo pulpar (10).

La dentina a nivel tubular se divide en dentina intratubular, peritubular e intertubular. Esta última es rica en colágeno tipo I, el cual es esencial para la interface dentina-adhesivo (10).

La dentina se puede dividir en tres diferentes niveles:

a) Dentina superficial: Se encuentra cercana al complejo amelodentinario, presenta 18.000 túbulos/mm² con un diámetro de 0.9 μ m, presenta gran cantidad de fibras colágenas y cristales de hidroxiapatita, con baja cantidad de agua, por lo que se logra una adhesión más eficiente (11).

b) Dentina media: Posee 25.000 túbulos/ mm² con un diámetro de 1.5 - 2.8 μ m, por lo tanto, la adhesión no es tan efectiva como en la dentina superficial, pero es mayor que en la dentina profunda (11).

c) Dentina profunda: Posee aproximadamente entre 66.000 - 90.000 túbulos/mm² con un diámetro de 3.2 - 4.6 μ m. Debido a la cuantía de túbulos y su diámetro, aumenta la proporción de agua y disminuye la cantidad de fibras de colágeno y cristales de hidroxiapatita, es por esto que se obtiene una adhesión menos eficiente (11).

Smear layer o Barro dentinario

Un factor importante en la adhesión es la presencia de “Smear Layer” o Barro dentinario, esta capa se forma al realizar una preparación dentaria con instrumentos rotatorios y está constituida por detritus y dentina desorganizada.

Se divide en “Smear on”, parte más amorfa y superficial de esta capa y el “Smear in” formada por partículas diminutas que se localizan al interior de los túbulos dentinarios.

La presencia del barro dentinario disminuye la permeabilidad y la difusión del adhesivo (11).

Capa Híbrida

Descrita por primera vez por Nakabayashi en 1982, quien después de acondicionar la superficie dentinaria observó una capa de 3 - 6 μm , la cual denominó capa híbrida. Esta capa es una mezcla de fibras de colágeno, cristales de hidroxiapatita y resina, se forma debido a la infiltración del adhesivo posterior al acondicionamiento ácido (11).

Tras este descubrimiento estableció la teoría de hibridización dentinaria, basada en que la adhesión en dentina ocurre por un mecanismo de unión micromecánica, dada por la infiltración de la resina en consistencia fluida en la red de fibras colágenas de la dentina acondicionada, adoptando, posterior a la polimerización, un estado rígido, quedando trabada en los túbulos dentinarios, generando los tags intratubulares, también llamados “Resin Tags” (11).

Esta capa constituye una envoltura que sella la dentina, siendo resistente al ataque ácido, evitando la hipersensibilidad y la caries secundaria (12).

SISTEMAS ADHESIVOS

Son un conjunto de materiales que permiten generar adhesión, a través de diferentes pasos cómo preparar la superficie del sustrato dental que recibirá el material restaurador. Estos son agregados en capas finas y permiten adherir un material restaurador al sustrato dentario con adhesión química y micromecánica (13).

Su composición es:

- **Agente grabador:** Son ácidos utilizados para el acondicionamiento de esmalte y dentina (11). Los más utilizados corresponden a ácidos fuertes como el ácido ortofosfórico al 37%, además del uso de ácidos débiles en

primers como el ácido maleico (13). Por otra parte, existen resinas acídicas que forman partes de los adhesivos autograbantes (13).

- **Resinas hidrofílicas:** Material encargado de generar unión a la dentina al formar los tags de la capa híbrida al utilizar a su favor la humedad de la dentina. Estas pueden ser: HEMA, PENTA, BPOM, TEGMA, GPOM o 4-META (13).
- **Resinas hidrofóbicas:** Son resinas densas, poco compatibles con el agua. Cumplen con una doble función, las cuales son lograr una correcta unión a la resina compuesta del material restaurador y por otra parte conseguir un adecuado grosor del adhesivo, para que la interface diente-restauración sea capaz de soportar el estrés de contracción (13).
- **Activadores:** Compuesto que desencadena la polimerización, ya que activa la cascada de la polimerización. Existen principalmente tres: Canforquinona, Lucerina y/o PPD. Cuando el adhesivo es de fraguado dual también posee en su composición quimio-activadores como el complejo amina peróxido (13).
- **Relleno inorgánico:** No forma parte de todos los adhesivos, su función es reforzar la resistencia mecánica, para lograr un adhesivo con mejores propiedades mecánicas y un adecuado grosor (13).
- **Solventes:** Es un vehículo fundamental para lograr conseguir la capa híbrida. Son muy volátiles, por lo que se evaporan fácilmente cambiando las propiedades del producto. Los más utilizados son el agua, etanol y acetona (13).

CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS ADHESIVOS

A lo largo de los años se han realizado numerosas clasificaciones de sistemas adhesivos. Entre estas se encuentran: Clasificación según generación y Clasificación según estrategia adhesiva moderna.

Clasificación según estrategia adhesiva moderna

Esta clasificación describe la forma de tratar a la dentina, además es informativa al nombrar los diferentes pasos utilizados para el procedimiento adhesivo (14).

1) Adhesivos de grabado y lavado (Etch and Rinse, ER): Incluyen el grabado con ácido ortofosfórico y enjuague, disolviendo y eliminando el barro dentinario, mejorando la penetración del adhesivo en los túbulos dentinarios, formando tags intratubulares.

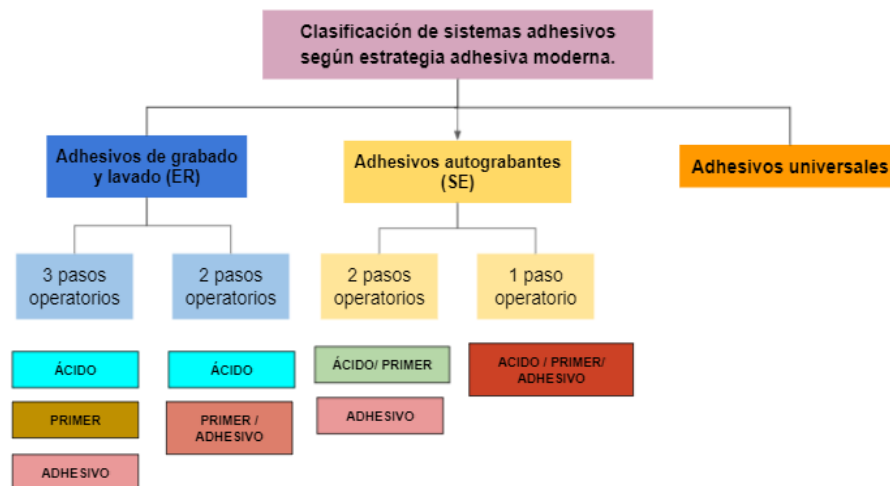
Al exponer los túbulos y eliminar el barro dentinario puede producir una sensibilidad post operatoria ocasional (14-15).

Existen adhesivos de grabado y lavado de 3 y 2 pasos operatorios. Los primeros adhesivos de grabado y lavado fueron de tres pasos, estos incluyen un acondicionador ácido, aplicado en esmalte y dentina simultáneamente, pero con tiempos de aplicación diferentes, para eliminar el barro dentinario y lograr una desmineralización del sustrato, un primer con monómeros hidrofílicos y un adhesivo con monómeros hidrofóbicos, los cuales forman la capa híbrida. Por otra parte, los adhesivos de grabado y lavado de 2 pasos incluyen un acondicionador ácido y un primer unido al adhesivo en una sola botella, combinando los monómeros hidrofílicos con los hidrofóbicos, los cuales de igual forma que los anteriores se aplican en esmalte y dentina de forma simultánea, pero con tiempos diferentes (14-15).

2) Adhesivos autograbantes (Self Etch, SE): No incluyen el paso de grabado con ácido ortofosfórico en dentina, debido a que poseen monómeros acídicos que actúan simultáneamente como ácido y primer, por lo que no eliminan el barro dentinario, sino que lo incluyen dentro de la capa híbrida. Por otra parte, estos sistemas adhesivos si incluyen el grabado selectivo con ácido ortofosfórico en esmalte.

Además, se caracterizan por presentar un tiempo de aplicación reducido, debido al menor número de pasos, generando menor sensibilidad a la técnica (14-16).

Existen adhesivos autograbantes de 2 pasos y 1 paso operatorio. Los primeros adhesivos autograbantes fueron de 2 pasos, los cuales incorporaron el ácido y primer en una botella. Por otra parte, los adhesivos autograbantes de un solo paso operatorio incorporan el ácido, primer y adhesivo en una sola botella, simplificando la técnica (14-16).

