



UNIVERSIDAD FINIS TERRAE
FACULTAD DE ODONTOLOGIA
ESCUELA DE ODONTOLOGIA

**ANÁLISIS COMPARATIVO IN VITRO DEL SELLADO MARGINAL
DE RESTAURACIONES DE RESINA COMPUESTA REALIZADAS
CON UN SISTEMA ADHESIVO DE OCTAVA GENERACIÓN Y UNO
DE QUINTA GENERACIÓN**

DANIELA MORALES CÓRDOVA
DANIELA PAREDES PAVLOVIC

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

Profesora Guía: Prof.Dr. Marcelo Bader Mattar.

Santiago, Chile

2014

Queremos dedicar nuestra tesis a todos los que colaboraron para que se llevara a cabo.

En especial a nuestras familias, por su apoyo constante.

A nuestro profesor guía Dr. Marcelo Bader Mattar quien dedicó su tiempo y paciencia en este estudio.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
MARCO TEÓRICO	4
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	21
MATERIAL Y MÉTODO	22
RESULTADOS	26
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	28
DISCUSIÓN	36
CONCLUSIÓN	41
BIBLIOGRAFÍA	42

RESUMEN

En el presente estudio, se realizó un análisis comparativo in vitro del sellado marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con un adhesivo universal, Single Bond Universal (3M/ESPE), en su forma autograbante y en su forma de grabado y lavado, comparándolo con uno convencional de grabado y lavado, Adper Single Bond 2 (3M/ESPE), como control positivo.

Se realizaron preparaciones Clase V en 80 molares sanos y se dividieron aleatoriamente en dos grupos de 40 molares. En las caras vestibulares se utilizó Single Bond Universal (3M/ESPE), en el primer grupo con grabado ácido total y en el segundo como autograbante. En ambos grupos, en la cara lingual/palatina se utilizó Adper Single Bond 2 (3M/ESPE). Luego se obturaron las preparaciones con resina compuesta, se sellaron las muestras y se sometieron a termociclado, utilizando como marcador una solución acuosa de azul de metileno al 1%.

La microfiltración se observó en un microscopio óptico con aumento de lupa. Se midió la penetración del colorante, se expresó en porcentajes y se analizó estadísticamente. Single Bond Universal (3M/ESPE) utilizado con grabado ácido previo obtuvo un porcentaje promedio de 11%, y Adper Single Bond 2 (3M/ESPE) un 19%. Single Bond Universal (3M/ESPE) como autograbante obtuvo 21% y Adper Single Bond 2 (3M/ESPE) un 16%.

Se concluyó que Single Bond Universal (3M/ESPE) utilizado con grabado ácido previo, obtuvo un mejor sellado marginal con respecto al adhesivo de quinta generación, mientras que este último se comportó mejor que el adhesivo universal utilizado como autograbante.

INTRODUCCIÓN

Las resinas compuestas de restauración directa son, hoy en día, los materiales más utilizados en clínica, ya que se puede lograr gran similitud estética con el tejido dentario.^{1,2} Pero, a pesar de las mejoras sustantivas que han tenido a través del tiempo, aún presentan importantes desventajas que se buscan solucionar, como por ejemplo la falla en el sello marginal diente-restauración por no existir una adhesión específica a las estructuras dentarias y además porque el material sufre cambios volumétricos al endurecerse o polimerizar, produciéndose inevitablemente la separación del material de la pared dentaria. Lo anterior traería como consecuencia la filtración marginal, sensibilidad post operatoria, invasión bacteriana y caries recidivante, produciéndose un ciclo que nos lleva al fracaso de la restauración.³

Para compensar dichas deficiencias, se debe recurrir al acondicionamiento dentario, para hacer el sustrato más receptivo para la adhesión de la resina compuesta y al mismo tiempo, utilizar un elemento que conecte diente y restauración, como es el sistema adhesivo. El acondicionamiento se puede realizar mediante la técnica de hibridación o de grabado ácido total, o bien, a través de la técnica de reacción integración o de autograbado.^{3,4}

La técnica de adhesión convencional o de hibridación consiste en realizar el acondicionamiento de las estructuras dentarias con ácido fosfórico, para posteriormente aplicar el sistema adhesivo compuesto por un agente imprimante y un adhesivo propiamente tal, los cuales se unen micromecánicamente a las microporosidades generadas en el esmalte y a las fibras colágenas de la dentina que quedan sin sustento mineral, trabándose allí y dando origen a la denominada capa híbrida.^{1,2}

En dentina, esta técnica se basa principalmente en la unión al colágeno de la dentina intertubular, por lo cual sería razonable pensar que a mayor cantidad de este tipo de dentina expuesta, se podrían obtener mayores valores de adhesión.^{1,4,5}

La revolución adhesiva nace de la mano de la odontología mínimamente invasiva, y si lo llevamos a nuestra práctica clínica, lo ideal sería poder lograr esto con el mínimo tiempo y la técnica menos sensible, evitando así desmineralizar zonas que posiblemente no serán restauradas.^{3,4}

