



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA AL
DESPRENDIMIENTO DE ADHESIVOS UNIVERSALES
CON TÉCNICA DE GRABADO ÁCIDO CONVENCIONAL
Y DE AUTOGRABADO.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N A D E N T I S T A

P R E S E N T A:

ANA KAREN TENORIO VARGAS

TUTORA: Esp. ALMA ROSA RESÉNDIZ JUÁREZ



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradezco a mi familia, especialmente a mis padres y abuela por brindarme su apoyo en todo momento y acompañarme a lo largo de este camino, por ayudarme a forjarme como persona con sus enseñanzas y por siempre confiar en mí.

A mis amigos y personas que han estado a mi lado y se han convertido en mi familia, por siempre estar a mi lado, ayudándome a ser más tolerante y una mejor persona, por brindarme su apoyo y amistad incondicional.

A los profesores que tuve a lo largo de mi formación académica, principalmente al Esp. Jaime Orea, quién desde el principio me brindó su apoyo, consejos y conocimiento como profesor y como persona.

A mi tutora la Esp. Alma Reséndiz por su paciencia, comprensión y tiempo durante este proceso.

A mi casa de estudios, UNAM, por permitirme formar parte de ella, por brindarme las herramientas para formarme como profesional de la salud y como persona ética y moral para poder ejercer de una manera honrada y digna esta bella profesión.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 Antecedentes.....	7
2.2 Adhesión.....	9
2.3 Factores que favorecen la adhesión.....	10
2.3.1 Energía y tensión superficial.....	10
2.3.2 Humectación y ángulo de contacto.....	10
2.4 Sistema adhesivo.....	11
2.4.1 Componentes de un sistema adhesivo.....	11
2.4.2 Clasificación de los sistemas adhesivos.....	13
2.4.3 Adhesivos Universales.....	15
2.5 Adhesión a esmalte.....	15
2.6 Adhesión a dentina.....	17
2.6.1 Capa híbrida.....	18
2.7 Grabado ácido.....	19
2.7.1 Técnica de grabado ácido total.....	19
2.7.2 Técnica de autograbado.....	19
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	21
4. JUSTIFICACIÓN.....	22
5. HIPÓTESIS.....	22
5.1 Hipótesis trabajo.....	22
5.2 Hipótesis nula.....	22
6. OBJETIVOS.....	23

6.1	Objetivo general.....	23
6.2	Objetivos específicos.....	23
7.	METODOLOGÍA.....	24
7.1	Tipo de estudio.....	24
7.2	Muestra.....	24
7.3	Criterios de inclusión.....	24
7.4	Criterios de exclusión.....	24
7.5	Variables.....	24
7.5.1	Variable dependiente.....	24
7.5.2	Variables independientes.....	25
7.6	Material.....	25
7.7	Instrumental.....	26
7.8	Equipo.....	27
8.	MÉTODO.....	28
8.1	Preparación de las muestras correspondientes a esmalte.....	30
8.2	Prueba de resistencia al desprendimiento por cizalla en esmalte.....	34
8.3	Preparación de las muestras correspondientes a dentina.....	36
8.4	Prueba de resistencia al desprendimiento por cizalla en dentina.....	37
9.	Resultados.....	39
10.	Discusión.....	42
11.	Conclusiones.....	45
12.	Referencias.....	46

1 Introducción

La odontología restauradora tiene como objetivo principal devolver la salud, función y estética perdida de los órganos dentales, basándose en el desarrollo de nuevos materiales dentales y técnicas de restauración.

El surgimiento y desarrollo de los sistemas adhesivos ha sido una de las innovaciones más importantes en odontología, debido a que con su aparición cambió el principio macromecánico de retención al tejido dental y en consecuencia el diseño de las cavidades fue modificado, posibilitando una mayor preservación de estructura dentaria remanente sana.

Con el surgimiento del grabado ácido la adhesión en esmalte mejoró significativamente, mientras que la adhesión a dentina ha tomado más tiempo en consolidarse, debido a su complejidad morfológica.

Los estudios realizados sobre la adhesión en esmalte y dentina principalmente evalúan la fuerza de adhesión producida al utilizar diversos materiales restauradores. La fuerza de adhesión depende de varios factores, entre ellos están; el tipo de sustrato, el sistema adhesivo, la técnica de grabado ácido empleada, cantidad de humedad presente y la habilidad del operador.

En la actualidad existe una tendencia por desarrollar adhesivos de aplicación más simple con el propósito de reducir la posibilidad de fallas en la adhesión, causadas por un grabado ácido excesivo o la desecación de la dentina. Esto ha llevado al desarrollo de los adhesivos universales, los cuales pueden ser utilizados con cualquier técnica de grabado ácido, debido a que en su composición contienen un agente grabador.

Aunque han sido demasiados los avances logrados en el desarrollo de adhesivos aplicados con un menor número de pasos, se siguen obteniendo valores más altos de adhesión cuando los sistemas adhesivos son aplicados con la técnica de grabado ácido convencional.

El propósito de este estudio fue comparar la resistencia al desprendimiento, en esmalte y dentina, de adhesivos universales al ser aplicados con técnica de grabado ácido convencional y de autograbado, para lo cual se emplearon dos adhesivos universales siguiendo las indicaciones del fabricante para su uso. Las pruebas se realizaron en la máquina universal de pruebas INSTRON del laboratorio de Materiales Dentales del posgrado de la Facultad de Odontología.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Los sistemas adhesivos son unos de los materiales odontológicos más estudiados, ya que constituyen un grupo del que dependen la mayoría de los procedimientos restauradores relacionados con la estética dental.¹

En la década de los 50 Hagger desarrolló el primer adhesivo cuya composición era ácido glicerofosfóricodimetacrilato, pero en un medio húmedo la unión era muy inestable.

En 1955 Michael Buonocore propuso una técnica de acondicionamiento sobre el esmalte con una sustancia ácida, dicha técnica consistía en la aplicación de ácido fosfórico al 85% para otorgarle un potencial adhesivo a la superficie del esmalte mediante un proceso desmineralizador. El ácido actúa disolviendo selectivamente los extremos finales de los prismas del esmalte transformando su superficie lisa en una superficie irregular y con mayor energía superficial. Con esta técnica se pudieron obtener mejores resultados durante los procedimientos adhesivos.^{1, 2, 3}

A principios de los 60 Bowen crea un nuevo tipo de molécula orgánica de alto peso molecular capaz de adherirse al diente grabado con ácido por medio de un proceso de polimerización. Ésta molécula es llamada Bis-GMA (Bisfenol Glicidil Metaclilato).

En 1966 Newman y Sharpe modificaron la consistencia del Bis-GMA eliminando su componente cerámico con la finalidad de reducir su viscosidad y mejorar su adhesión al esmalte.⁴

Durante varias décadas pocas han sido las modificaciones que se le han realizado a la técnica original de adhesión a esmalte, entre las cuales podemos destacar la reducción en la concentración de ácido fosfórico de 85% a 30 y 40% y la reducción del tiempo de aplicación, la cual pasó de 60 segundos a sólo 15 segundos y finalmente su presentación en gel.^{4, 5}

Debido a que la dentina presenta una estructura más húmeda que la del esmalte y la presencia de una capa superficial que se forma después de la remoción de caries con instrumentos rotatorios llamada smear layer o barro dentinario, formada de detritus y dentina desorganizada, se han producido una mayor variabilidad de métodos empleados para lograr una segura y efectiva adhesión.^{5, 6}

En 1980 Fusayama sugiere el acondicionamiento ácido en dentina con la finalidad de remover el barrillo dentinario para permitir que el adhesivo ingrese en los túbulos dentinarios y suceda la formación de la capa híbrida. Nakabayashi en 1982 describe a la capa híbrida, formada por fibras de colágeno y de resina del adhesivo.²

La evolución de los sistemas adhesivos básicamente ocurrió en función del substrato dentinario y de su intención con el smear layer. Actualmente el mejoramiento de sus componentes, funcionamiento y simplificación de las técnicas para su aplicación tienen como propósito alcanzar mejores resultados en menor tiempo, pero a pesar de los esfuerzos de los fabricantes para el desarrollo y comercialización de nuevos sistemas adhesivos la selección de estos, para el odontólogo, sigue siendo una controversia.^{6, 7, 8}

2.2 Adhesión

Es cualquier mecanismo que se emplea para mantener partes de diferente naturaleza en íntimo contacto, para lograrla es indispensable realizar previamente una correcta adaptación entre las partes por adherir.⁹ La adhesión se puede clasificar en dos categorías dependiendo del mecanismo empleado para lograrla:

Física; es la que se logra exclusivamente por traba mecánica entre las partes a unir. Esto se da cuando hay aprisionamiento físico del material dentro de las cavidades naturales o artificiales en otro cuerpo.¹⁰ Se clasifica en:

Macromecánica; es aplicada para materiales restauradores no adherentes a los tejidos dentales. Son diseños cavitarios que deben lograr una forma de retención o anclaje.