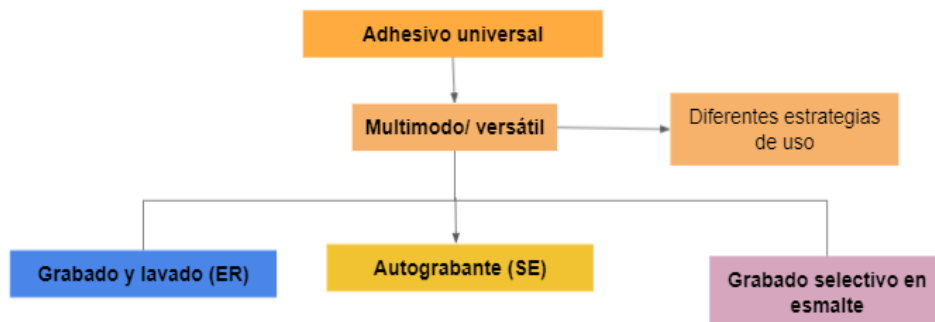


ADHESIVOS UNIVERSALES

Los adhesivos universales se comenzaron a utilizar desde el año 2011, también son conocidos como “multimodo” o “multipropósito”, ya que se pueden utilizar con estrategia de autograbado (Self Etch) o con estrategia de grabado y lavado (Etch & Rinse), en ambas estrategias se utiliza un grabado y lavado en esmalte, esta técnica también es llamada “grabado selectivo en esmalte”, siendo una de sus mayores ventajas, su versatilidad (2).

Debido a su modo de aplicación simplificada, se reduce la posibilidad de una mala manipulación clínica por parte del operador, la cual generalmente se produce en adhesivos de grabado y lavado (2). Son capaces de producir unión química y micromecánica a los sustratos dentales debido a la integración de monómeros funcionales ácidos como el MDP, molécula que interactúa con la hidroxiapatita, formando enlaces iónicos estables al calcio, generando una estructura de nano capa de sales MDP-Ca (14).

Se han propuesto en diversos estudios, la adición de procedimientos clínicos para optimizar la unión a dentina, tales como el uso de un recubrimiento hidrofóbico, inhibidores de metaloproteinasas, aplicación vigorosa y prolongada del adhesivo, extender los tiempos de evaporación del solvente y el tiempo de polimerización, entre otros (8).



Adhesivo universal Scotchbond 3M ®: Indicaciones del fabricante

- Aplicar una capa del adhesivo, con el aplicador desechable, cubriendo la superficie del diente y friccionar 10 segundos.
- Seguidamente soplar el líquido durante aprox. 5 segundos con aire suave, hasta que ya no se mueva y el disolvente se haya evaporado.
- Polimerizar el adhesivo durante 10 segundos con una lámpara de fotocurado (17).

Adhesivo Universal (8va generación): Indicaciones experimentales con estrategia autograbante

Existen numerosos estudios que se basan en los pasos del protocolo del fabricante y experimentan pequeños cambios, los cuales podrían mejorar el rendimiento de los sistemas adhesivos y por consiguiente la longevidad de las restauraciones.

Como en el caso del estudio *in vitro* realizado por Loguercio y Cols. en el año 2011, donde compara el tiempo de polimerización de 10 segundos dado por el fabricante, con tiempos de polimerización prolongados de 20 y 40 segundos, dando como resultado un aumento en el grado de conversión de monómeros a polímeros y en la fuerza de unión resina-dentina, donde no hubo una reducción de la nanofiltración dentro de la capa híbrida (8). Una de las razones para explicar el resultado favorable, fue que la densidad de energía más alta producida por tiempos de polimerización prolongados ayudaría a mantener al fotoiniciador (canforquinona) en un mayor estado de excitación, permitiendo así que esta reaccione con el co-iniciador (amina) y aumente la formación de radicales libres, iniciando la polimerización de la matriz, generando una mayor conversión de monómeros en polímeros formando cadenas poliméricas tridimensionales. De esta forma se concluye que los parámetros más importantes para la polimerización del sistema adhesivo son la intensidad de la luz y el tiempo de exposición. La intensidad de la luz depende de variables difíciles de manejar, como la antigüedad de las lámparas, la distancia de la punta con la superficie a polimerizar, la integridad de la punta de

la lámpara, la divergencia y la homogeneidad de la luz. Por otra parte, el tiempo de exposición de polimerización es una variable susceptible a la manipulación del profesional (8).

Por otra parte, en un estudio *in vitro* realizado por Chasqueira y Cols. en el año 2013, donde se comparó el protocolo de aplicación del adhesivo según las indicaciones del fabricante con diferentes protocolos de aplicación de una a cuatro capas de adhesivo adicionales y de acuerdo a este se concluyó que al aplicar dos capas adicionales de los adhesivos autograbantes estudiados, se optimiza el rendimiento de estos al mejorar la resistencia al cizallamiento, promoviendo la adhesión a la dentina (5).

En cuanto al tiempo de evaporación del solvente, en el año 2014 se realizó un estudio *in vitro* por Loguercio y Cols. en el cual se comparó el tiempo de evaporación de 10 segundos indicado por el fabricante para adhesivos universales versus un tiempo menor de 5 segundos y tiempos mayores de 15 y 25 segundos, dando como resultado una mejora en la fuerza de unión microténstil en los adhesivos universales al utilizar tiempos de evaporación prolongados (18).

Por consiguiente, se determina el siguiente protocolo experimental para la aplicación de un adhesivo universal, elaborado por el Dr. Mario Felipe Gutiérrez, el cual consiste en diversas modificaciones al protocolo indicado por el fabricante para el uso de un adhesivo universal. En este caso adhesivo Universal Scotchbond 3M®:

- **Grabado ácido:** Grabar por 15 segundos sólo en esmalte, menos tiempo de grabado en comparación al protocolo indicado por fabricante (30 segundos), generando un buen patrón de grabado con menos pérdida de tejido superficial. Luego lavar con spray (agua / aire) por el doble del tiempo (30 segundos) y secar suavemente el esmalte hasta que quede completamente seco (19).

- **Aplicación de clorhexidina:** Se aplica en dentina clorhexidina al 2% de forma activa durante 15 segundos, de esta forma se logran inhibir las metaloproteinasas. Luego se elimina el exceso de esta soplando con aire, colocando la jeringa triple de forma oblicua a 1 cm de distancia, dejando dentina seca (19).
- **Aplicación de adhesivo y evaporación del solvente:** Se debe aplicar una primera capa de adhesivo en esmalte y dentina, frotando de forma activa durante 40 segundos. Luego se debe soplar durante 25 segundos, de forma suave, con la jeringa triple de forma oblicua a 1 cm de distancia para lograr la evaporación del solvente. No se debe polimerizar esta primera capa.
- Se debe aplicar una segunda capa de adhesivo durante 40 segundos, esta vez no se debe frotar. Se evapora nuevamente el solvente, con un chorro de aire suave durante 25 segundos. Esta última capa si se debe polimerizar (19).
- **Polimerización del adhesivo:** Se debe polimerizar el adhesivo de 20 a 40 segundos con una intensidad de 1000 mW/cm^2 (19).

HIPÓTESIS

La resistencia de unión adhesiva es mayor al utilizar el protocolo experimental comparado con el protocolo indicado por el fabricante.

OBJETIVOS

I. Objetivo general

Comparar valores de resistencia de unión adhesiva obtenidos al realizar el protocolo del fabricante versus protocolo experimental.

II. Objetivos específicos

- 1) Determinar valores de resistencia de unión adhesiva, otorgados según el tiempo de aplicación, número de capas, evaporación del solvente y polimerización, al utilizar el protocolo indicado por el fabricante.
- 2) Determinar valores de resistencia de unión adhesiva, otorgados según el tiempo de aplicación, número de capas, evaporación del solvente y polimerización, al utilizar protocolo experimental.
- 3) Comparar los valores obtenidos en el estudio y explorar una posible asociación entre el micro cizallamiento y el protocolo utilizado.

METODOLOGÍA

Diseño del estudio:

Experimental *in vitro*.

Universo y muestra:

- **Universo:** El universo contempla 116 dientes permanentes obtenidos mediante donaciones voluntarias de las exodoncias y el reclutamiento de piezas dentarias realizadas por estudiantes de la Universidad Finis Terrae en los años 2018 y 2019.
- **Muestra:**
 - **Tipo de muestreo:** La estrategia de muestreo es aleatorio simple.
 - **Tamaño muestral:** Se incluirán en la muestra 36 dientes permanentes elegidos según el criterio de inclusión descrito a continuación:

Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de Inclusión:

Premolares sanos, sin preparaciones, lesiones de caries dentinarias ni malformaciones dentarias.

Criterios de exclusión:

Dientes con alguna alteración de esmalte o dentina.

Variables:

1. Variables Independientes:

Variables	Definición conceptual	Naturaleza de la variable	Nivel de medición	Instrumento u obtención de datos	Indicador o codificador
Tiempo de aplicación sistema adhesivo.	Periodo de tiempo en el que se aplica el sistema adhesivo de forma activa.	Cualitativa dicotómica.	Nominal.	Aplicación de protocolo indicado por el fabricante para adhesivo Universal Scotchbond 3M [®] y protocolo experimental para adhesivo universal.	1: Según protocolo del fabricante, 10 segundos. 2: Según protocolo experimental, 40 segundos.
Número de capas de adhesivo.	Cantidad de aplicación del adhesivo.	Cualitativa dicotómica.	Nominal.	Aplicación de protocolo indicado por el fabricante para adhesivo Universal Scotchbond 3M [®] y protocolo experimental para adhesivo universal.	1: Según protocolo del fabricante, 1 capa de sistema adhesivo. 2: Según protocolo experimental, 2 capas de sistema adhesivo.
Tiempo de evaporación del solvente.	Periodo de tiempo requerido para el paso de estado líquido a gaseoso del solvente perteneciente al adhesivo.	Cualitativa dicotómica.	Nominal.	Aplicación de protocolo indicado por el fabricante para adhesivo Universal Scotchbond 3M [®] y protocolo experimental para adhesivo universal.	1: Según protocolo del fabricante, 5 segundos. 2: Según protocolo experimental, 25 segundos.