De esta manera es que se desarrollaron adhesivos autograbantes o técnica de integración dentinaria, que consiste en la aplicación de un sistema adhesivo autograbante, el cual no utiliza el acondicionamiento previo con ácido fosfórico, sino que gracias a los monómeros ácidos de su composición disuelve parcialmente el barro dentinario, y al mismo tiempo interactúa con las fibras colágenas del tejido dentinario. Para ello se aplica en un primer paso los monómeros ácidos y el agente imprimante y posteriormente en un segundo paso el adhesivo o agente de enlace.^{3,4}

Sin embargo, estos esquemas presentan limitaciones de uso, por lo que se buscó desarrollar un sistema que pudiera presentar las ventajas de ambos procedimientos. De esta forma se crean los denominados adhesivos universales, los cuales han sido formulados para ser utilizados en técnicas de grabado total, auto grabado o grabado selectivo de esmalte, tanto para restauraciones directas como indirectas.⁶

En su composición combinan un imprimante con un adhesivo con capacidad para adherirse a sustratos biológicos, además de otros sustratos tales como metales, óxido de zirconio, alúmina, y cerámicas de vidrio, gracias a la presencia en su composición de 10-MDP y Silano.⁶

Uno de estos adhesivos, es Single Bond Universal (3M/ESPE), cuyo fabricante señala que presentaría una alta tolerancia a la humedad para permitir la unión constante a dentina grabada húmeda y seca gracias a la presencia del copolímero de Vitrebond y con una baja o nula sensibilidad post-operatoria.⁶

El adhesivo universal asegura un comportamiento adhesivo óptimo con cualquier protocolo de adhesión, pero cabe la duda si realmente lograremos obtener un buen sellado marginal y un éxito a largo plazo.⁶

Por esta razón, el presente estudio experimental buscó comparar el sellado marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con sistema de adhesión de octava generación con y sin grabado ácido previo y restauraciones realizadas con sistema adhesivo de quinta generación.

MARCO TEÓRICO

La Odontología restauradora es la responsable de solucionar las consecuencias derivadas de la pérdida de estructura dentaria producida por diferentes factores etiológicos, como por ejemplo la caries.^{3,4,7}

Los objetivos restauradores planteados para cumplir la óptima rehabilitación de piezas dentarias afectadas por dicha lesión son, recuperar y mantener el equilibrio del ecosistema bucal, devolviendo y manteniendo la salud del complejo pulpo dentario y del tejido peri-dentario; además generar una integridad marginal que impida la aparición de una interfaz diente-restauración, y devolver la forma y función de la pieza dentaria. Además de responder a la exigente búsqueda del paciente por obtener un tratamiento dental que cumpla con sus expectativas estéticas y que perdure en el tiempo.^{3,5,}

Para esto existe una amplia variedad de materiales dentales con características propias, acorde a las situaciones clínicas a resolver.⁸

Actualmente uno de los materiales restauradores más utilizados es la resina compuesta. Las mejoras en sus formulaciones, el desarrollo de nuevas técnicas en su aplicación y la optimización de sus propiedades físicas y mecánicas, han hecho a la restauración de resina compuesta cada vez más confiable y predecible.^{1,4,8}

Resinas Compuestas

Las resinas compuestas son un materia restaurador, originado a partir de las resinas acrílicas introducidas en la práctica Odontológica en 1945, las cuales se utilizaron hasta que en la década de 1960. Gracias a los estudios de R.L Bowen se sintetizó un nuevo monómero, denominado BisGMA (bisfenol A glicil metacrilato), el cual tenía un mayor peso molecular que los monómeros de las resinas acrílicas.^{4,5} A este monómero se le agregaron partículas de relleno inorgánico, las que fueron tratadas superficialmente con un vinil silano, con el fin de permitir una buena unión entre ambas partes. Con este nuevo sistema de

resinas compuestas se lograba disminuir la contracción de polimerización, el alto coeficiente de expansión térmica y la baja resistencia mecánica, además del posible daño pulpar que se atribuía a las resinas acrílicas.^{4,5}

Con el cambio en la composición química atribuida a la molécula de BisGMA, se crean las resinas compuestas que actualmente conocemos y que se definen como biomateriales restauradores plásticos compuestos, constituidos por la combinación tridimensional de dos materiales químicamente diferentes, unidos entre sí a través de un agente de enlace. En simples palabras, Phillips describe a este material como compuesto de dos o más materiales diferentes con propiedades superiores o intermedias a la de sus constituyentes individuales, y que están representadas como un sistema polimérico reforzado que se utiliza para restaurar tejidos duros a nivel dentario como el esmalte y la dentina.^{1,2}

Las resinas compuestas constan básicamente de tres componentes esenciales: una matriz orgánica de alto peso molecular, un relleno inorgánico y un agente de acoplamiento.^{1,2}

- Matriz orgánica:

Esta matriz es el cuerpo de la resina compuesta. Se constituye de Bis-Gma (bisfenol glicidil metacrilato), un poliuretano como el UDMA (dimetacrilato de uretano) o por una mezcla de ellos. Para disminuir la viscosidad de este sistema de resinas y facilitar su manipulación y aplicación, se agregan monómeros de baja viscosidad, como el TEGDMA (tri-etileno glicol dimetacrilato) y el EDGMA (etileno glicol dimetacrilato) y también algunos oligómeros.^{1,2,4} Teniendo en cuenta que a menor peso molecular del monómero utilizado, mayor será la contracción volumétrica de la resina, la incorporación de diluyentes debe ser limitada, ya que reducir el peso molecular promedio refleja un aumento en la magnitud de la contracción de polimerización de la matriz, condicionando la aparición de brechas en la interfase. Además de los monómeros mencionados la matriz orgánica posee otros aditivos incorporados, incluyendo un sistema

iniciador y acelerador de polimerización, un sistema inhibidor o estabilizador, y modificadores ópticos y pigmentos.⁸