Micromecánica; se produce por dos mecanismos o efectos en los cuales están involucrados la superficie dentaria y los cambios dimensionales que al endurecer puedan tener los medios adherentes o el biomaterial restaurador.⁸

Química; es la que se logra exclusivamente por la reacción química entre las superficies en contacto. Son interacciones a nivel atómico o molecular basadas en uniones primarias (iónicas, covalentes y metálicas) y secundarias (puentes de hidrógeno y dipolos). Lo ideal es que se produzcan uniones primarias.^{9, 10, 12}

2.3 Factores que favorecen la adhesión

El fenómeno de adhesión se presenta en muchas situaciones de la odontología, por ello es importante que el odontólogo entienda los fundamentos asociados a este, así como las características que deben poseer los sustratos y sistemas que lo integran (Tabla 1).

2.3.1 Energía y tensión superficial

Se denominan así a las fuerzas o energía libre existentes en la superficie de un material, es decir el grado de atracción o repulsión que la superficie de un material ejerce sobre otro, dicha atracción se puede ver afectada por la presencia de cualquier impureza en la superficie. Cuanto mayor sea la energía superficial, mayor será la capacidad de adhesión. Aunque los términos tensión superficial y energía superficial son sinónimos, el primero se aplica a líquidos y el segundo a sólidos.^{9, 11}

2.3.2 Humectación y ángulo de contacto.

La humectación o mojamiento se refiere a la capacidad que tiene un líquido para extenderse libre y fácilmente sobre la superficie de un sólido. Uno de los factores que influyen en la capacidad de humectación de un líquido es la limpieza de la superficie por la cual se va a desplazar.^{11, 12}

La forma de evaluar si la humectación se produce o no es determinando el ángulo que forma la superficie de una gota de líquido sobre la correspondiente al sólido, es decir por medio del ángulo de humectación o contacto. (1)

Factores que favorecen la adhesión	
Dependientes de la superficie	Dependientes del adhesivo
Alta energía superficial. Limpia y seca.	Baja tensión superficial. Alta capacidad de humectación. Bajo ángulo de contacto. Alta estabilidad dimensional.

Tabla 1. Factores dependientes de la superficie y adhesivo que favorecen la adhesión. ^{1, 9, 11, 12}

2.4 Sistema adhesivo

Son un grupo de biomateriales que permiten realizar todos los pasos de adhesión, es decir, nos permiten preparar la superficie dental para mejorar el sustrato para la adhesión, también nos permite la adhesión química y micromecánica al diente. Los sistemas adhesivos han evolucionado, no sólo en su composición y en sus mecanismos de acción sobre los tejidos dentarios, sino también desde el punto de vista de sus componentes y en el número de pasos clínicos necesarios para su aplicación.^{8, 13}

2.4.1 Componentes de un sistema adhesivo

La composición de los adhesivos que encontramos a nuestra disposición en el mercado odontológico, es muy variada y difícil de simplificar, pero los componentes fundamentales que forman un sistema adhesivo son los siguientes:

Agente grabador; su función es preparar al sustrato para la adhesión, creando microporosidades en la estructura de los tejidos dentarios. El más empleado es el ácido ortofosfórico al 37%, pero también podemos encontrar el uso de ácidos débiles como el ácido cítrico y maleico y por último resinas ácidas como fenil-p y MDP (10-Metacriloxidecilfosfato dihidrogenado), que actúan como grabadores en los adhesivos autograbantes.^{6, 13}

Resinas hidrofílicas; son las encargadas de conseguir la unión a dentina formando la capa híbrida por medio de los “tags”. Su objetivo principal es transformar la superficie dental hidrofílica en un sustrato hidrofóbico. Son resinas como PENTA (Ester Fosfonato Penta Acrilato), HEMA (2-Hidroxietil Metacrilato), BPDM (Bifenil Dimetacrilato), TEGDMA (Trietilenglicol Dimetacrilato) o 4-META (4-Metacriloxietil Trimetilato Anhídrido).^{13, 14}

Resinas hidrofóbicas; su función en los sistemas adhesivos es doble, ya que por un lado deben conseguir una buena unión a la resina compuesta, que también es hidrofóbica, y por el otro conseguir que la capa de adhesivo tenga un grosor suficiente para soportar el estrés a la que será sometida. Suelen ser más densas que las resinas hidrofílicas, entre las más empleadas están Bis-GMA (Bisfenol Glicidil Metacrilato) y UDMA (Dimetacrilato de Uretano).^{6, 13}

Activadores; son los encargados de desencadenar la reacción en cascada de la polimerización y pueden ser de dos tipos:

1)Fotoactivadores que contienen los llamados receptores fotosensibles, entre ellos están la canforoquinona y la fenilpropanodiona.

2)Quimioactivadores, también conocidos como auto o quimiopolimerizables, se caracterizan por presentar compuestos como el complejo aminaperóxido.

En algunas ocasiones se encuentran asociados ambos tipos de activadores por lo que decimos que estamos ante un adhesivo de fraguado dual.^{13, 15}

Disolventes; es uno de los componentes fundamentales para conseguir una adhesión adecuada ya que desalojan el fluido presente en los microporosidades del tejido dentinario comportándose como un vehículo para las resinas hidrofílicas de los sistemas adhesivos. Pueden ser de tres tipos:

1) Agua, aunque funcionan mal con exceso de agua son ideales en casos de dentina seca, ya que es el único que ha demostrado ser capaz de rehidratar las fibras colágenas.

2) Alcohol, puede ser etanol o ter-butano, alcoholes bastante volátiles. Su comportamiento es intermedio entre los adhesivos con solvente acuoso y solvente acetónico.

3) Acetona, la acetona se evapora con mucha facilidad y consigue eliminar por evaporación el exceso de agua, es el solvente ideal en condiciones de exceso de agua, pero el peor en situaciones de dentina seca^{6, 13, 15}

2.4.2 Clasificación de los sistemas adhesivos

Los sistemas adhesivos han evolucionado, no sólo en su composición y en sus mecanismos de acción sobre los tejidos dentarios, sino también desde el punto de vista de sus componentes y en el número de pasos clínicos

necesarios para su aplicación. Por lo que podemos decir que se pueden clasificar de diversas maneras: ^{8, 13}

Según su evolución histórica; se les subdivide por generaciones, aunque esta clasificación es la menos científica y didáctica que existe:

- Primera generación; a partir de mediados de los 70. Gracias al grabado ácido de Bounacore y a las primeras resinas compuestas de Bowen aparecen los primeros adhesivos con valores de adhesión de 1 a 3 MPa (MegaPascales).
- Segunda generación; pretendían adherirse químicamente a la dentina, formando niveles de adhesión que alcanzaban los 4 a 5 MPa.
- Tercera generación; aparece a mitad de los 80 y presenta la adición de monómeros hidrofílicas, principalmente HEMA.
- Cuarta generación; a partir de los 90, incorporó un tercer compuesto llamado primer, por lo que se conocen como la generación de los tres compuestos. Son los primeros que comienzan a estar diseñados para la formación de la capa híbrida.
- Quinta generación; en efectividad es muy similar a la cuarta generación, la diferencia está en la simplificación de su manejo, ya que consta sólo de dos pasos. En un frasco está el acondicionador y en el otro el primer junto al adhesivo.
- Sexta generación; a partir de 1999 se caracterizan por haber unido en un solo compuesto la triada (acondicionador, primer y adhesivo).^{5,13}

Según la interacción del adhesivo con los sustratos dentarios y en el número de pasos para su aplicación de acuerdo a lo cual podemos tener:

- Sistemas adhesivos de grabado y lavado (etch and rise); también llamados adhesivos convencionales, requieren un mayor tiempo de trabajo y aumenta el número de pasos para su aplicación.^{6, 14}

- Adhesivos de tres etapas; el ácido grabador, primer y adhesivo se encuentran separados.
- Adhesivos de dos etapas con grabado ácido previo; el primer y el adhesivo se aplican juntos.¹⁵
- Sistemas adhesivos de autograbado (self etch); presentan agentes grabadores e imprimadores juntos, eliminando la fase del grabado y lavado reduciendo el tiempo operatorio.^{1, 14}
- Adhesivos de dos etapas con autograbado; el grabador y el primer están juntos y el adhesivo se aplica por separado.
- Adhesivos de un solo paso con autograbado; el agente acondicionador, primer y adhesivo se aplican juntos.³

Los sistemas adhesivos autograbantes a su vez se pueden clasificar según el grado de acidez del sistema que acondiciona la superficie:

- Adhesivos autograbantes ultra suaves; tienen un pH mayor a 2.
- Adhesivos autograbantes suaves; tienen un pH cercano a 2.
- Adhesivos autograbantes moderados; tienen un pH entre 1 y 2.
- Adhesivos autograbantes fuertes; tienen un pH inferior a 1.¹⁵