Tiempo de polimerización.	Periodo utilizado para la formación de polímeros.	Cualitativa dicotómica.	Nominal.	Aplicación de protocolo indicado por el fabricante para adhesivo Universal Scotchbond 3M [®] y protocolo experimental para adhesivo universal.	1: Según protocolo del fabricante, 10 segundos. 2: Según protocolo experimental, 40 segundos.
---------------------------	---	-------------------------	----------	---	--

2. Variables dependientes

Variables	Definición conceptual	Naturaleza de la variable	Nivel de medición	Instrumento de obtención de datos	Indicador o codificador
Resistencia adhesiva al micro cizallamiento.	Fuerza máxima de cohesión de un adhesivo, la cual soporta un objeto o bloque al ser sometido a fuerzas de cizallamiento o de oposición horizontal.	Cuantitativa	Continua; Fuerza expresada en Newton.	Máquina de ensayo universal marca "Bisco" [®] .	Cantidad de fuerza expresada en MPa.

Materiales y equipos

Materiales	Equipos
Tubos de PVC de 25 mm.	Máquina de ensayo universal Bisco ®
Adhesivo universal scotchbond universal, 3M ESPE ®.	2 lupas de magnificación X 3.5
Jeringa de resina flow Z350, 3M ESPE ®	Lámpara de fotocurado VALO GRAND ®
Microbrush finos.	Guillotina pequeña.
Limas de endodoncia k8 y k10.	Jeringa triple
Tubos plásticos flexibles “tygon”.	Scaler ultrasonido
Cinta doble faz.	
Block de mezcla.	
Lija grano 600 al agua.	
Loseta de vidrio.	
Acrílico de autocurado rosado marche.	
2 pinzas de punta fina.	
Alambre de ortodoncia 0,2 mm.	
Perforador de goma dique.	
2 mangos de bisturí, 2 hojas de bisturí N° 11.	
Tupperware.	

Esta investigación no posee fines de lucro, ni patrocinadores.

Confección de las muestras dentinarias y descripción experimental

El estudio experimental *in vitro* fue realizado en el laboratorio de Simulación de la Facultad de Odontología de la Universidad Finis Terrae, ubicado en Pedro de Valdivia #1509, Providencia, Región Metropolitana, en el mes de octubre del año 2021

Del total de dientes recaudados, sólo se incluyeron un total de 36 dientes permanentes, premolares, los cuales cumplen con los criterios de inclusión mencionados anteriormente.

Estos 36 dientes fueron obtenidos mediante donaciones realizadas por alumnos de Odontología de la Universidad Finis Terrae, quienes reclutaron estas muestras biológicas en años anteriores (2018-2019) para fines académicos relacionados a la práctica del ramo preclínico simulación clínica II. Estos dientes fueron reclutados en diversos centros de salud familiar como también en el establecimiento universitario, debido a la atención a pacientes en la clínica dental de la Universidad Finis Terrae por parte de alumnos de cuarto y quinto año de la carrera.

Estos fueron almacenados en frascos con agua para su mantención hasta su uso.

I. Preparación de muestras dentinarias

Una vez seleccionados los 36 dientes permanentes, se procedió al retiro de todos los restos orgánicos e inorgánicos, tales como fibras del ligamento periodontal o tártaro acumulado, mediante un sistema de limpieza ultrasónico.

Figura 1.



Posterior a esta limpieza, se procedieron a cortar los dientes a nivel del LAC con discos diamantados, para así exponer tejido dentinario y esmalte, de esta forma la superficie de dentina que queda expuesta genera un total de 4 zonas de trabajo por diente. Esto permitió evitar ocupar un número mayor de dientes de forma innecesaria.

Las muestras obtenidas de cada diente fueron lijadas a nivel de la dentina expuesta con una lija 600 waterproof, la cual fue pasada por agua. Una vez humedecida la lija, se deja en una superficie lisa y se procede a pasar las muestras sobre esta durante 60 segundos en forma de 8, con la finalidad de generar micro retenciones.

Figura 2.



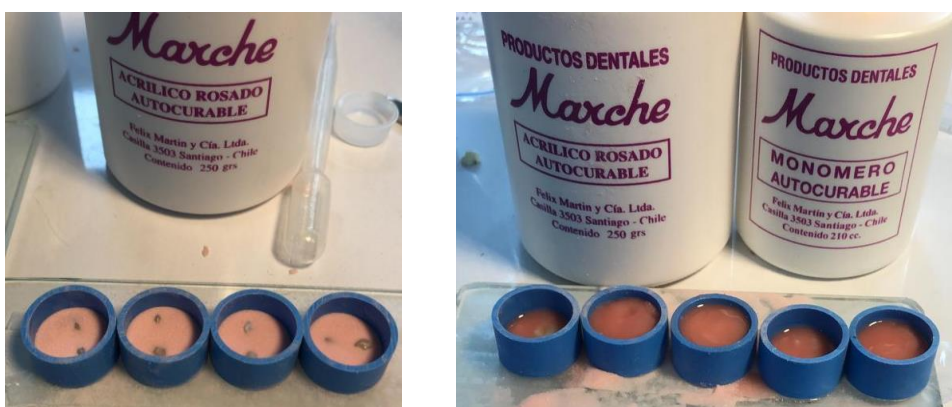
Posterior a esto, se adhirieron 3 trozos de cinta doble faz unidas de forma horizontal entre ellas para no dejar espacios libres, en una loseta de vidrio grande, con la finalidad de generar una amplia área de fijación de las muestras dentinarias. En este espacio se fijaron 2 muestras dentarias, con la zona de dentina expuesta hacia la cinta doble faz; una vez fijas estas, se adhiere un tubo de PVC de 25 mm de diámetro y 15 mm de alto, delimitando las muestras.

Figura 3.



Una vez verificado que las muestras dentinarias se encontraran bien adheridas a la cinta doble faz, sin movilidad alguna, se les agregó polvo de acrílico autocurado rosado hasta cubrir las coronas dentarias totalmente, luego con un gotario se le incorporó el líquido monómero hasta cubrir completamente el polvo, con el objetivo de generar la reacción de fraguado. Una vez comenzada esta reacción, se le incorporó más polvo y líquido hasta alcanzar la altura de los tubos de PVC.

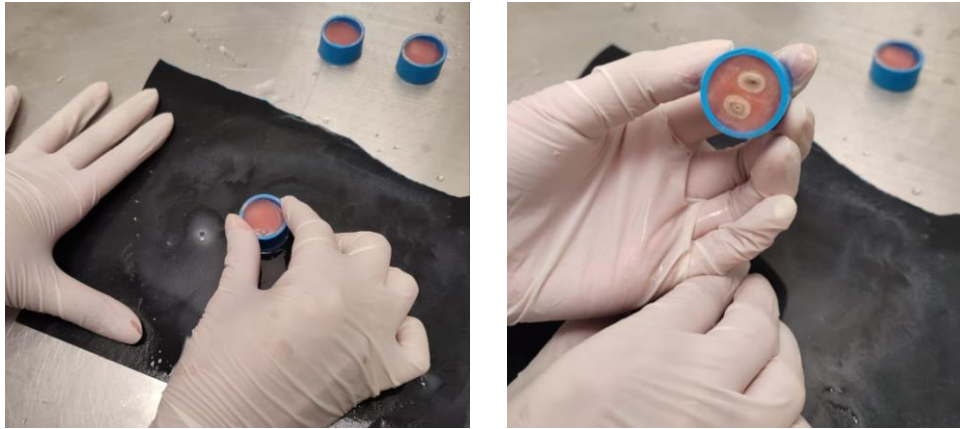
Figura 4.



Una vez completamente fraguado el acrílico, se retiraron los tubos de PVC de la loseta, y se procedió a limpiar las muestras dentinarias con bisturí y lija 600 waterproof previamente mojada, para retirar todo exceso de pegamento de la cinta doble faz y de acrílico que se encuentre sobre las muestras, para no alterar el resultado.

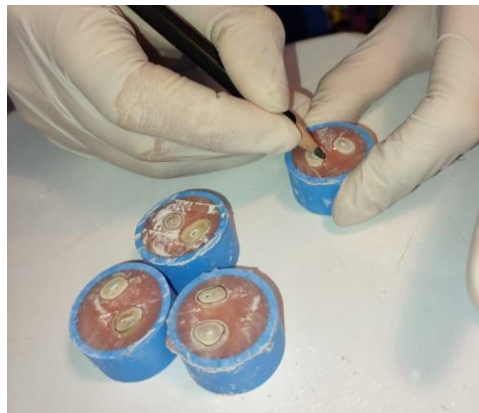
El lijado se realizó en forma de 8 nuevamente.