- Relleno inorgánico:

Principalmente son elementos de tamaño pequeño y de formas variables. Estos se adicionan a la matriz de la resina con el objetivo de mejorar las propiedades mecánicas de la matriz orgánica y disminuir la contracción de polimerización, contrarrestar el coeficiente de expansión térmica y aumentar su dureza y resistencia a la abrasión.^{1,2,4} Además puede otorgarle la radiopacidad al composite, dependiendo del tipo de partícula usada por el fabricante. La mayoría de los composites contiene rellenos de cuarzo fundido, vidrio de aluminosilicatos, vidrio de boro silicato, sílice pirolítica coloidal, cristales de silicio con bario, estroncio, zinc o yterbio, y litio e hidroxiapatita.⁸

- Agente de acoplamiento:

Los agentes de acoplamiento son moléculas bifuncionales, que cubren al sustrato inorgánico generando enlaces iónicos, mientras crea enlaces covalentes con la superficie orgánica, uniendo químicamente ambas fases, otorgándole así cohesión al material.² Los agentes más empleados son los silanos orgánicos. El silano mejora las propiedades físicas y mecánicas del composite, ya que permite que la fase orgánica transfiera las tensiones a las partículas de relleno que brindan rigidez, evitando que el material se deforme fácilmente.^{1,2,4,8}

Para endurecer, las resinas compuestas pasan por el proceso de polimerización, en donde se descomponen los dobles enlaces de los monómeros, los cuales se energizan, provocándose así la unión entre ellos. De esta manera pasa el material desde un estado plástico a un estado rígido.^{1,2} Este proceso consiste en la unión de varias moléculas pequeñas llamados monómeros para formar otras más grandes denominadas polímeros, es decir, existe un crecimiento de cadenas a partir de la unión de eslabones, el cual se llevará a cabo por medio de una reacción de poliadición mediante radicales

libres, que serán generados por una activación química o física del iniciador que entregará electrones a los monómeros para que puedan activarse y unirse entre sí.^{1,2,8}

El desarrollo de las resinas compuestas nos entrega importantes beneficios, estas nos permiten confeccionar preparaciones conservadoras y restauraciones de alto valor estético. Sin embargo, como se ha señalado, estos materiales presentan algunas desventajas, estas son la contracción de polimerización, el coeficiente de dilatación térmica diferente al de la pieza dentaria y una técnica restauradora altamente sensible. Estos factores, combinados con el posible fallo en el proceso de la adhesión, son los responsables directos de la microfiltración, y por lo tanto, del fracaso de las restauraciones. De ahí la importancia de manejar los conceptos y el mecanismo del fenómeno de la adhesión, para poder aplicarlos a las diferentes estructuras dentarias.^{19,10}

Adhesión

Se define adhesión como la atracción entre dos superficies de diferente naturaleza química en contacto, fomentada por una fuerza de atracción interfacial entre las moléculas o átomos de ellas.^{1,11, 12}

Las fuerzas interfaciales que permiten la adhesión pueden ser de dos tipos, químicas y/o electroestáticas y mecánicas.^{1,13}

Adhesión química

Se refiere a las reacciones que se producen cuando entran en contacto dos superficies y se mantienen unidas por la presencia de enlaces químicos, estos enlaces se logran a través de uniones de tipo primaria o secundaria. En las uniones primarias se generan atracciones de átomos entre sí, que pueden ser iónicas, covalentes o metálicas. En odontología los enlaces de importancia son los covalentes, debido a que son característicos de los polímeros. Las uniones químicas secundarias son de tipo intermolecular. Corresponden a interacciones

electroestáticas de Van der Waals y Puentes de Hidrógeno que son relativamente débiles.^{1,2,11}

Adhesión física o mecánica

En este tipo de adhesión se produce una trabazón a través de efectos geométricos y/o reológicos. Los primeros están en relación con las irregularidades de la superficie, tales como porosidades y rugosidades, estas permitirán una retención de tipo macro y/o microscópica, produciendo una trabazón de los materiales que impedirá su desplazamiento o separación. Los efectos reológicos son los producidos por cambios dimensionales de las superficies a unir, estos cambios pueden ser contracciones o expansiones de los materiales que generan tensiones ayudando a la adhesión.^{1,2,11}

Para algunos, la adhesión química, específicamente las uniones primarias, constituye el único mecanismo que se puede llamar adhesión propiamente tal, por lo tanto, cuando se logre una real adhesión química de los materiales restauradores al dientes, podríamos hablar verdaderamente de odontología adhesiva.^{11,14,15} Si esto se lograra, se cumplirían importantes objetivos como:

- Conservar estructura dentaria sana.
- Conseguir retención óptima.
- Evitar microfiltraciones.¹