2.4.3 Adhesivos universales (UA)

Aunque no existe una definición oficial para estos adhesivos, la literatura los describe como un sistema adhesivo de una sola botella, que funciona de igual manera con cualquier estrategia de adhesión (pre grabado ácido, auto grabado, grabado total o grabado selectivo) logrando una adecuada adhesión a las diferentes estructuras dentales y a los diferentes materiales de restauraciones directas o indirectas.¹⁶

2.5 Adhesión a esmalte

La estructura del esmalte está compuesta en su gran mayoría por cristales de hidroxiapatita en un 96%, un 3% de agua y 1% de materia orgánica. Es un tejido avascular, acelular, de alta mineralización y de extrema dureza, por lo cual no tiene la capacidad de regenerarse y se ve afectado por la desmineralización. Anatómicamente se extiende desde la unión amelodentinaria hasta la superficie externa, es decir, recubre toda la corona anatómica.^{5, 17}

La adhesión al esmalte está en estrecha relación con el acondicionamiento ácido de su superficie, procedimiento que remueve la contaminación y aumenta la porosidad del esmalte, dándonos como resultado una mayor energía superficial y área de contacto disponible para permitir el paso y penetración de resinas con baja viscosidad que al polimerizar crearán los tags de resina que permiten la adhesión micromecánica por efectos geométricos y reológicos.^{17, 18}

De acuerdo a lo anterior, el grabado ácido en el esmalte tiene las siguientes funciones:

- Elevar la energía de la superficie.
- Transformar el esmalte en un tejido altamente poroso, generando un aumento del área superficial.⁶

El grabado ácido de la superficie produce distintos tipos de patrones de desmineralización que se clasifican de la siguiente manera:

- Tipo I; desmineraliza preferentemente el centro de los prismas, dejando la periferia relativamente intacta.
- Tipo II; desmineraliza más la periferia que el centro de los prismas.
- Tipo III; desmineraliza el centro y la periferia de los prismas.^{15, 17}

2.6 Adhesión a dentina

La dentina difiere del esmalte significativamente, ya que está constituida aproximadamente por un 70% de materia inorgánica, 20% de materia orgánica (principalmente colágeno tipo I, IV y V) y 10% de agua. Morfológicamente está constituida por:

- Túbulos; que se extienden desde la pulpa hasta la unión amelodentinaria y en su interior contienen el proceso odontoblástico que tiene como función distribuir nutrientes a través de la dentina.
- Dentina peritubular; se encuentra recubriendo los túbulos dentinarios, tiene una abundante cantidad de cristales de hidroxiapatita y carencia de fibras colágena, por lo que se dice que está hipermineralizada.
- Dentina intertubular; formada por fibras colagenas que se oponen a las fuerzas de compresión, glicosaminoglicanos, proteoglicanos y proteínas dentinogénicas que sostienen a los cristales de hidroxiapatita.^{5, 14, 15}

Debido a su complejidad histológica y a qué se considera un sustrato hidrofílico la adhesión a dentina es más difícil y menos predecible que en el esmalte. Para formar la unión entre el sustrato dentinario y la resina compuesta se requiere de una estructura bifuncional (primer), para dar paso a la formación de la capa híbrida, la cual es fundamental para la adhesión dentinaria.¹⁷

Una de las dificultades de la adhesión en dentina es la presencia de barro dentinario o smear layer, el cual se define como un segregado de elementos orgánicos e inorgánicos firmemente adheridos a la dentina, formado por el fresado realizado durante la preparación cavitaria. Este barro dentinario

constituye una barrera física en los mecanismos de adhesión, ya que ocluye parcialmente los orificios de los túbulos dentinarios y debe ser disuelta, modificada o permeabilizada para que los monómeros contenidos en los adhesivos puedan contactar directamente la superficie dentinaria.^{6, 15, 17}

2.6.1 Capa híbrida

La formación de la capa híbrida ocurre mediante la penetración de los monómeros del adhesivo a través de los nanoespacios que quedan entre las fibras de colágeno desnaturalizadas y expuestas por la acción del ácido en la superficie dentinaria y que tras polimerizar quedan inmersos en ellos, logrando así una traba micromecánica (Figuras 1 y 2). Por lo tanto este proceso de impregnación de la dentina con resinas hidrofílicas crea esta capa transicional, que no es ni resina, ni estructura dental, sino una mezcla de las dos localizada en la superficie de la dentina intratubular y en la entrada de los túbulos dentinarios.^{13, 19, 20}

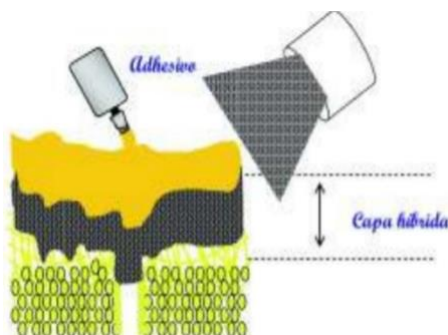


Fig 1. Capa híbrida con grabado Ácido convencional.⁶

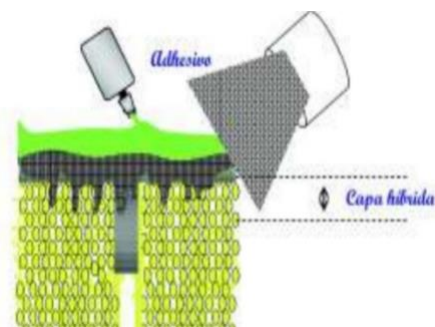


Fig 2. Capa híbrida con autograbado.⁶

La correcta formación y funcionamiento de la capa híbrida va a depender de los siguientes factores:

- Una impregnación adecuada de las fibras de colágeno.
- Del grosor adecuado de la capa de adhesivo para que permita amortiguar las fuerzas que se van a ejercer sobre él.¹³

Durante el proceso de adhesión la formación de la capa híbrida constituye una de las variables más influyentes en la longevidad del proceso adhesivo.¹⁹

2.7 Grabado ácido

Se realiza con ácido ortofosfórico al 37% y su objetivo es remover el barrillo dentinario, eliminar el contenido mineral de la zona más superficial y reducir el contenido de hidroxiapatita en las capas subyacentes, creando una estructura menos mineralizada, más porosa, más húmeda y más rugosa. Su función es preparar el substrato para la adhesión.^{3, 6}

2.7.1 Técnica de grabado ácido total

Corresponde a la técnica de hibridación o grabado-lavado y consiste en grabar tanto el esmalte como la dentina con ácido ortofosfórico para abrir los túbulos dentinarios, aumentar la permeabilidad y dejar expuesta una matriz de colágeno sin sustento mineral, es importante mantener húmeda la dentina y no desecarla para evitar el colapso de las fibras de colágeno. Posteriormente se debe aplicar un agente imprimante, el cual tiene un grupo hidrofílico para infiltrarse al sustrato dentinario húmedo y un grupo

hidrofóbico que actúa como agente de enlace con el adhesivo. Una vez terminada la imprimación se aplica el adhesivo.^{17, 21}

2.7.2 Técnica de autograbado

Corresponde a la técnica de reacción-integración. Estos sistemas adhesivos eliminan el paso del grabado ácido al prescindir del ácido ortofosfórico, mismo que es reemplazado por un agente imprimante ácido y una resina adhesiva que no requieren lavado y son capaces de acondicionar la dentina y el esmalte sin remover el barro dentinario.^{17, 22}

Este proceso se produce mediante la infiltración y disolución parcial del barro dentinario y de la hidroxiapatita subyacente, generando una zona de integración que incorpora minerales, barro dentinario, matriz dentinaria y adhesivo, permitiendo la formación de la llamada capa híbrida. La incorporación del barro dentinario como sustrato adhesivo mantiene la oclusión parcial o total de los túbulos dentinarios evitando el colapso de las fibras colágenas y reduciendo la sensibilidad postoperatoria.^{1, 15, 18}

3 Planteamiento del problema

Durante muchos años la odontología restauradora ha basado su evolución en el desarrollo de diversos materiales dentales y técnicas de restauración que permitan devolver la función y estética. Entre dichos materiales podemos destacar a los sistemas adhesivos, pues constituyen un grupo que mejora la interrelación y biocompatibilidad entre diente y material restaurador, dando como resultado tratamientos menos invasivos y más conservadores.

Cabe mencionar que debido a las diferencias morfofisiológicas del esmalte respecto a la dentina, la técnica adhesiva en esta última es muy sensible y ha tomado más tiempo y esfuerzos consolidarla.

Sin embargo, la constante necesidad de perfeccionamiento en busca de sistemas que disminuyan la sensibilidad de la técnica adhesiva, y a su vez ofrezcan óptimos resultados de fuerza adhesiva y sellado marginal utilizando cualquiera de los procedimientos adhesivos, ha llevado al desarrollo de los sistemas adhesivos universales, con el fin de facilitar al odontólogo su manipulación y disminuir posibles fallas o fracasos adhesivos que resultan de una aplicación ineficiente de dichos adhesivos.