Figura 5.



Una vez limpias las muestras dentinarias, se dibujó el contorno dentinario para separar el esmalte de la dentina con lápiz grafito.

Figura 6.

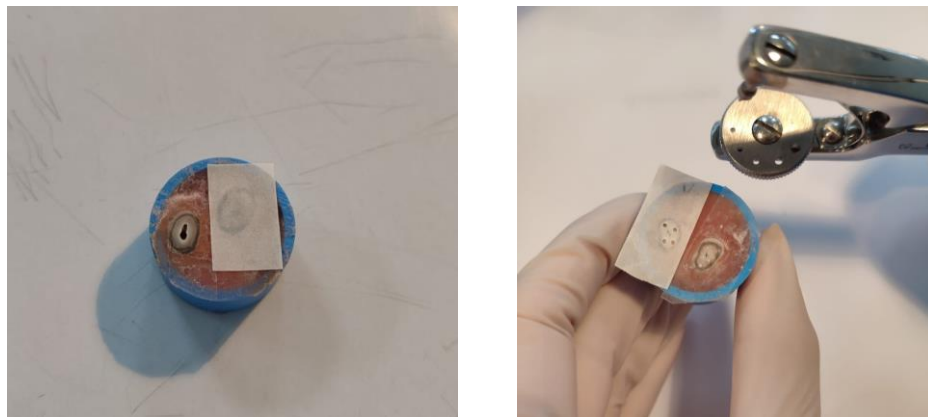


Al finalizar este procedimiento se almacenaron las muestras en un frasco plástico con agua, para generar humedad dentinaria y que esta no se desequie con el tiempo de espera.

Luego las muestras se secaron con papel absorbente, y sobre cada diente se aplicó un trozo de cinta doble faz para generar una copia exacta del contorno de dentina al retirar dicha cinta. Una vez retirada la cinta doble faz con el contorno delimitado, se limpió el grafito del diente con alcohol y se secó con papel absorbente.

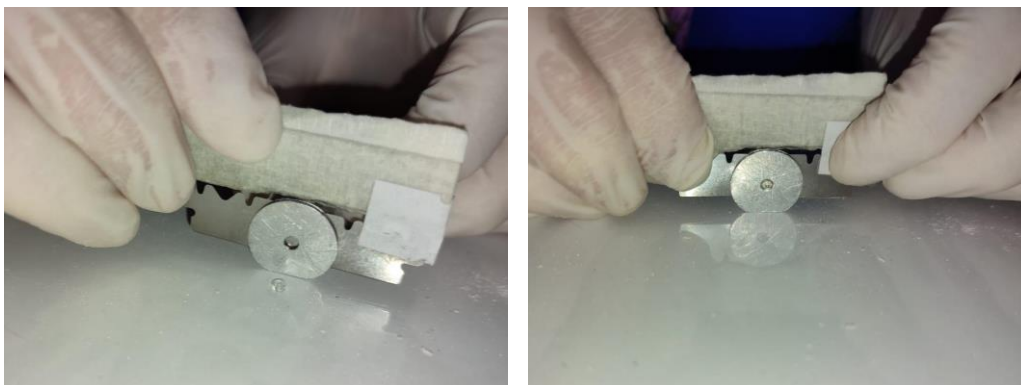
Se procedió a realizar 4 orificios con el perforador de goma dique, con el orificio más pequeño de este y se volvió a incorporar la cinta doble faz, retirando la capa blanda, dejando la capa transparente sobre las muestras.

Figura 7.



Paralelo a esto se realizaron 200 cortes de tygon de 0.05 mm con una guillotina pequeña.

Figura 8.



Una vez listas las muestras, con la cinta doble faz con los 4 orificios sobre dentina se procede a agrupar, de forma aleatoria, de a 6 dientes (3 muestras de PVC) para la aplicación de cada protocolo adhesivo.

II. Aplicación protocolos adhesivos

Se prosiguió con la aplicación de los protocolos adhesivos para el adhesivo universal Scotchbond 3M ®, en el espacio otorgado por la perforación en la cinta doble faz, donde en el grupo control se siguieron todas las indicaciones dadas por el fabricante y en el grupo experimental se siguieron los respectivos pasos operatorios del protocolo experimental, el cual presenta una modificación por cada variable a evaluar:

- Tiempo de aplicación del sistema adhesivo.
- Número de capas de aplicación.
- Tiempo de evaporación del solvente.
- Tiempo de polimerización del sistema adhesivo.

Por lo tanto, el grupo experimental a la vez se dividió en 5 subgrupos, donde en 4 de ellos se modificó sólo un paso operatorio del protocolo adhesivo,

correspondiendo a una respectiva variable, y 1 donde se modificaron todas las variables mencionadas.

Por lo tanto, de la muestra de 36 dientes permanentes, se obtuvo un total de 6 grupos de 6 dientes cada uno.

Esquema 1. Protocolos adhesivos.

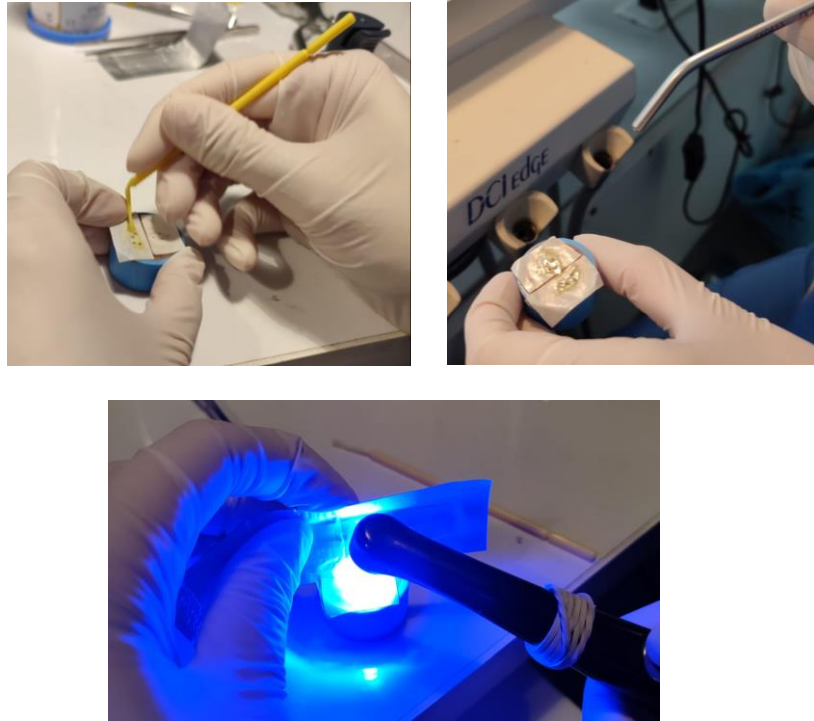
Grupo control (1): Protocolo basado en las indicaciones del fabricante para el adhesivo Universal Scotchbond 3M.	Grupo experimental (2): Protocolo experimental para el adhesivo Universal Scotchbond 3M.				
	Según Tiempo de aplicación del adhesivo.	Según Número de capas.	Según Tiempo de evaporación del solvente.	Según Tiempo de polimerización.	Protocolo experimental con todas las modificaciones.
1. Aplicación del adhesivo por 10 segundos. 2. Aplicación en una sola capa adhesiva. 3. Evaporación del solvente con aire suave por 5 segundos. 4. Polimerización con lámpara de fotocurado por 10 segundos.	1. Aplicación del adhesivo de forma activa por 40 segundos. 2. Aplicación en una sola capa adhesiva. 3. Evaporación del solvente con aire suave por 5 segundos. 4. Polimerización con lámpara de fotocurado por 10 segundos.	1. Aplicación del adhesivo por 10 segundos. 2. Aplicación de 2 capas adhesivas. 3. Evaporación del solvente con aire suave por 5 segundos. 4. Polimerización con lámpara de fotocurado por 10 segundos.	1. Aplicación del adhesivo por 10 segundos. 2. Aplicación en una sola capa adhesiva. 3. Evaporación del solvente con aire suave por 25 segundos. 4. Polimerización con lámpara de fotocurado por 10 segundos.	1. Aplicación del adhesivo por 10 segundos. 2. Aplicación en una sola capa adhesiva. 3. Evaporación del solvente con aire suave por 5 segundos. 4. Polimerización con lámpara de fotocurado por 40 segundos.	1. Aplicación del adhesivo de forma activa por 40 segundos. 2. Aplicación de 2 capas adhesivas. 3. Evaporación del solvente con aire suave por 25 segundos. 4. Polimerización con lámpara de fotocurado por 40 segundos.

Grupo I: Control- protocolo adhesivo según indicaciones del fabricante.