La microfiltración se puede definir como el pasaje de bacterias, fluidos, moléculas o iones, a través de la interfase entre el diente y la restauración. Está asociada con sensibilidad, caries recurrente, tinción de los márgenes de la restauración, daño pulpar y desalojo de la restauración.¹⁶

Teniendo claro que la forma de unión de la mayoría de los materiales a la estructura dentaria es a través de la retención mecánica, uno de los requisitos más importantes es lograr un íntimo contacto entre las superficies a unir. Para ello es necesario interponer un material líquido o semilíquido que mantenga unidas las

superficies. El material o película empleado para la adhesión se denomina adhesivo y el material al que se aplica es el adherente.¹

El adhesivo busca minimizar los riesgos asociados a la penetración de agentes deletéreos hacia la pulpa, a nivel de la interface diente-restauración. Las consecuencias asociadas a la falla del adhesivo, pueden ser filtraciones en la interfaz diente-restauración, tinciones marginales, caries secundaria e irritación pulpar.^{1,17}

Adhesión a la estructura dentaria

Al aplicar los principios que influyen en la adhesión, podemos ver que los problemas asociados con los sistemas adhesivos recaen en la composición de las estructuras dentarias. El sustrato dentario no es homogéneo, la cantidad de componentes orgánicos e inorgánicos, difieren en dentina y esmalte, y es por esta razón que un material que puede adherirse mejor a los componentes orgánicos no se adhieren de la misma manera a los inorgánicos, por lo tanto, un adhesivo que se une al esmalte no lo hará de igual forma a la dentina.¹ Entonces, es necesario conocer la estructura histológica de ambos sustratos dentarios para entender cómo funciona en cada uno el proceso de adhesión.

Adhesión a esmalte

El esmalte dentario es un tejido avascular, aneuronal y acelular, altamente mineralizado. Está compuesto por una fase orgánica y una inorgánica. La porción orgánica constituye el 1.5% y se compone de proteínas y polisacáridos. La porción inorgánica corresponde al 94%, representada principalmente por fosfato de calcio en forma de cristales de hidroxiapatita, además de trazas como carbonatos, citratos, sodio, magnesio, hierro, etc.^{1,18} Por último, posee un porcentaje de agua de 4.5%.¹⁹

Dentro de sus propiedades físicas, resalta su gran dureza, debido a su elevado contenido de sales minerales y organización cristalina.¹⁹

Los cristales de hidroxiapatita son de naturaleza iónica, lo que le otorga al esmalte una elevada energía superficial, esto facilita la atracción del adhesivo de las resinas compuestas.¹³ Sin embargo, esa elevada energía superficial se manifiesta sólo si el esmalte está perfectamente limpio, esto resulta difícil de lograr en la cavidad bucal, debido a que el esmalte está recubierto por una película de material orgánico, correspondiente al biofilm, proteínas y polisacáridos de la saliva, los que interfirieren con la manifestación de la energía superficial.^{11,13}

Para liberar esta energía, es necesario tratar el esmalte. Este tratamiento consiste en limpiar químicamente la superficie, lavarla y secarla posteriormente, de esta forma además de elevar la energía superficial, se crearán microporosidades que aumentarán la superficie y servirán como trabazón micromecánica para el material.^{11,13} Antes del uso del grabado ácido al esmalte y de los agentes adhesivos, la filtración de los fluidos orales en el espacio microscópico entre el diente y los materiales de restauración, era una de las principales preocupaciones.¹ Es por esto que Buonocuore en 1955, propuso una técnica donde utilizó ácido fosfórico al 85% por 30 segundos sobre la superficie del esmalte, para hacerlo más receptivo a la adhesión. De esa forma producía una disolución irregular de la superficie, la que luego se lavaba y secaba dejando un área microporosa que permitía una fuerte unión micromecánica de la resina al diente.²⁰ Este procedimiento se denominó “Técnica de Grabado Ácido del Esmalte”, la cual se define que como un proceso mediante el cual se expone una superficie sólida a un ácido para hacerla más rugosa y, posteriormente, se eliminan los residuos para fomentar la unión micromecánica de un adhesivo a la superficie dentaria.¹ Al mismo tiempo, permite disminuir la cantidad de tejido sano a remover en comparación con la confección de cavidades macroscópicas retentivas.^{3,11,13}

Al penetrar la resina adhesiva en las microporosidades creadas por el grabado ácido se generan los Tags de resina, produciéndose así una trabazón micromecánica.¹⁷ Estas prolongaciones penetran entre 10 a 20 micrones dentro de las porosidades, dependiendo del tiempo de grabado. La técnica de grabado ácido

remueve alrededor de 10 a 70 micrones de la superficie del esmalte y crea una capa de porosidades de un rango de 5 a 50 micrones de profundidad.¹

Al producirse la desmineralización del esmalte se originan patrones de desmineralización, los cuales fueron descritos a comienzos de los años setenta según la morfología estructural de él. El más común es el denominado tipo I, que es aquel en donde se disuelve el centro de los prismas quedando la periferia interprismática relativamente intacta; en cambio, en el patrón de tipo II lo que se disuelve es la zona interprismática dejando los centros prismáticos intactos; y el patrón tipo III, corresponde a una mezcla del tipo I y II, junto con áreas amorfas. De estos tipos de grabado, los más adecuados para realizar la función retentiva son, en primer lugar el tipo I y luego el tipo II, evitando obtener el tipo III.^{3,11}