Tomando en cuenta que una correcta adhesión es un factor determinante en el éxito de cualquier procedimiento restaurador, nos planteamos la siguiente pregunta de investigación:

¿Los sistemas adhesivos universales serán capaces de proveer la misma resistencia adhesiva al ser aplicados con técnicas de grabado ácido convencional y de autograbado?

4 Justificación

Debido a la gran oferta de sistemas adhesivos existentes en el mercado y que prometen un buen desempeño clínico, el presente estudio experimental pretende corroborar que, como los fabricantes aseguran, los sistemas adhesivos universales logran de manera eficiente y eficaz el proceso de adhesión en los diferentes sustratos dentales, es decir, en esmalte y dentina, al ser empleados bajo cualquier técnica de grabado ácido.

5 Hipótesis

5.1 Hipótesis trabajo

La técnica de grabado ácido proporcionará mejor adhesión con los adhesivos Universales que una técnica de autograbado.

5.2 Hipótesis nula

No existirán diferencias en los valores de adhesión obtenidos entre los dientes naturales tratados con adhesivos universales bajo la técnica de grabado ácido convencional y los dientes naturales tratados con adhesivos Universales bajo la técnica de autograbado.

6 Objetivos

6.1 Objetivo general

Comparar la resistencia al desprendimiento de adhesivos universales al ser aplicados bajo técnicas de grabado ácido convencional y de autograbado.

6.2 Objetivos específicos

- 1) Evaluar la resistencia al desprendimiento del adhesivo 3M™ Single Bond Universal en esmalte y dentina de premolares aplicado con técnica de grabado ácido convencional.
- 2) Evaluar la resistencia al desprendimiento del adhesivo 3M™ Single Bond Universal en esmalte y dentina de premolares aplicado con técnica de autograbado.
- 3) Evaluar la resistencia al desprendimiento del adhesivo Tetric® N-Bond Universal en esmalte y dentina de premolares aplicado con técnica de grabado ácido convencional.
- 4) Evaluar la resistencia al desprendimiento del adhesivo Tetric® N-Bond Universal en esmalte y dentina de premolares aplicado con técnica de autograbado.

7 Metodología

7.1 Tipo de estudio

- Experimental.

7.2 Muestra

- 20 premolares extraídos con corona completa, sin caries.

7.3 Criterios de inclusión

- Premolares superiores e inferiores extraídos por razones ortodóncicas, conservados en una solución de hipoclorito de sodio, libres de tejidos blandos y cálculo dental.

7.4 Criterios de exclusión

- Dientes que no seas premolares.
- Premolares que presenten fracturas en esmalte o dentina.
- Premolares que presenten caries o restauraciones previas.

7.5 Variables

7.5.1 variable dependiente

- Resistencia al desprendimiento.

- Módulo de elasticidad.

7.5.2 Variables independientes

- Técnica de grabado ácido convencional.
- Técnica de autograbado.

7.6 Material

- Sistema adhesivo 3M™ Single Bond Universal

Indicaciones del fabricante
<ol style="list-style-type: none"> 1) Aplicar el adhesivo sobre la superficie y friccionar durante 20 seg. 2) Soplar el líquido durante 5 seg con una suave corriente de aire. 3) Polimerizar durante 10 seg.

Tabla 2. Indicaciones para la aplicación del adhesivo 3M™ Single Bond Universal. Obtenido del instructivo del fabricante.

- Sistema adhesivo Tetric® N-Bond Universal

Indicaciones del fabricante
<ol style="list-style-type: none"> 1) Frotar el adhesivo sobre la superficie durante 20 seg. 2) Aplicar aire hasta conseguir una capa inmóvil de adhesivo. 3) Polimerizar durante 10 seg con una intensidad de luz ≥ 500 mW/cm²

Tabla 3. Indicaciones para la aplicación del adhesivo Tetric® N-Bond Universal. Obtenido del instructivo del fabricante.

- Vaselina
- Molde de PVC para muestra
- Acrílico autopolimerizable Quarz color anaranjado y transparente
- Acrílico autopolimerizable Nic Tone color rosa
- Monómero Nic Tone
- Gotero
- Agua bidestilada
- Aire comprimido
- 6 Hojas de papel de carburo de silicio no. 600
- Lápiz
- Etiquetas
- 1 Hoja de papel
- Ácido grabador
- Resina
- Microbrush fino
- Disco de carburo
- 2 campos de tela
- 2 recipientes con tapa

7.7 Instrumental

- Espátula de teflón Hu-Friedy
- Espátula de cementos
- 2 Losetas de vidrio gruesas
- Pinzas

7.8 Equipo

- Paralelizador Leitz Wetzlar Germany
- Vernier digital Mitutoyo
- Pulidor metalográfico
- Máquina universal de pruebas (INSTRON)
- Horno de ambientación felisa
- Radiómetro
- Cronómetro
- Lámpara
- Aditamentos de adhesión

8 MÉTODO

A los 20 premolares permanentes empleados se les eliminaron residuos de tejido blando y cálculo dental. Con ayuda de un disco de carburo se cortaron las coronas horizontalmente por debajo de la unión amelocementaria para separarlas de sus respectivas raíces y se mantuvieron en una solución de hipoclorito de sodio hasta ser empleadas en la etapa experimental.

Se dividieron las muestras de forma aleatoria en 2 grupos de 10 dientes:

- El grupo 1, a su vez se dividió en 2 subgrupos de 5, las primeras 5 muestras se trabajaron con el sistema adhesivo 3M™ Single Bond Universal bajo la técnica de grabado ácido convencional (1A) y las 5 restantes con técnica de autograbado (1B).
- El grupo 2 también se dividió en 2 subgrupos de 5, las primeras 5 muestras se trabajaron con el sistema adhesivo Tetric® N-Bond Universal bajo la técnica de grabado ácido convencional (2A) y las 5 restantes con técnica de autograbado (2B).

Se colocó vaselina en las losetas de vidrio y dentro de los arillos de PVC (Figura 3)

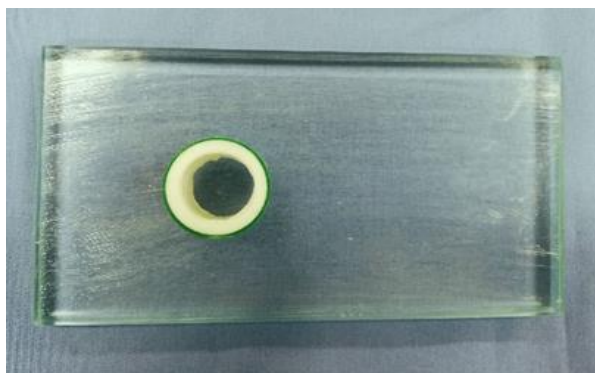
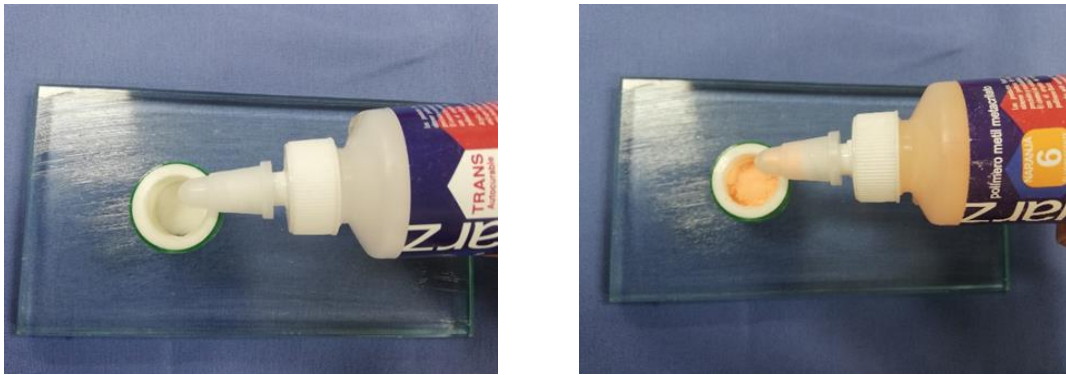


Fig. 3 Colocación de vaselina en los moldes y loseta. ^{FD}

Posteriormente los arillos de PVC se posicionaron sobre las losetas de vidrio y se vertió acrílico en ellos (Figuras 4 y 5), en la superficie se colocaron aleatoriamente las coronas de los premolares dejando las caras vestibulares expuestas y con ayuda de un paralelómetro se verificó que estuvieran paralelas (Figura 6). Para el grupo 1 se utilizó acrílico transparente en la base y anaranjado en el resto, mientras que para el grupo 2 se utilizó acrílico transparente en la base y rosa en el resto.