1. Aplicación del adhesivo por 10 segundos.
2. Aplicación en una sola capa adhesiva.
3. Evaporación del solvente con aire suave por 5 segundos.
4. Polimerización con lámpara por 10 segundos.

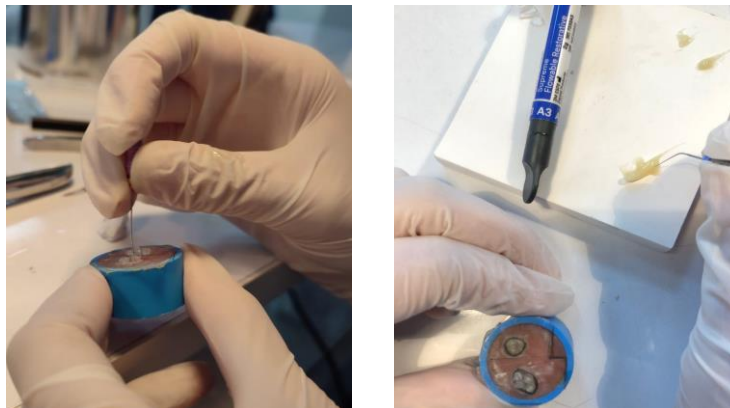
Como se cuenta con dos dientes por tubo de PVC, se interpone una lámina doble de papel metálico oscuro, para no influir en la polimerización.

Figura 9.



Una vez terminada la aplicación del adhesivo universal según las indicaciones del fabricante, se procedió a adosar el trozo de 0.05 mm de Tygon en el espacio donde fue aplicado el adhesivo (dado por la perforación con el perforador de goma dique en la cinta doble faz) y se aplicó Resina Flow (3m ® filtek supreme flow restorative) la cual se fotopolimerizó durante 40 segundos con lámpara VALO GRAND ® 1000 m/cm² a 1 centímetro de distancia en forma perpendicular a la muestra dentinaria.

Figura 10

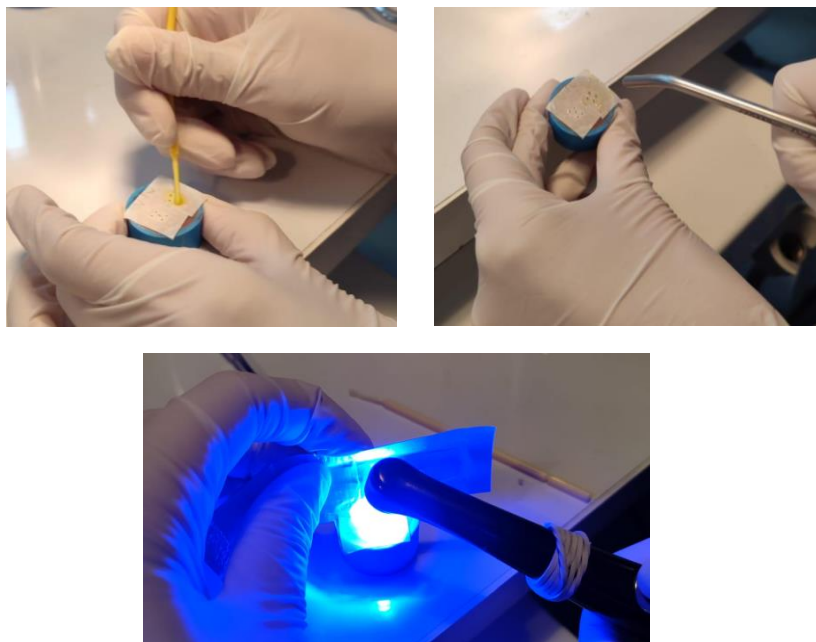


Grupo II: Experimental- Protocolo adhesivo según indicaciones experimentales

Variable 1: Tiempo de aplicación del sistema adhesivo (subgrupo 1)

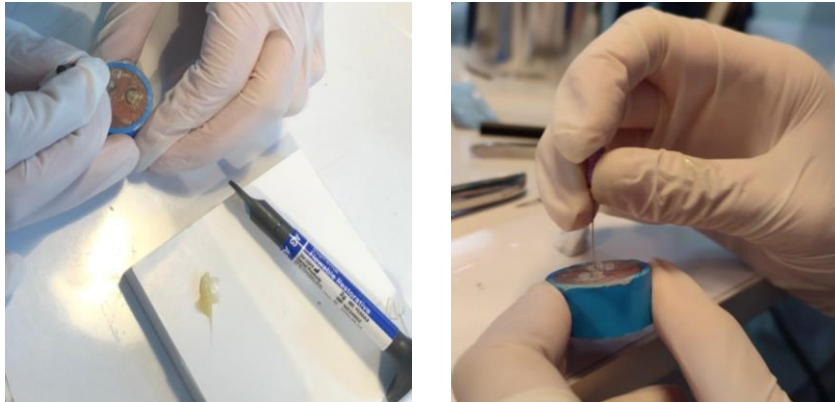
1. Aplicación del adhesivo de forma activa por 40 segundos.
2. aplicación en una sola capa adhesiva.
3. evaporación del solvente con aire suave por 5 segundos
4. Polimerización con lámpara de fotocurado por 10 segundos.

Figura 11.



Una vez terminada la aplicación del adhesivo universal según las indicaciones del fabricante, se procedió a adosar el trozo de 0.05 mm de Tygon en el espacio donde fue aplicado el adhesivo (dado por la perforación con el perforador de goma dique en la cinta doble faz) y se aplicó Resina Flow (3m ® filtek supreme flow restorative) la cual se fotopolimerizó durante 40 segundos con lámpara VALO GRAND ® 1000 m/cm² a 1 centímetro de distancia en forma perpendicular a la muestra dentinaria.

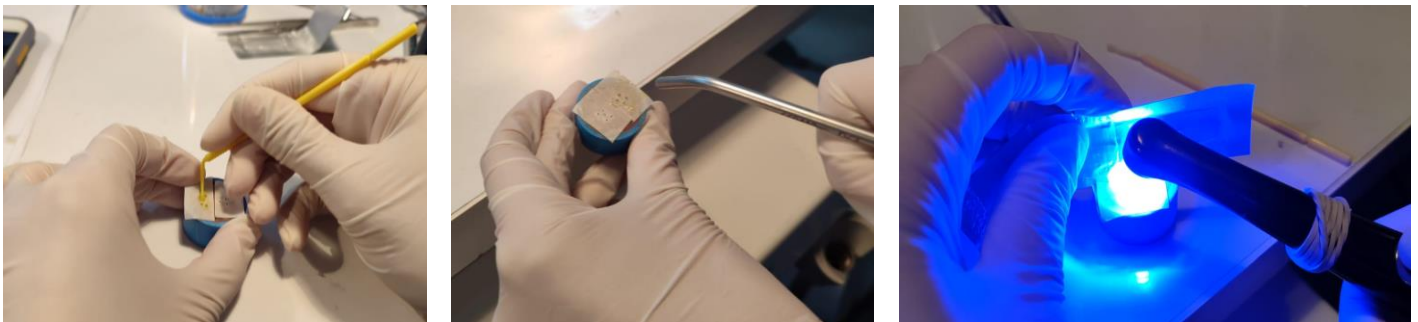
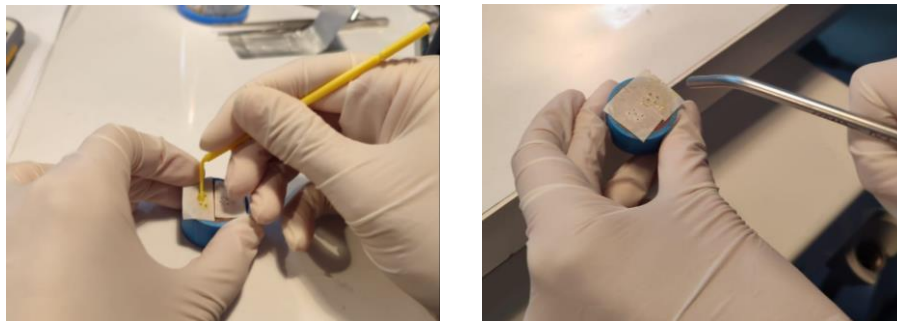
Figura 12



Variable 2: Número de capas de aplicación (subgrupo 2)

1. Aplicación del adhesivo por 10 segundos
2. Aplicación de 2 capas adhesivas
3. Evaporación del solvente con aire suave por 5 segundos
4. Polimerización con lámpara de fotocurado por 10 segundos.

Figura 13.



Una vez terminada la aplicación del adhesivo universal según las indicaciones del fabricante, se procedió a adosar el trozo de 0.05 mm de Tygon en el espacio donde fue aplicado el adhesivo (dado por la perforación con el perforador de goma dique en la cinta doble faz) y se aplicó Resina Flow (3m ® filtek supreme flow restorative) la cual se fotopolimerizó durante 40 segundos con lámpara VALO GRAND ® 1000 m/cm² a 1 centímetro de distancia en forma perpendicular a la muestra dentinaria.