El ácido actualmente utilizado es el ácido fosfórico, siendo señalado como el más eficaz. Varias concentraciones de este ácido han sido evaluadas y se ha demostrado que las concentraciones entre 30 % y 40 % son las que proveen mayores fuerzas adhesivas, en comparación a concentraciones mayores de este mismo ácido.³ El tiempo de grabado ácido más utilizado es el de 15 segundos. La aplicación del ácido por este tiempo produce un acondicionamiento discreto a fin de obtener una disolución selectiva del núcleo de los prismas o su periferia y así transformar al esmalte en una superficie más receptiva para la adhesión.²¹ Este tiempo de grabado provee una fuerza de adhesión aceptable, a la vez que conserva la estructura dentaria.¹

Adhesión a Dentina

Debido a la composición de la dentina y las diferencias estructurales con el esmalte, la adhesión a ésta ha sido significativamente más problemática que la adhesión a esmalte, la cual se logró relativamente más fácil y tempranamente.¹⁷

La dentina es un tejido parcialmente mineralizado, donde el material inorgánico corresponde a aproximadamente al 70% del peso, el material orgánico ocupa un 20% y el resto es agua. Cuando se consideran los volúmenes, el material orgánico y el agua ocupan la mayor parte de la dentina.^{12,21,22} Es un

sustrato dinámico, cuya morfología y fisiología afectan directamente la capacidad de los sistemas adhesivos de producir una unión duradera a su superficie.²¹

Morfológicamente la dentina posee una estructura tubular y cada túbulo tiene forma de cono invertido, con el diámetro mayor en contacto con la pulpa.^{3,12,21} Los túbulos están dispuestos de forma radial desde la pulpa hasta la unión amelo-dentinaria, esto determina la variación, según el lugar, de la concentración de túbulos en cuanto al área de superficie. De esta manera, cercano a la pulpa el área ocupada por los túbulos alcanza un 22% y cercana a la unión amelo-dentinaria, sólo un 1%.²¹ Al interior de ellos se encuentran los procesos odontoblásticos, que son extensiones citoplasmáticas de los odontoblastos localizados en la zona externa de la pulpa. De esta forma la dentina se encuentra íntimamente relacionada con la pulpa, formando el complejo pulpo-dentinario, el cual no es dissociable desde el punto de vista terapéutico.²¹ Además de los procesos odontoblásticos, el interior de los túbulos se encuentra lleno de fluido proveniente desde la pulpa, siendo esta humedad la principal característica del sustrato dentinario, además de influir directamente en el proceso de adhesión.¹²

Cada túbulo está internamente recubierto por la dentina peritubular, la cual es altamente mineralizada. Llenando los espacios entre los túbulos se encuentra la dentina intertubular, la que es menos mineralizada, pero más rica en material orgánico, jugando un rol importante en la adhesión.^{3,12,21}

En cuanto al proceso de adhesión, otro factor importante a considerar, es la formación del barro dentinario. Este se produce durante la preparación cavitaria, está compuesto por una mezcla de fibras colágenas, cristales de hidroxiapatita dañados, bacterias y detritus orgánico e inorgánico.^{13,23} Tiene un espesor de 0,5 a 5 micrones y se deposita en la superficie de la dentina, ocluyendo los túbulos dentinarios y disminuyendo la permeabilidad de la dentina en un 86%²⁰, por lo tanto, actúa como una barrera de difusión que evita el contacto íntimo entre el sistema adhesivo y el sustrato.^{24,25}

En 1979, Fusayama y cols. desarrollaron la técnica de grabado ácido total, donde se planteaba grabar esmalte y dentina con ácido fosfórico al 37% para remover el barro dentinario.²⁶ Este estudio demostró que no se producía daño pulpar y que, además, aumentaba la retención de la restauración significativamente.²⁷ Sin embargo, el procedimiento de grabado de dentina no fue aceptado completamente sino hasta inicios de los 90'.¹

El ácido remueve el barro dentinario y graba la dentina intertubular y peritubular, de esta forma ensancha los túbulos y aumenta la permeabilidad dentinaria, haciéndola más receptiva a los sistemas adhesivos.^{2,24} A su vez, al eliminar el mineral, se expone la trama de fibras colágenas, que en conjunto con el aumento de la permeabilidad tubular, posibilitan la impregnación de la resina adhesiva. De esta forma se origina la denominada "Capa híbrida".^{11,28} Este concepto fue introducido en 1982, por Nakabayashi y cols.²⁶, en su estudio rebelaron que la capa híbrida se forma por la penetración de la resina a través de los espacios ubicados entre las fibras colágenas expuestas por acción del ácido, y que tras polimerizar, queda atrapada en ellas. Además la resina penetra en los túbulos dentinarios parcialmente desmineralizados formando los tags de resina. Esta estructura mixta formada por colágeno de la dentina y la resina del adhesivo es responsable de la adhesión, dando retención al adhesivo.^{11,28,29}

Si bien es cierto, la remoción del barro dentinario favorece la adhesión porque permite la retención del adhesivo, por otro lado, se plantea que este podría proteger a la pulpa evitando la infiltración de monómeros y reduciendo la sensibilidad postoperatoria.²⁴

Frente a ambas opciones es que se han creado sistemas adhesivos destinados a remover, modificar o impregnar el barro dentinario.