Figs. 4 y 5 Colocación del acrílico dentro de los tubos de PVC.^{FD}

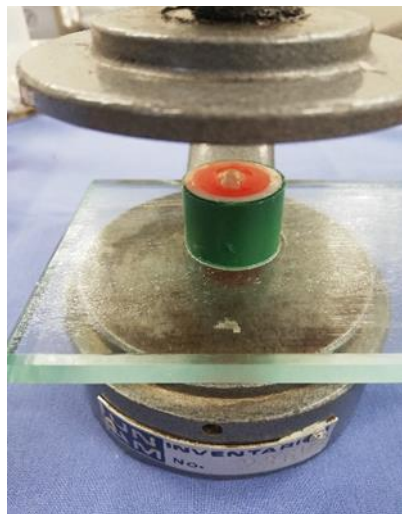
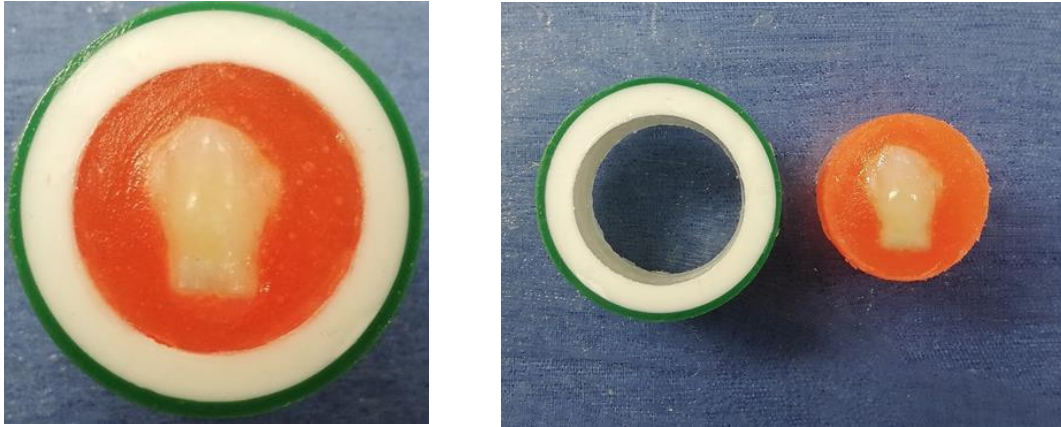


Fig. 6 Paralelización de las muestras.^{FD}

Una vez que el acrílico polimerizó las muestras fueron desalojadas de los arillos de PVC (Figuras 7y 8).



Figs. 7 y 8 Molde de la muestra terminado y desalojado del arillo. ^{FD}

8.1 Preparación de las muestras correspondientes a esmalte

Las muestras de ambos grupos fueron desgastadas a nivel de esmalte en el pulidor metalográfico con papel de carburo de silicio de grano 600 bajo un goteo de agua constante (Figura 9). Terminado este desgaste se realizó la aplicación de los 2 diferentes sistemas adhesivos en sus respectivas muestras, bajo las indicaciones proporcionadas por los fabricantes.



Fig. 9 Desgaste del esmalte con papel de carburo de silicio. ^{FD}

Para el grupo 1, como se mencionó anteriormente, se empleó el sistema adhesivo 3M™ Single Bond Universal. Con las 5 muestras pertenecientes al subgrupo 1A se trabajó con la técnica de grabado ácido convencional con el siguiente protocolo:

- Se grabó el esmalte durante 20 segundos (Figura 10).
- Se lavó el ácido grabador con agua bidestilada y se retiró el excedente de agua con aire comprimido, sin desecar la superficie.
- Posteriormente, con un microbrush, se aplicó el adhesivo para después ser frotado por 20 segundos sobre la superficie previamente acondicionada.
- Se aplicó una suave corriente de aire durante 5 segundos para evaporar el disolvente.
- Se polimerizó por 10 segundos con una lámpara Bluephase® Ivoclar con intensidad de 600 mw/cm².



Fig. 10 Grabado ácido de la superficie. ^{FD}

Para las 5 muestras del subgrupo 1B se trabajó con la técnica de autograbado empleando el siguiente protocolo:

- Se aplicó el adhesivo y con un microbrush se frotó durante 20 segundos sobre la superficie (Figura 11).
- Se aplicó una suave corriente de aire durante 5 segundos.
- Se polimerizó por 10 segundos (Figura 12).



Fig. 11 Aplicación del adhesivo con un microbrush.^{FD}



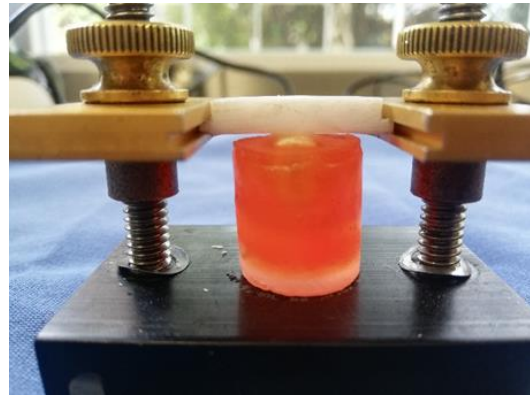
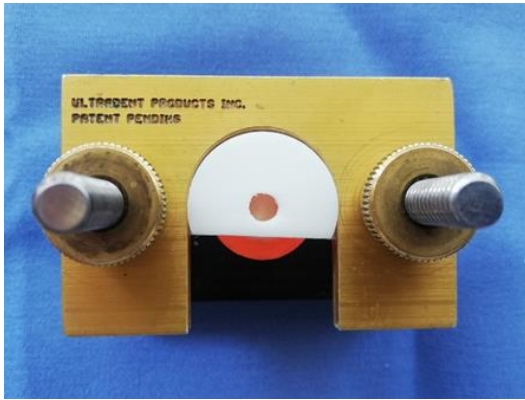
Fig. 12 Adhesivo polimerizado.^{FD}

Con el grupo 2 se empleó el sistema adhesivo Tetric[®] N-Bond Universal de la casa comercial Ivoclar. Con las 5 muestras del subgrupo 2A se trabajó con la técnica de grabado ácido convencional siguiendo el protocolo que se describió para las muestras del subgrupo 1A.

Con las 5 muestras del subgrupo 2B se trabajó con la técnica de autograbado, empleando el protocolo descrito para las muestras del subgrupo 1B.

Posteriormente en cada una de las muestras, con los aditamentos de adhesión, se colocó un botón de resina compuesta Te-Econom Plus de una

sola intención, cuidando que no quedaran irregularidades o poros en el material y se polimerizó durante 20 segundos (Figuras 13, 14, 15 y 16).



Figs.13 y 14 Colocación de la muestra en los aditamentos de adhesión. ^{FD}

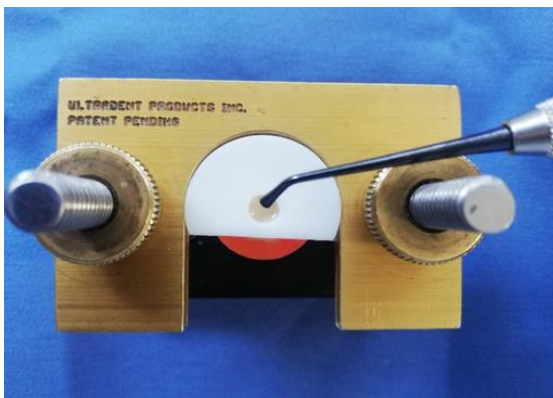


Fig. 15 Aplicación de la resina con espátula de teflón. ^{FD}



Fig. 16 Botón de resina colocado. ^{FD}

Todas las muestras se colocaron en agua bidestilada dentro del horno de ambientación felisa a una temperatura de $37^{\circ}\text{C} \pm 1$ durante 24 horas.

8.2 Prueba de resistencia al desprendimiento por cizalla en esmalte

Transcurridas las 24 horas de almacenamiento dentro del horno felisa, las muestras se sacaron y acomodaron en orden de grupos. Se midieron los diámetros de las bases de los botones de resina previamente colocados para obtener el área de los mismos.

Las muestras fueron colocadas de forma vertical dentro del aditamento metálico de la máquina INSTRON. Posteriormente la máquina fue calibrada ingresando las áreas de cada una de las muestras (Figura 17).

Una vez calibrada la máquina se inició con la prueba de resistencia al desprendimiento, propiamente dicha, aplicando una fuerza constante sobre la base de los botones de resina hasta que estos fueran desprendidos del esmalte (Figuras 18, 19, 20 y 21).