Figura 14

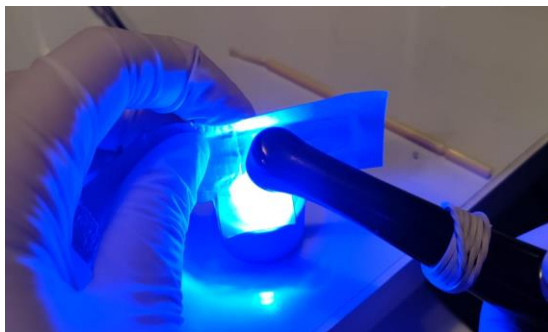


Variable 3: Tiempo de evaporación del solvente (subgrupo 3)

1. Aplicación del adhesivo por 10 segundos.
2. Aplicación en una sola capa adhesiva.
3. Evaporación del solvente con aire suave por 25 segundos.
4. Polimerización con lampara de fotocurado por 10 segundos.

Figura 15.





Una vez terminada la aplicación del adhesivo universal según las indicaciones del fabricante, se procedió a adosar el trozo de 0.05 mm de Tygon en el espacio donde fue aplicado el adhesivo (dado por la perforación con el perforador de goma dique en la cinta doble faz) y se aplicó Resina Flow (3m ® filtek supreme flow restorative) la cual se fotopolimerizó durante 40 segundos con lámpara VALO GRAND ® 1000 m/cm² a 1 centímetro de distancia en forma perpendicular a la muestra dentinaria.

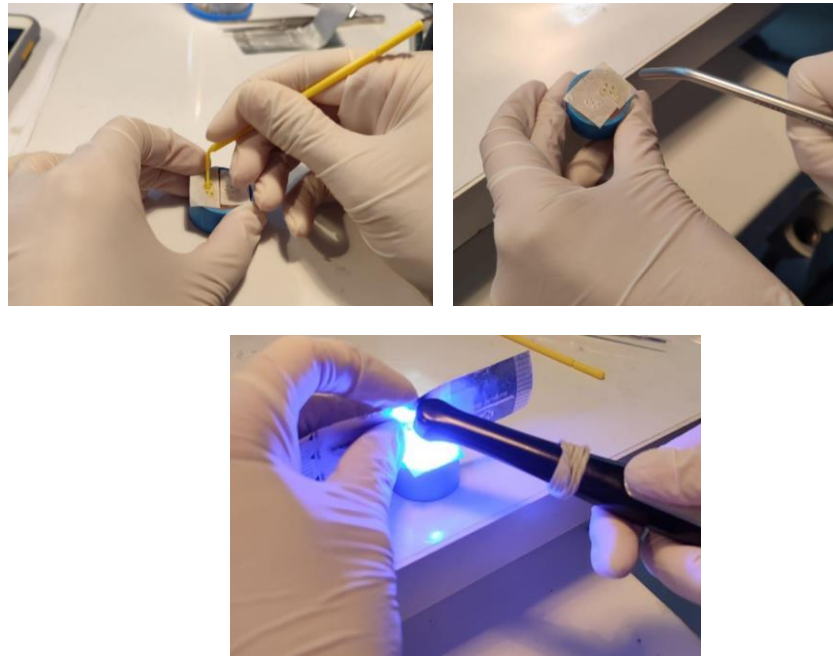
Figura 16



Variable 4: Tiempo de polimerización del sistema adhesivo (subgrupo 4)

1. Aplicación del adhesivo por 10 segundos
2. Aplicación en una sola capa adhesiva
3. Evaporación del solvente con aire suave por 5 segundos
4. Polimerización con lampara de fotocurado por 40 segundos

Figura 17.



Una vez terminada la aplicación del adhesivo universal según las indicaciones del fabricante, se procedió a adosar el trozo de 0.05 mm de Tygon en el espacio donde fue aplicado el adhesivo (dado por la perforación con el perforador de goma dique en la cinta doble faz) y se aplicó Resina Flow (3m ® filtek supreme flow restorative) la cual se fotopolimerizó durante 40 segundos con lámpara VALO GRAND ® 1000 m/cm² a 1 centímetro de distancia en forma perpendicular a la muestra dentinaria.

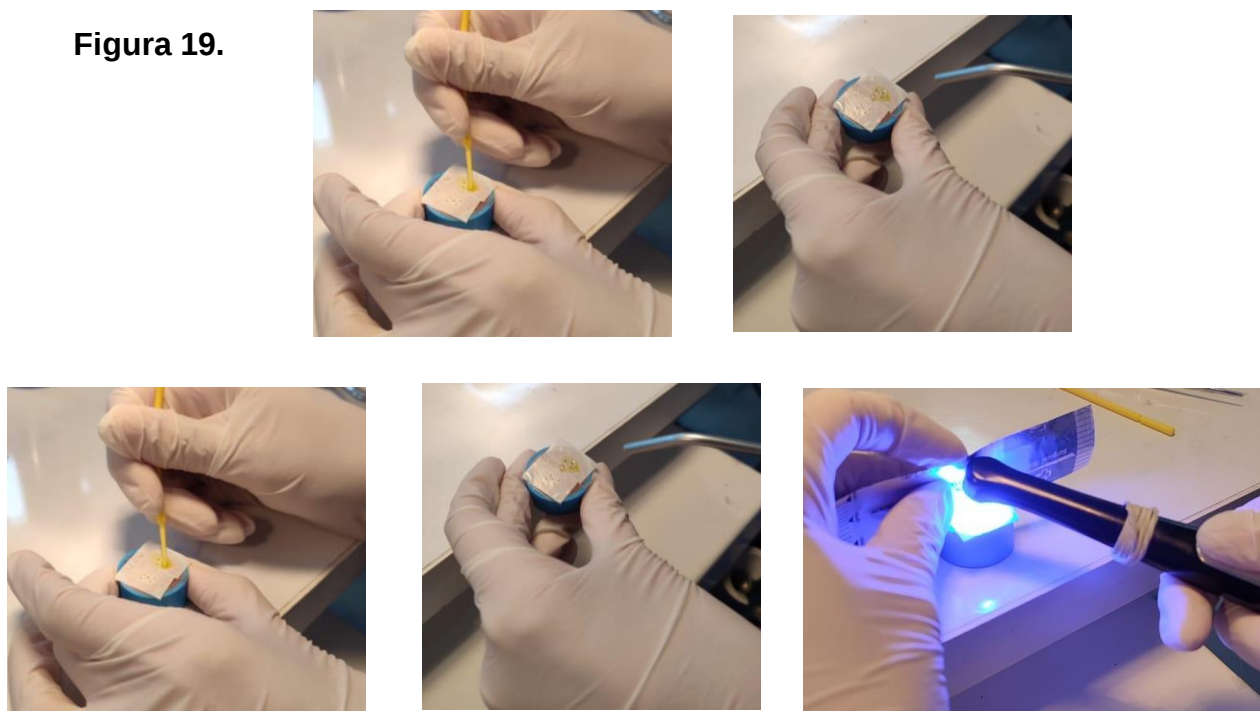
Figura 18.



Subgrupo 5: Evalúa todas las variables, aplicadas con el protocolo experimental.

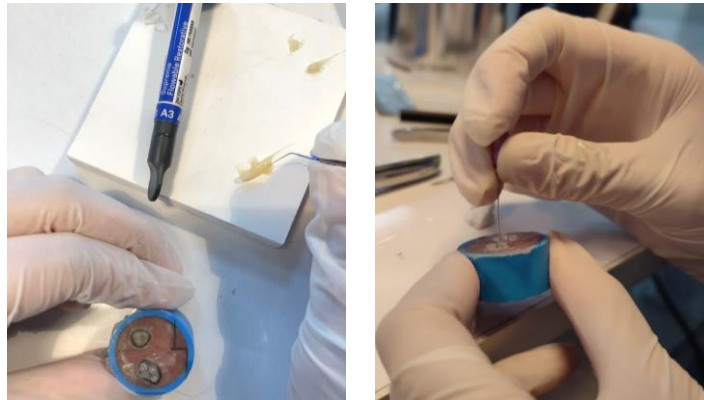
1. Aplicación del adhesivo de forma activa por 40 segundos
2. Aplicación de 2 capas adhesivas
3. Evaporación del solvente con aire suave por 25 segundos
4. Polimerización con lampara de fotocurado por 40 segundos

Figura 19.



Una vez que se termina la aplicación del adhesivo universal según las indicaciones del fabricante, se procede a adosar el trozo de 0.05 mm de Tygon en el espacio donde fue aplicado el adhesivo (dado por la perforación con el perforador de goma dique en la cinta doble faz) y se aplica Resina Flow (3m ® filtek supreme flow restorative) la cual se fotopolimerizó durante 40 segundos con lámpara VALO GRAND ® 1000 m/cm² a 1 centímetro de distancia en forma perpendicular a la muestra dentinaria.

Figura 20.



Luego de transcurridas 24 horas se realizó el retiro de los tubos plásticos flexibles Tygon, obteniendo 4 incrementos de resina cilíndricos adheridos a cada muestra dentinaria.