Sistemas Adhesivos

Los tratamientos restauradores estéticos se realizan gracias a la interacción entre el material restaurador y la estructura dentaria, mediante el uso de sistemas adhesivos, lo que permite que la estructura dentaria y el material restaurador funcionen como una unidad.²⁹

Los sistemas adhesivos son un grupo de biomateriales de los cuales depende la mayoría de los procedimientos relacionados con las restauraciones adhesivas estéticas, por lo tanto, es uno de los puntos críticos dentro de los protocolos clínicos.³⁰

Un adhesivo es una sustancia que promueve la adhesión de un compuesto o material a otro.¹ Debido a que la estructura dentaria presenta diferentes características según su sustrato, es imposible pensar en la utilización de un solo material que permita la unión entre la Resina Compuesta y estructura dentaria¹, es por eso que se conforman los sistemas adhesivos, estos corresponden a un conjunto de materiales que permiten preparar el sustrato y lograr la compatibilización de este con la resina restauradora.³¹

Debido a que la mayoría de las resinas compuestas tienen una matriz de resina hidrofóbica, los sistemas adhesivos deben presentar grupos hidrofílicos que puedan interactuar con la superficie húmeda de la dentina y grupos hidrofóbicos que aseguren una unión con la resina compuesta. La clave de la adhesión se encuentra en el desarrollo de monómeros hidrofílicos que pueden interactuar con la masa de colágeno liberada por el grabado ácido de la dentina, a los cuales se les denomina acondicionador o primer. Luego para compatibilizar el sustrato con la resina restauradora, es necesaria la utilización de un material que se una por un lado al acondicionador y por otro a la resina, este material es el adhesivo.¹

Los adhesivos se encuentran constituidos básicamente por tres compuestos químicos; un grupo metacrilato, cuyo propósito es el de polimerizar y formar una unión covalente con la resina compuesta; un grupo espaciador que permite una óptima área de reacción con la resina compuesta y la dentina; y finalmente un

grupo funcional, cuyo rol es reaccionar con algún componente de la dentina para unirse a ella; este grupo funcional es de carácter hidrofílico y se cree que sería capaz de unirse a la superficie dentinaria.¹⁵

Con el correr de los años se ha investigado y comercializado una gran variedad de mecanismos químicos con el fin de conseguir productos que confieran una adhesión fuerte y estable a la dentina.³⁰ Debido a esto se han intentado clasificar de diferentes formas, pero la clasificación más comúnmente utilizada es la que se basa en el tratamiento dado a la dentina y la cronología de aparición de estas materiales en el mercado, separándolos en generaciones, esta clasificación fue propuesta por Kugel y Cols.³⁰

Los adhesivos desarrollados al principio, desde la primera a la tercera generación, eran relativamente ineficaces, por lo tanto, sólo se analizarán aquellos desde la cuarta generación en adelante.¹

- Adhesivos de cuarta generación:

Estos sistemas aparecen a principio de los 80' y son los primeros que consideran el grabado de la dentina para luego formar la capa híbrida.³⁰

Su aplicación consta de 3 pasos; grabado ácido, aplicación del agente imprimante y aplicación del adhesivo.²⁸

El ácido fosfórico remueve la capa de barro dentinario, expone las fibras colágenas de la dentina e incrementa la superficie y aumenta la energía superficial del esmalte. Luego es necesario lavar y secar la estructura dentaria. El paso siguiente es la aplicación el agente imprimante, que va a penetrar en la estructura desmineralizada formando la capa híbrida. Por último, se aplica el adhesivo propiamente tal.³²

Estos sistemas lograron valores de resistencia adhesiva de entre 17-25 MPa, gracias a la formación de la capa híbrida.³³

A pesar de lo anterior, la técnica es compleja por el número de pasos que conlleva, y una manipulación inapropiada en cada uno puede llevar a un fracaso clínico.^{1,3}

- Adhesivos de quinta generación:

Se desarrollaron para simplificar el número de pasos de la generación anterior, pero conservando el paso previo del grabado ácido y la formación de la capa híbrida.³³ Se combinó el agente imprimante y el adhesivo en una botella, quedando como sistema adhesivo de dos pasos.¹

Se obtuvieron valores de resistencia adhesiva a esmalte y dentina de aproximadamente 29 MPa.³⁰

Corresponde a esta generación el sistema adhesivo Adper Single Bond 2 (3M/ESPE).

Independientemente del número de pasos, la mayor desventaja de los sistemas de grabado y lavado, es el riesgo de colapsar la red colágena durante el proceso de secado de la superficie dentinaria. Al colapsar la malla de colágeno, no se produce la correcta infiltración de la resina adhesiva a través de los espacios originados por la disolución del material inorgánico, esto conlleva a una disminución de la fuerza adhesiva.³⁴ Este problema se previene manteniendo la dentina húmeda, lo cual es difícil de lograr en la práctica clínica. Debido a lo anterior, sumado a la idea de continuar simplificando la técnica adhesiva, se crearon los sistemas que eliminan la etapa de grabado, lavado y secado, debido a la incorporación de monómeros acídicos que acondicionan la estructura dentaria y conservan el barro dentinario.³² Estos sistemas se denominan autograbantes, y los primeros en aparecer fueron los adhesivos de sexta generación.