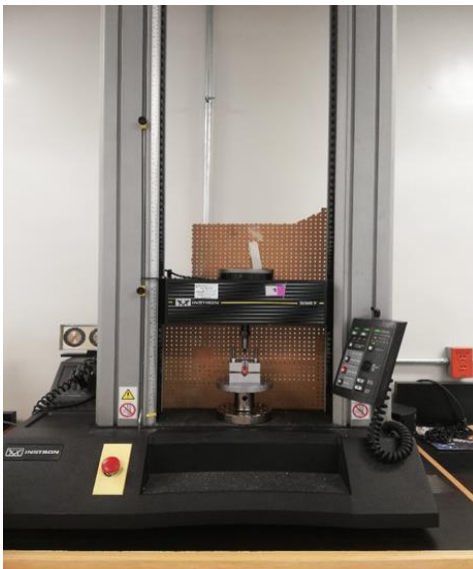


Fig. 17 Prueba de resistencia al desprendimiento en esmalte. ^{FD}



Figs.18 y 19 Muestras pertenecientes a los grupos de grabado ácido convencional después de la prueba de resistencia al desprendimiento. ^{FD}



Figs. 20 y 21 Muestras pertenecientes a los grupos de autograbado después de la prueba de resistencia al desprendimiento. ^{FD}

8.3 Preparación de las muestras correspondientes a dentina

Las muestras de ambos grupos nuevamente fueron desgastadas en el pulidor metalográfico con papel de carburo de silicio de grano 600, pero en esta ocasión el desgaste se realizó hasta llegar a dentina. Una vez terminados los desgastes, se colocaron los sistemas adhesivos.

En el grupo 1 se volvió a trabajar con el sistema adhesivo 3M™ Single Bond Universal siguiendo las indicaciones proporcionadas por el fabricante. Con el subgrupo 1A se trabajó con la técnica de grabado ácido convencional bajo el siguiente protocolo:

- Se grabó la dentina durante 15 segundos.
- Se lavó el ácido grabador y con aire comprimido se secó la superficie sin llegar a desecarla.
- Con un microbrush se aplicó y frotó el adhesivo por 20 segundos en la superficie previamente acondicionada.
- Durante 5 segundos se aplicó una suave corriente de aire comprimido sobre el adhesivo.
- Se polimerizó por 10 segundos con una lámpara Bluephase® Ivoclar con intensidad de 600 mw/cm².

Con el subgrupo 1B se trabajó con la técnica de autograbado con el siguiente protocolo:

- Con un microbrush se aplicó y frotó el adhesivo durante 20 segundos.
- Se aplicó una suave corriente de aire comprimido por 5 segundos.
- Se polimerizó el adhesivo durante 10 segundos.

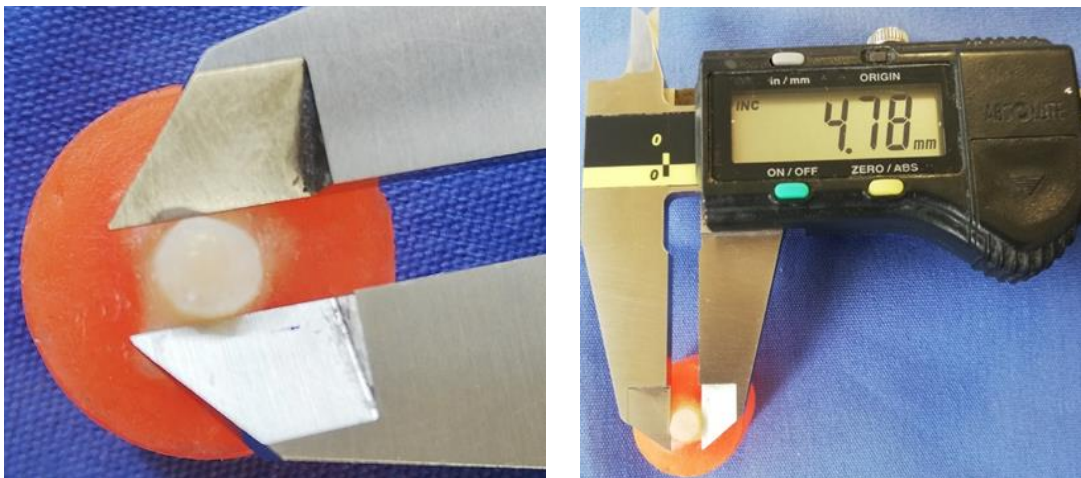
Pará el grupo 2 se utilizó el sistema adhesivo Tetric® N-Bond Universal. Con el subgrupo 2A se trabajó con la técnica de grabado ácido convencional siguiendo el mismo protocolo empleado para el subgrupo 1A.

Con el subgrupo 2B se trabajó con la técnica de autograbado bajo el mismo protocolo que del subgrupo 1B.

Finalmente, con los aditamentos de adhesión se volvió a colocar un botón de resina en sobre la dentina de todas las muestras. Nuevamente fueron colocadas en agua bidestilada dentro del horno de ambientación felisa durante 24 horas.

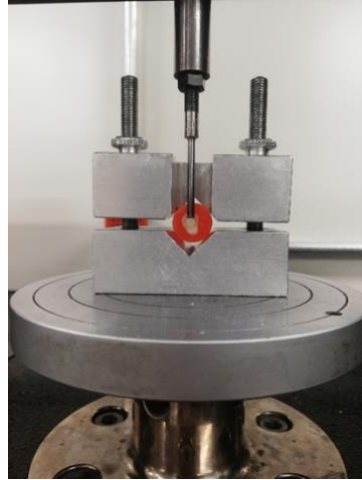
8.4 Prueba de resistencia al desprendimiento por cizalla en dentina

Las muestras se sacaron del horno felisa transcurridas 24 horas y nuevamente se acomodaron en orden de grupos para medir el diámetro de las bases de los botones de resina y posteriormente calcular el área de estos (Figuras 22 y 23).



Figs. 22 y 23 Medición del diámetro de la base de los botones de resina. ^{FD}

Finalmente las muestras, una a una, fueron sometidas a la prueba de resistencia al desprendimiento con el mismo protocolo descrito previamente en la prueba correspondiente a esmalte (Figuras 24, 25 y 26)



Figs. 24 Prueba de resistencia al desprendimiento en dentina. ^{FD}



Fig. 25 Muestra de grabado ácido convencional en dentina, después de la prueba. ^{FD}



Fig. 26 Muestra de autograbado en dentina, después de la prueba. ^{FD}

9 Resultados

Se obtuvieron valores de resistencia al desprendimiento y módulo de elasticidad con grabado ácido convencional y autograbado en esmalte de los dos grupos de estudio y se calculó el valor promedio de estos (Tablas 4 y 5).

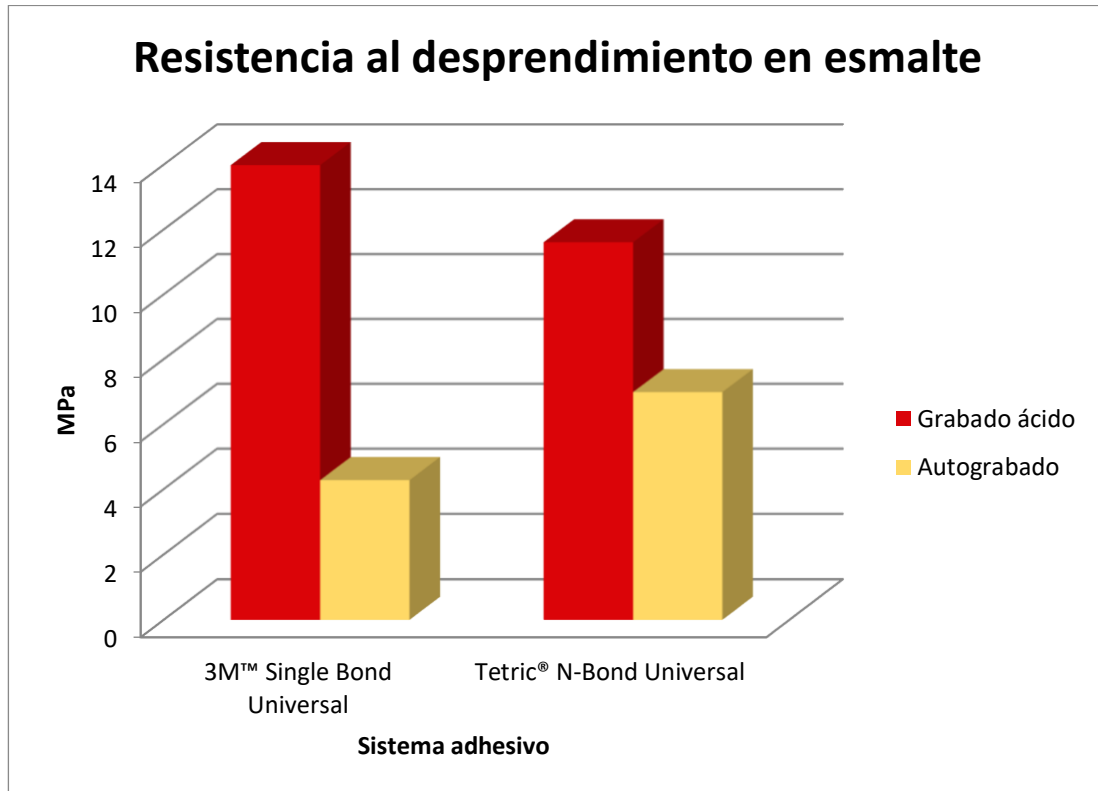
3M™ Single Bond Universal							
Técnica de grabado ácido convencional				Técnica de autograbado			
No. Muestra	Área mm ²	Resistencia MPa	Módulo MPa	No. Muestra	Área mm ²	Resistencia MPa	Modulo MPa
1	12.69	12.59	4760	6	13.65	6.236	5960
2	13.33	10.92	5638	7	13.65	3.986	7313
3	12.88	12.43	5053	8	13.01	3.545	5969
4	13.52	16.03	4066	9	13.65	3.329	8280
5	13.98	17.95	4291	10	12.75	-	-
Promedio		13.984	4761.6	Promedio		4.274	6880.5

Tabla 4. Resultados correspondientes al grupo 1 en esmalte.