III. Prueba de cizallamiento

Cada uno de estos incrementos (muestras) se sometió a fuerzas de cizallamiento, ejercida por la máquina de ensayo universal Bisco ®, mediante la utilización de un alambre de ortodoncia, ubicado a nivel de la interface adhesiva.

Figura 21.



Fotografía perteneciente a estudios del Dr. M. Felipe Gutiérrez.

Esta máquina generó una fuerza tal que provoca la separación del material, indicando el valor en Newton, este valor fue anotado y mediante una fórmula preestablecida se obtuvieron los valores en Megapascals (Mpa), expresándose en un número continuo.

RECOLECCIÓN DE DATOS

Los datos obtenidos fueron tipificados en una base de datos de Microsoft Excel ®. Para la descripción de las variables de resultado y su reporte se utilizaron tablas desarrolladas mediante el programa STATA.

La descripción de las variables cuantitativas se expresa mediante: promedio y desviación estándar. La descripción de las variables categóricas se expresa mediante frecuencia y porcentaje.

Se utilizará el test de Shapiro Wilk para verificar la normalidad de la distribución de los datos. En caso de que los datos distribuyan de forma normal se utilizará el test paramétrico T-student, si su distribución no es normal se utilizará el test no paramétrico U de Mann-Whitney con el fin de explorar la asociación entre resistencia y el método adhesivo utilizado.

Se considerará un valor p inferior a 0.05 como una diferencia estadísticamente significativa.

RESULTADOS

Tabla 1. Promedios y desviaciones estándar de resistencia de unión al micro cizallamiento (MPa) obtenidos en cada condición experimental.

Protocolos					
Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6
31,57 ± 3,15 D	38,00 ± 1,69 B,C	35,13 ± 0,94 C,D	38,23 ± 0,77 B,C	40,35 ± 2,10 A,B	44,10 ± 0,95 A

Los promedios identificados con las mismas letras son estadísticamente similares (ANOVA 1 factor, test de Tukey, $p \geq 0,05$).

Los resultados muestran la aplicación del adhesivo bajo las indicaciones del fabricante mostró los menores valores de resistencia de unión al micro cizallamiento.

Todas las variaciones del protocolo presentaron valores de resistencia de unión estadísticamente mayores comparados con el control (Grupo 1), excepto el grupo 3 (aplicación del número de capas).

La combinación de todas las variaciones del protocolo (grupo 6) mostró los mejores valores de resistencia de unión. Este grupo presentó valores de resistencia de unión estadísticamente mayores a todos los grupos, excepto el grupo 4 (aumento de tiempo de evaporación del solvente).

DISCUSIÓN

Actualmente los sistemas adhesivos son catalogados como uno de los pasos más importantes para la longevidad de las restauraciones de resina compuesta, es por esto que existe gran variedad, pudiendo clasificarse según su estrategia adhesiva en sistemas adhesivos de grabado y lavado, sistemas adhesivos de autograbado, esta clasificación está relacionada con la forma en que estos sistemas interactúan con la dentina.

Dado lo anterior, dentro de los sistemas adhesivos autograbantes está un subgrupo conformado por los adhesivos universales, también conocidos como multimodo, ya que se pueden utilizar con estrategias adhesivas de grabado y lavado (Etch & Rinse) o de autograbado (Self Etch), utilizando en ambas un grabado previo de esmalte, lo que se denomina como técnica de grabado selectivo, obteniendo así mejores resultados. Por lo tanto, su versatilidad permite adaptarse a cualquier situación clínica.

Existe una gran variedad de estudios de los protocolos adhesivos universales, los que se basan en el protocolo del fabricante como en pequeñas modificaciones de este, buscando obtener un mejor rendimiento adhesivo, como el estudio *in vitro* de Loguercio y cols. en el año 2011, donde estudia el tiempo de polimerización, teniendo como grupo control los 10 segundos del fabricante y grupo experimental 20 y 40 segundos, concluyendo que al aumentar el tiempo de polimerización se aumentaba el grado de polimerización y la fuerza de unión diente-restauración (8).

Otro estudio *in vitro* existente es de Chasqueira y cols en 2013, donde estudió el número de aplicación de capas adhesivas, teniendo como grupo control la aplicación de una capa adhesiva, indicada por el fabricante, y como grupo

experimental la aplicación de diversos protocolos con la aplicación de una a cuatro capas adhesivas, obteniendo como resultado que al aplicar dos capas adhesivas se mejora la resistencia al cizallamiento (5).

En este estudio *in vitro* se buscó comparar los valores de resistencia al micro cizallamiento con el uso de dos protocolos adhesivos. El sistema adhesivo usado es Scotchbond universal 3M ®, en uno de ellos se siguió las indicaciones del fabricante y el otro se basó en un protocolo experimental en el que se realizaron más variaciones en cuanto a las variables a estudiar, obteniendo así 5 subgrupos. Con la finalidad de generar un protocolo final validado por pruebas de laboratorio, el cual abarque los pasos esenciales conduciendo al éxito clínico a largo plazo al generar una adhesión más predecible y por consiguiente aumentar la longevidad de las restauraciones.

En el grupo control, se realizó la aplicación del sistema adhesivo según las indicaciones del fabricante, mediante una capa adhesiva, evaporación del adhesivo por 5 segundos y polimerización por 10 segundos, obteniendo un valor promedio de resistencia de unión micro cizallamiento de 31,57 Mpa.

En el grupo experimental, se obtuvieron diferentes valores según la variable a evaluar, pero se concluyó, una vez analizados los resultados obtenidos que los valores de micro cizallamiento fueron mayores en el protocolo experimental, especialmente el que incluía la modificación de todas las variables con un valor promedio de resistencia de unión al micro cizallamiento de 44,10 Mpa, confirmando la hipótesis planteada de que la resistencia de unión adhesiva es mayor al utilizar el protocolo experimental comparado con el protocolo indicado por el fabricante.

A la vez, este estudio de investigación concuerda con los estudios existentes en la literatura, lo que confirma la hipótesis.

CONCLUSIÓN

Se puede concluir con los resultados obtenidos que:

- La aplicación del sistema adhesivo universal Scotchbond universal, 3M ESPE ® bajo el protocolo experimental, que incluía la modificación de todas las variables, registró los mejores valores de resistencia de unión adhesiva al micro cizallamiento, con un promedio de 44,10 Mpa.
- La aplicación del sistema adhesivo universal Scotchbond universal, 3M ESPE ® siguiendo el protocolo del fabricante, registró los valores más bajos de resistencia de unión adhesiva al micro cizallamiento, con un promedio de 31,57 Mpa.
- Los resultados obtenidos al aplicar el sistema adhesivo universal Scotchbond universal 3M ESPE ®, siguiendo el protocolo del fabricante comparados con el protocolo experimental que incluye la modificación de todas las variables a estudiar es estadísticamente significativa.

Tras el análisis de los resultados obtenidos se puede establecer un protocolo del sistema adhesivo universal Scotchbond universal 3M ESPE ®, validado bajo pruebas de laboratorio del estudio *in vitro*, el cual aportará en la obtención de una adhesión más predecible y en el aumento de la longevidad clínica de las restauraciones adhesivas de los estudiantes de pregrado de la Universidad Finis Terrae.

Protocolo final para la aplicación del sistema adhesivo Scotchbond universal 3M ®, por estudiantes de pregrado de odontología, de la Universidad Finis Terrae:

1. Grabado selectivo de esmalte durante 15-20 segundos en esmalte.
2. Enjuague por el doble de tiempo como mínimo.
3. Difusión activa del adhesivo por 40 segundos.

4. Evaporación del solvente con aire suave por 25 segundos.
5. Segunda capa del adhesivo con difusión activa por 40 segundos (segunda capa).
6. Evaporación del solvente con aire suave por 25 segundos.
7. Polimerización con lámpara de fotocurado por 40 segundos.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

Para el experimento *in vitro* que se realizó, se requirieron muestras biológicas humanas, específicamente dientes, los cuales fueron premolares. Las muestras fueron piezas dentales donadas por alumnos de cuarto a sexto año de la Universidad Finis Terrae, las cuales no tenían un origen definido, por la cantidad de tiempo transcurrido, es por eso que no aplicó un consentimiento informado como tal, sino que se rellenó un formulario de solicitud para dispensa del documento de consentimiento informado, teniendo como justificación el trabajo con muestras anonimizadas.