- Adhesivos de sexta generación:

Los adhesivos autograbantes reciben ese nombre debido a que no utilizan grabado ácido previo. Se caracterizan por combinar el acondicionamiento y la imprimación en un solo paso y luego, en un segundo paso, se aplica el adhesivo.

En su composición presenta monómeros ácidos que simultáneamente acondicionan e impriman la superficie dentaria, desmineralizando parcialmente el barro dentinario sin eliminarlo y generando una infiltración uniforme y completa de los polímeros en la dentina.⁴⁰ Al conservar el barro dentinario afirman reducir o eliminar la sensibilidad postoperatoria.^{9,35,36}

Por otro lado, al eliminar la etapa de lavado y secado se evita el problema del colapso de la matriz colágena producto de un secado excesivo.^{28,32}

La ventaja de estos sistemas es que permiten reducir el número de pasos y presentan poca o nula sensibilidad postoperatoria. Una gran desventaja es que presentan una menor resistencia adhesiva en esmalte en comparación a los sistemas adhesivos de grabado y lavado.³⁷

- Adhesivos de séptima generación:

Aparecen a fines del 2002 como un método más simplificado que la generación anterior, debido a que combinan todos los componentes en un solo frasco, haciendo su aplicación muy sencilla y conservando las ventajas del sistema de sexta generación.⁹

Los sistemas autograbantes presentan ventajas como la simplificación del procedimiento adhesivo, reducción del número de pasos, porque simultáneamente desmineralizan e infiltran, disminuyen la sensibilidad de la técnica, además de reducir o anular la sensibilidad postoperatoria, debido a que mantienen y modifican la capa de barro dentinario.³⁸

A pesar del aumento en la popularidad de los adhesivos autograbantes y de sus ventajas, los resultados en cuanto a la resistencia adhesiva y microfiltración ponen en duda la efectividad clínica de los sistemas adhesivos de séptima generación, debido a su inestabilidad en el tiempo al ser comparados con sistemas de tres pasos.^{30,34,38} Reafirmando lo anterior, se ha señalado que estos sistemas no han logrado superar los resultados de los sistemas adhesivos convencionales, afirmando que el grabado con ácido fosfórico previo es aún considerado el Gold standard contra cualquier nuevo material que se compare.^{16,35,36,38}

Actualmente se han desarrollado nuevos sistemas adhesivos, llamados Universales o de octava generación, los que señalan tener mejores propiedades de adhesión a esmalte y dentina y un mejor sellado marginal, además de producir poca o ninguna sensibilidad postoperatoria. La principal característica, que señalan tener, es poder ser utilizados con o sin técnica de grabado ácido previo, obteniendo los mismos resultados adhesivos. Además dicen obtener mejores o iguales resultados que los sistemas adhesivos de grabado y lavado, al ser utilizados como sistemas autograbantes.³²

Los sistemas adhesivos universales, han llegado a revolucionar el concepto tradicional de adhesión. Muchos clínicos han visto estos adhesivos como materiales que engloban las ventajas de ambos esquemas adhesivos anteriores en uno solo. Estos prometen grandes resultados, fácil manipulación, menor tiempo de trabajo clínico y la posibilidad de ser utilizados con o sin grabado ácido previo en cualquier situación clínica, con un promisorio desempeño adhesivo, además de ventajas para el paciente por la disminución o nula sensibilidad postoperatoria.⁶

Un ejemplo de estos adhesivos, corresponde al sistema adhesivo Single Bond Universal (3M/ESPE), que según el fabricante, ofrece una sencilla técnica de aplicación y está indicado tanto para restauraciones directas como indirectas, logrando una alta unión adhesiva, tanto en el modo de autograbado como de grabado total, en los tejidos dentarios.⁶

Está compuesto por:

- HEMA
- 10-MDP (10-Methacryloxydecyl Dihydrogen Phosphate): monómero de fosfato que ejerce la imprimación y grabado ácido simultáneamente.
- Resina de Dimetacrilato
- Copolímero de Vitrebond™: proporciona una unión más consistente a la dentina en condiciones húmedas o secas.
- Relleno
- Etanol: solvente
- Agua
- Iniciadores
- Silano: permite que el adhesivo se una químicamente a las superficies de cerámicas sin necesidad de utilizar una imprimación cerámica separada.⁶

Una característica importante en su composición es la presencia del 10-MDP. Según estudios, este monómero establece una unión química con los grupos carboxilos o fosfatos residuales, luego del grabado de la hidroxiapatita.³⁹ Esta adhesión podría ser relevante en la conservación de la unión a través del tiempo.⁴⁰

A pesar de la evidencia científica, aún existe la duda de que este sistema adhesivo universal se comporte de igual forma con o sin grabado ácido previo, obteniendo los mismos resultados clínicos, más aún, si esos resultados clínicos son iguales o mejores a los obtenidos con los sistemas adhesivos convencionales.

Producto de lo anterior el presente estudio buscó comparar el desempeño en el sellado marginal de restauraciones de resina compuesta utilizando un sistema adhesivo de quinta generación, Adper Single Bond 2 (3M/ESPE), con un

sistema adhesivo universal o de octava generación, Single Bond Universal (3M/ESPE), utilizándolo con y sin grabado ácido previo, como propone el fabricante, para comprobar si verdaderamente ambas modalidades de aplicación obtienen los mismos resultados.