Tetric® N-Bond Universal							
Técnica de grabado ácido convencional				Técnica de autograbado			
No. Muestra	Área mm ²	Resistencia MPa	Módulo MPa	No. Muestra	Área mm ²	Resistencia MPa	Modulo MPa
1	12.75	11.24	6771	6	13.20	5.800	6001
2	12.75	10.24	5150	7	13.13	6.736	7434
3	12.69	10.03	5649	8	13.26	-	-
4	12.88	13.18	5020	9	13.13	12.090	7402
5	13.46	13.35	4912	10	12.81	3.322	7209
Promedio		11.608	5500.4	Promedio		6.987	7011.5

Tabla 5. Resultados correspondientes al grupo 2 en esmalte.

Como podemos observar en la gráfica 1, los resultados obtenidos en esmalte fueron significativamente mejores cuando los adhesivos universales se aplicaron con la técnica de grabado ácido convencional, dicho resultado se vio mayormente reflejado con el adhesivo 3M™ Single Bond Universal.



Grafica 1. Resultados promedio del grupo 1 y 2 en esmalte con ambas técnicas de grabado.

Finalmente se obtuvieron los resultados de las muestras correspondientes a dentina (Tablas 6 y 7) y se graficaron los valores promedio de la resistencia al desprendimiento (Gráfica 2)

3M™ Single Bond Universal en dentina							
Técnica de grabado ácido convencional				Técnica de autograbado			
No. Muestra	Área mm ²	Resistencia MPa	Módulo MPa	No. Muestra	Área mm ²	Resistencia MPa	Modulo MPa
1	13.85	16.47	3787	6	13.33	18.51	6308
2	13.33	14.33	5218	7	13.26	13.46	7610
3	13.52	20.79	5262	8	13.39	15.61	5421
4	13.01	18.99	5937	9	13.26	10.50	8658
5	13.13	19.04	4431	10	13.59	17.03	4866
Promedio		17.924	4927	Promedio		15.022	6572.6

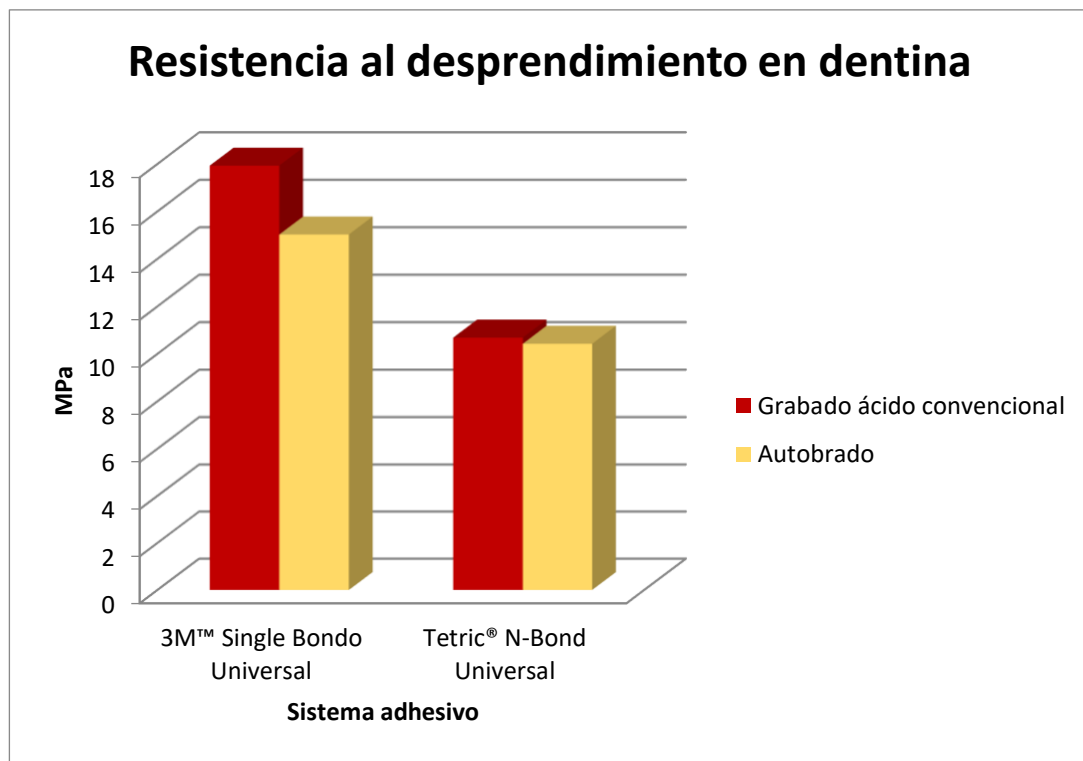
Tabla 6. Resultados correspondientes al grupo 1 en dentina.

Tetric® N-Bond Universal en dentina							
Técnica de grabado ácido convencional				Técnica de autograbado			
No. Muestra	Área mm ²	Resistencia MPa	Módulo MPa	No. Muestra	Área mm ²	Resistencia MPa	Modulo MPa
1	13.33	8.709	9849	6	13.39	9.166	10090
2	13.59	7.816	8001	7	13.20	12.300	5130
3	13.72	10.300	6334	8	13.59	11.180	9523
4	13.39	14.410	5796	9	13.39	9.030	7054
5	13.46	12.150	8105	10	13.59	-	-
Promedio		10.677	7617	Promedio		10.419	7949.25

Tabla 7. Resultados correspondientes al grupo 2 en dentina.

Los datos graficados en la gráfica 2 nos muestran que los resultados en dentina también fueron mayores empleando la técnica de grabado ácido convencional, pero estos resultados no difieren demasiado del rango obtenido con la técnica de autograbado como en el esmalte.

En dentina el adhesivo 3M™ Single Bond Universal volvió a reportar mejores valores de resistencia al desprendimiento que el adhesivo Tetric® N-Bond Universal.



Gráfica 2. Resultados promedio del grupo 1 y 2 en dentina con ambas técnicas de grabado.

10 Discusión

En el presente estudio se trabajó con 2 adhesivos universales, los cuales fueron aplicados en esmalte y dentina con las técnicas de grabado ácido convencional y autograbado siguiendo las indicaciones de los fabricantes.

Los resultados obtenidos indican que los valores de la resistencia al desprendimiento de los adhesivos universales en esmalte son significativamente más elevados cuando son empleados con la técnica de grabado ácido convencional (13.984 MPa grupo 1A y 11.608 MPa grupo 2A) que con la técnica de autograbado (4.274 MPa grupo 1B y 6.987 MPa grupo 2B). Este resultado puede atribuirse a que los mecanismos de adhesión a esmalte se basan en la desmineralización de la superficie, con el fin de provocar la presencia de microrugosidades para que los monómeros de resina de los adhesivos puedan infiltrarse y entrelazarse micromecánicamente en ellas.²³

Wong y cols²⁴ sugieren que la fuerza de adhesión de los adhesivos universales en esmalte difiere según el protocolo de grabado ácido empleado, obteniendo mejores resultados cuando la superficie es grabada con ácido fosfórico durante periodos menores a 15 segundos, lo que se apoya con los resultados obtenidos en este estudio.

Basados en los resultados reportados en investigaciones previas de Sudan y cols²⁵, encontramos similitudes con el resultado obtenido en este estudio, ya que ellos mencionan que obtuvieron un valor promedio de 19.825 MPa con grabado ácido convencional y de 14.875 MPa con autograbado. Si comparamos los resultados de ambos estudios podemos notar que los valores máximos obtenidos en este son menores, lo cual probablemente sea porque se trabajó con un menor número de muestras.

Por otra parte los resultados obtenidos en dentina sugieren que los adhesivos universales tienen una mayor resistencia al desprendimiento cuando son aplicados con la técnica de grabado ácido convencional (17.924 MPa grupo 1A y 10.677 MPa grupo 2A) que con la técnica de autograbado (15.022 MPa grupo 1B y 10.419 MPa grupo 2B), pero a diferencia del esmalte, estos valores no varían significativamente.