Las muestras biológicas fueron tratadas de forma confidencial y en anonimato, ya que no se dispuso de los datos personales de los donadores biológicos, además fueron trabajadas con profesionalismo, puesto que sólo fueron utilizadas para la investigación y comparación de protocolos adhesivos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Van Meerbeek B, Perdigão J, Lambrechts P, Vanherle G. The clinical performance of adhesives. *J Dent*. 1998;26(1):1–20.
2. Sofan, PhD Afrah Sofan, PhD Gaspare Palaia, PhD Gianluca Tenore, MD, DDS Umberto Romeo, MD, DDS Guido Migliau, MD D. Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type. *Ann Stomatol (Roma)*. 2017;8(1):1–17.
3. Grabre A, Alicia DP. Sistemas adhesivos en Odontología Restauradora. *Odontoestomatol*. 2018;17(26):50–6.
4. Muñoz MA, Luque-Martinez I, Malaquias P, Hass V, Reis A, Campanha NH, Loguercio AD. In vitro longevity of bonding properties of universal adhesives to dentin. *Oper Dent*. 2015 May-Jun;40(3):282-92. doi: 10.2341/14-055-L. Epub 2014 Nov 18. PMID: 25405904.
5. Chasqueira AF, Arantes-Oliveira S, Portugal J. Effect of changes to the manufacturer application techniques on the shear bond strength of simplified dental adhesives. *J Appl Biomater Funct Mater*. 2013 Sep 13;11(2):e117-21. doi: 10.5301/jabfm.5000156. PMID: 23728544.
6. Saikaew P, Chowdhury AF, Fukuyama M, Kakuda S, Carvalho RM, Sano H. The effect of dentine surface preparation and reduced application time of adhesive on bonding strength. *J Dent*, 2016; 47:63-70.
7. Reis A, Ferreira SQ, Costa TR, Klein-Junior CA, Meier MM, Loguercio AD. Effects of increased exposure times of simplified etch-and-rinse adhesives on the degradation of resin-dentin bonds and quality of the polymer network. *Eur J Oral Sci*, 2010; 118:502-9.

8. Ferreira SQ, Costa TR, Klein-Júnior CA, Accorinte Md, Meier MM, Loguercio AD, Reis A. Improvement of exposure times: effects on adhesive properties and resin-dentin bond strengths of etch-and-rinse adhesives. J Adhes Dent. 2011 Jun;13(3):235-41. doi: 10.3290/j.jad.a19229. PMID: 21734956.
9. Phillips. Ciencia de los materiales dentales, Editorial Anusavice KJ. 11va edición 2004.
10. Bedran-russo A. An Overview of Dental Adhesive Systems and the Dynamic Tooth – Adhesive Interface Dental adhesives Dentin Enamel Bond strength Biodegradation Technology. Dent Clin NA [Internet]. 2017;61(4):713–31. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cden.2017.06.001>.
11. Henostroza G. y cols. Adhesión en Odontología restauradora. Editorial MAIO. 1º edición 2003.
12. Nohito Nakahayashi, Ph. D.* Mitsuo Nakamura, Ph. D.'Nohorir Yasudu. Ph.D. Hybrid Layer as a Dentin-Bonding Mechanism. 1963;133–8.
13. Martín Hernández J. Aspectos prácticos de la adhesión a dentina. Av Odontoestomatol. 2004;20(1):19–32.
14. Perdigão J. Current perspectives on dental adhesion: (1) Dentin adhesion – not there yet. Jpn Dent Sci Rev. 2020;56(1):190–207.
15. Pashley DH, Tay FR, Breschi L, Tjäderhane L, Carvalho RM, Carrilho M, et al. State of the art etch-and-rinse adhesives. Dent Mater [Internet]. 2011;27(1):1–16. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.016>

16. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt KL. State of the art of self-etch adhesives. Dent Mater [Internet]. 2011;27(1):17–28. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.023>
17. Profile TP 3M E. Single Bond Universal. 2011;40. Available from: <https://multimedia.3m.com/mws/media/922911O/3m-espe-bonding.pdf&fn=SingleBondUniversalProductProfileHRSpanish.pdf>.
18. Luque-Martinez IV, Perdigão J, Muñoz MA, Sezinando A, Reis A, Loguercio AD. Effects of solvent evaporation time on immediate adhesive properties of universal adhesives to dentin. Dent Mater. 2014 Oct;30(10):1126-35. doi: 10.1016/j.dental.2014.07.002. Epub 2014 Aug 16. PMID: 25139815.
19. Gutiérrez MF. Protocolo de adhesión. 2019 , Universidad Finis Terrae.

ANEXOS



Anexo I

Formulario Solicitud para Dispensa de Documento de Consentimiento Informado

Fecha: 17/08/2021

Título del Estudio: Estudio comparativo de la resistencia de unión de un adhesivo universal entre el protocolo sugerido por el fabricante y un protocolo experimental.

Investigador Responsable: Carlos Ferreccio Damacela.

Unidad Académica: Facultad de Odontología, Universidad Finis Terrae.

Contacto comité ético: +562224207469.

Justificación de la dispensa. Situaciones en que procede pedir dispensa de Consentimiento Informado:

- Se trata de una revisión bibliográfica.
- Se ocupará datos censales.
- **Otras causales: Piezas dentales permanentes anonimizadas.**

Se solicita dispensa de consentimiento informado, ya que se utilizarán piezas dentarias permanentes, premolares, los cuales serán donados por alumnos de Odontología de la Universidad Finis Terrae, quienes reclutaron estas muestras biológicas en años anteriores (2018-2019) para fines académicos relacionados a la práctica del ramo preclínico simulación clínica II. Estos dientes fueron reclutados en diversos centros de salud familiar como también en el establecimiento universitario, debido a la atención a pacientes en la clínica dental de la Universidad Finis Terrae por parte de alumnos de cuarto y quinto año de la carrera, por lo que los dientes fueron extraídos bajo la previa firma del consentimiento informado para el plan de tratamiento (extracción), pero sin un consentimiento informado para el uso de investigación.

Dichos alumnos actualmente cuentan con los dientes preservados en frascos, debido a que un porcentaje no fue utilizado ni manipulado, ya que se cumplió con una cierta cantidad solicitada para la aprobación y cierre del año académico del ramo práctico.

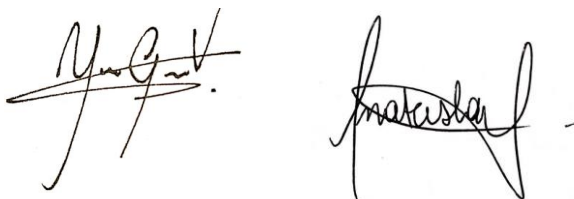
Además, cabe mencionar que es imposible la firma de consentimiento informado para uso investigativo por parte de los donadores, ya que se tienen las muestras de forma anónima sin conocimiento alguno de a quién le pertenecen estas piezas dentales. En caso de requerir muestras nuevas esto se hace de igual manera imposible, ya que debido a "protocolos COVID" actualmente estas deben ser mostradas al paciente y botadas en un recipiente de desechos biológicos.

Las muestras biológicas (dientes) sólo serán utilizadas con la finalidad de generar un

protocolo el cual maximice la fuerza adhesiva de un adhesivo universal (Scotchbond 3M) utilizado en la Facultad de Odontología de la Universidad Finis Terrae y serán trabajados con total anonimato y confidencialidad. Una vez terminadas las pruebas estos dientes serán incapaces de volver a ser utilizados en otros estudios debido a su manipulación y respectivos cortes que se solicitarán en el estudio. De igual forma, cabe recalcar que serán desechados en los mismos recipientes de desechos biológicos instaurados en las clínicas y no volverán a ser utilizados con otra finalidad.

A handwritten signature in black ink, featuring a large, stylized 'C' and 'F' that are interconnected, with a horizontal line crossing through the middle.

Dr. Carlos Ferreccio Damacela.

Two handwritten signatures in black ink. The first signature on the left is 'Y.G.' with a stylized 'V' and a horizontal line. The second signature on the right is 'Natasha' with a stylized 'I' and a horizontal line.

Yocelin Galaz, Natasha Ibarra.

Anexo II

Carta declaración origen lícito muestras

Santiago, 06 de octubre de 2021

Estimados,

A través del presente medio, yo Carlos Ferreccio Damacela, RUT : 14.712.671-9 , junto a Yocelin Galaz, RUT 19.923.904-K y Natasha Ibarra , RUT 19.475.268-7 , declaramos que los dientes permanentes, premolares, a utilizar en el proyecto titulado: “Estudio comparativo de la resistencia de unión de un adhesivo universal entre el protocolo sugerido por el fabricante y un protocolo experimental”, tienen un origen lícito, el cual corresponde a donaciones realizadas por alumnos de Odontología de la Universidad Finis Terrae, quienes reclutaron estas muestras biológicas en años anteriores (2018-2019) para fines académicos relacionados a la práctica del ramo preclínico simulación clínica II. Estos dientes fueron reclutados en diversos centros de salud familiar como también en el establecimiento universitario, debido a la atención a pacientes en la clínica dental de la Universidad Finis Terrae por parte de alumnos de cuarto y quinto año de la carrera, por lo que los dientes fueron extraídos bajo la previa firma del consentimiento informado para el plan de tratamiento (extracción), pero sin un consentimiento informado para el uso de investigación.

Dichos alumnos actualmente cuentan con los dientes preservados en frascos, debido a que un porcentaje no fue utilizado ni manipulado, ya que se cumplió con una cierta cantidad solicitada para la aprobación y cierre del año académico del ramo práctico. Además, cabe mencionar que cuentan con dichos dientes de forma anónima sin conocimiento de datos personales, ni conocimiento de a quién le pertenecen.



Dr. Carlos Ferreccio Damacela.



Yocelin Galaz, Natasha Ibarra.