Estos resultados difieren de los reportados en un estudio de Marchesi y cols²⁶, debido a que ellos indican que la fuerza de adhesión en dentina es mayor cuando los adhesivos universales son aplicados con la técnica de autograbado, además de que el uso de esta técnica puede ayudar a reducir el riesgo de sensibilidad postoperatoria. Dichas diferencias pueden deberse a que probablemente algunas partículas de acrílico o granos de carburo de silicio bloquearan la entrada de los túbulos dentinarios y a que se trabajó con diferentes tipos de muestras y materiales.

Wagner y cols²⁷ dicen que realizar un grabado ácido previo a la aplicación de un adhesivo universal mejora significativamente su patrón de penetración en la dentina provocando una mejoría en la formación y grosor de la capa híbrida. De acuerdo a las fichas técnicas brindadas por los fabricantes, los adhesivos utilizados en este estudio, basándonos en su pH, son de tipo ultra suave²⁸. Ermis y col²⁹ mencionan que los adhesivos universales clasificados como ultra suaves cuando son empleados con la técnica de autograbado tienen una baja capacidad de penetración en dentina a través del barrillo dentinario, dando como resultado una capa híbrida muy delgada.

En un estudio realizado por Muñoz y cols³⁰ sugieren que la presencia de MDP en la composición de los adhesivos universales puede aumentar su fuerza de unión en dentina con la técnica de autograbado, debido a que se unen de manera química.

Tomando en cuenta los resultados obtenidos en este estudio se puede decir que la hipótesis planteada en un principio fue comprobada, ya que los adhesivos universales empleados mostraron mayor fuerza al desprendimiento, en esmalte y dentina, cuando fueron aplicados con la técnica de grabado ácido convencional.

Por lo que se puede decir que, aunque los adhesivos universales tienen una gran versatilidad para ser manipulados con ambas técnicas adhesivas el grabado ácido sigue mostrando mejores resultados.

11 Conclusiones

Basándonos en los resultados de este estudio podemos concluir que:

- Los adhesivos universales tienen una resistencia al desprendimiento significativamente mayor en esmalte cuando son empleados con la técnica de grabado ácido convencional.
- Los adhesivos universales tienen una resistencia al desprendimiento ligeramente mayor en dentina al ser empleados con la técnica de grabado ácido convencional.
- El grabado ácido, así como una adecuada técnica favorecerá la duración de una restauración en boca.
- Seguir las instrucciones del fabricante es primordial para obtener buenos resultados y favorecer las propiedades del material empleado.

12 Referencias

1. Gomes M. Sistemas adhesivos autograbadores en esmalte: ventajas e inconvenientes. Av. Odontoestomatol 2004; 20(4):193-198.
2. Camps I. La evolución de la adhesión a dentina. Av. Odontoestomatol 2004; 20(1):11-17.
3. González GM. Efecto de dos sistemas adhesivos en la sensibilidad postoperatoria en tratamiento de restauraciones directas. Facultad de odontología UDLA. 2015. Pp. 4-9.
4. Rodríguez IA. Efecto citotóxico de los sistemas adhesivos dentales. Estudio microscópico y microanalítico. Universidad de Granada, España, 2005.
5. Carrillo C. Michael G. Buonocore, padre de la odontología adhesiva moderna, 63 años del desarrollo de la técnica del grabado del esmalte (1955-2018). Revista ADM 2018; 75(3):135-142.
6. Dourado A, Reis A. Sistemas adhesivos. RODYB 2006; 1(2):13-28
7. Celis J, Becerra MN, del Valle L, Pérez LC. Efectividad de adhesivos en dentina: una revisión sistemática. Rev Venez Invest Odont IADR 2016; 4(2): 193-210.
8. Mandri MN, Aguirre A, Zamudio ME. Sistemas adhesivos en Odontología Restauradora. Odontoestomatología 2015; 17(26):49-54.
9. Machi R. Materiales dentales. 4ª ed. Argentina: Editorial médica panamericana. 2007. Pp 43-45.

10. Ayora J, Dueñas D, Gaucho K, Murillo B, Roura M, Valenzuela M, Zambrano J. Fundamentos de adhesión dental. Universidad de Guayaquil, Ecuador 2014. Pp 3-6.
11. Barceló FH, Palma JM. Materiales dentales: conocimientos básicos aplicados. 2ª ed. México: Trillas. 2004. PP. 28-32.
12. Anusavice KJ. Phillips. Ciencia de los materiales dentales. 11ª ed. España: Elsevier. 2004. Pp. 34-40.
13. Hernández M. Aspectos prácticos de la adhesión a dentina. Av. Odontoestomatol 2004; 20(1):19-32.
14. Álvarez CI. Estudio comparativo in vitro de las propiedades hidrófilas de los sistemas adhesivos universales Single Bond Universal, All Bond Universal y adhesivo convencional One Coat Bond SL. Universidad de Chile. 2015. Pp. 8-17.
15. Maldonado FA. Análisis comparativo in vitro de la resistencia adhesiva de restauraciones de resina compuesta utilizando el adhesivo Peak® Universal Bond con y sin grabado ácido previo de superficie. Universidad de Chile. 2014. Pp. 4-8.
16. Nagarkar S, Theis N, Perdigao J. Universal dental adhesives: Current status, laboratory testing, and clinical performance. J Biomed Mater Res B Part B. 2019; 9999B:1-11.
17. Vega CD. Estudio comparativo in vitro de la resistencia adhesivo de restauraciones de resina compuesta realizadas con Single Bond Universal © en sus formatos de grabado ácido total y autograbante. Universidad de Chile. 2013. Pp. 16-18.
18. Bader M, Ibáñez M. Evaluación de la interfase adhesiva obtenida en restauraciones de resina compuesta realizadas con un sistema adhesivo

universal utilizado con y sin grabado ácido previo. Revista Clínica de Periodoncia, Implantología y Rehabilitación Oral. 2014; 7(3):115-122.

19. Vargas A, Navarro E, Alcocer A, Daher M, Osorio M, Correa V. Caracterización de la capa híbrida en dentina intraradicular penetrada con hipoclorito de sodio al 5.25% usando dos agentes cementantes con sistemas adhesivos de auto y grabado convencional. Rev. CES Odont 2018; 31(1):11-21.

20. Carrillo C. Capa híbrida. Rev. ADM 2005; 62(5):181-184.

21. Zamora P, Bader M. Resistencia adhesiva de restauraciones de resina compuesta realizadas con un adhesivo universal con y sin grabado ácido. Rev. Biomater. Sociedad científica Grupo Chileno de Materiales Dentales. 2015; 2(1):94-115.

22. Osorio JE. Estudio comparativo in vitro del grado de microfiltración marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con el sistema adhesivo XP BOND® utilizando la técnica de Grabado Ácido Total y de Grabado Ácido Selectivo del Esmalte. Universidad de Chile. 2013. Pp. 13-19.

23. Oliveira WL, Piva E, Fernandes A. Bond strength of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis. J Dent. 2015; 43:765-776.

24. Wong J, Tsujimoto A, Fischer NG, Baruth AG, Barkmeier WW, Johnson EA, Samuel SM, Takamizawa T, Latta MA, Miyazaki M. Enamel Etching for Universal Adhesives: Examination of Enamel Etching Protocols for Optimization of Bonding Effectiveness. Operative Dentistry. 2016; 41(3):1-9.

25. Suda S, Tsujimoto A, Barkmeier WW, Nojiri K, Nagura Y, Takamizawa T, Latta MA, Miyazaki M. Comparison of enamel bond fatigue durability between universal adhesives and two-step self-etch adhesives: Effect of phosphoric acid pre-etching. Dental Materials Journal. 2018; 37(2):244-255.

26. Marchesi G, Frassetto A, Mazzoni A, Apolonio F, Diolosa M, Di Lenarda R, Pashley DH, Tay F, Breschi L. Adhesive performance of a multi-mode adhesive system: 1-year in vivo study. *J Dent.* 2014; 42(5):603-612.
27. Wagner A, Wendler M, Petschelt A, Belli R, Lohbauer U. Bonding performance of universal adhesives in different etching modes. *J Dent.* 2014; 1(8):2-8.
28. 3M Ciencia. Aplicada a la vida™. Versatilidad total y un gran desempeño. Adhesivo 3M™ Single Bond Universal. 2017. Pp.1-4.
29. Ermis RB, De Munck J, Cardoso MV, Coutinho E, Van Landuyt KL, Poitevin A. Bond strength of self-etch adhesives to dentin prepared with three different diamond burs. *Dental Materials.* 2008; 24:978-985.
30. Muñoz MA, Luque I, Hass V, Reis A, Dourado A, Campanha NH. Immediate bonding properties of universal adhesives to dentine. 2013; 41:404-411.