HIPÓTESIS

Existen diferencias en el grado de sellado marginal de restauraciones realizadas con un adhesivo de octava generación utilizado con y sin grabado ácido previo y un adhesivo de quinta generación utilizado con grabado ácido.

OBJETIVO GENERAL

Determinar si existen diferencias en el grado de sellado marginal generado por sistemas adhesivos de octava generación utilizado con y sin grabado ácido total, comparándolo con un sistema adhesivo de quinta generación.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1.- Determinar el grado del sellado marginal, obtenido en restauraciones, utilizando sistema adhesivo de quinta generación con grabado ácido total.
- 2.- Determinar el grado del sellado marginal, obtenido en restauraciones, utilizando sistema adhesivo de octava generación con grabado ácido total.
- 3.- Determinar el grado del sellado marginal, obtenido en restauraciones, utilizando sistema adhesivo de octava generación sin grabado ácido total.
- 4.- Analizar comparativamente el grado de sellado marginal generado por ambos sistemas adhesivos.

MATERIAL Y MÉTODO.

Diseño: Diseño de estudio experimental.

Este trabajo experimental se realizó en el Laboratorio de Simulación Clínica de la Facultad de Odontología de la Universidad Finis Terrae.

En la realización de este estudio se utilizaron 80 terceros molares sanos, con indicación de exodoncia, recientemente extraídos. Los dientes fueron donados por pacientes atendidos en la clínica de Odontología de la Universidad Finis Terrae, luego de leer y firmar un consentimiento informado.

A los molares utilizados en el estudio se les retiró los restos de ligamento periodontal con cureta Gracey Hu-Friedy Universal, luego se conservaron en una solución de suero fisiológico con formalina al 2% en un recipiente cerrado, con el objetivo de mantenerlos hidratados hasta realizar la etapa experimental.

Para la confección de los cuerpos de prueba, se realizaron 2 preparaciones cavitarias, una vestibular y otra lingual y/o palatina con dimensiones estandarizadas de 4 mm en sentido mesio-distal, 3 mm en sentido corono-apical y 3 mm de profundidad. Estas preparaciones fueron realizadas por un operador y fueron ubicadas en el tercio medio de la cara en cuestión, a 1mm hacia coronal del límite amelocementario, dejando la pared axial en dentina.

En esta etapa se formaron dos grupos de 40 molares cada uno.

Grupo 1: En la cara vestibular se realizaron restauraciones de resina compuesta utilizando el sistema adhesivo Single Bond Universal (3M/ESPE) con grabado ácido previo. En la cara palatina/lingual se realizó restauraciones de resina compuesta utilizando el sistema adhesivo Adper Single Bond 2 (3M/ESPE) como control.

Grupo 2: En la cara vestibular se realizaron restauraciones de resina compuesta utilizando el sistema adhesivo Single Bond Universal (3M/ESPE) sin grabado ácido previo. En la cara palatina/lingual se realizó restauraciones de resina compuesta utilizando el sistema adhesivo Adper Single Bond 2 (3M/ESPE) como control.

Protocolo de adhesión para Single Bond Universal (3M/ESPE)

1. Con grabado ácido previo:

- Grabado ácido del esmalte con ácido fosfórico al 35% en gel por 10 segundos, lavado y secado.

- Grabado de esmalte y dentina con ácido fosfórico al 35% en gel por 10 segundos, lavado con spray y secado con papel absorbente.
- Aplicación del adhesivo con microbrush frotando por 20 segundos.
- Aplicación de aire por 5 segundos.
- Fotoactivación por 20 segundos.

2. Sin grabado ácido previo:

- Aplicación del adhesivo con microbrush, frotando por 20 segundos. Luego se aplica aire.
- Se aplica una segunda capa de adhesivo, frotando por 20 segundos.
- Aplicar aire por 5 segundos.
- Fotoactivación por 20 segundos.

Protocolo de adhesión para Adper Single Bond 2 (3M/ESPE)

- Grabado ácido del esmalte con ácido fosfórico al 35% en gel por 10 segundos, lavado y secado.
- Grabado de esmalte y dentina con ácido fosfórico al 35% en gel por 10 segundos, lavado con spray y secado con papel absorbente.
- Aplicación de la primera capa de adhesivo con microbrush frotando por 20 segundos.
- Aplicación de aire por 10 segundos.
- Aplicación de la segunda capa de adhesivo con microbrush frotando por 10 segundos.
- Aplicación de aire.
- Fotoactivación por 20 segundos.

Luego de esto, todas las preparaciones fueron restauradas con resina compuesta Filtek™ Z350 (3M/ESPE) utilizando la técnica incremental.



Fotografía N°1: Tercer molar, debidamente marcado en el lado donde fue realizada la restauración de resina compuesta con el adhesivo universal con grabado ácido previo.

Una vez terminadas las restauraciones, se sellaron los ápices utilizando vidrio ionómero de restauración Ketac™ Molar Easymix (3M/ESPE), en aquellos dientes con apertura mayor a 1mm, con el propósito de evitar filtración del agente marcador por otras vías distintas al margen de las restauraciones.

Posteriormente, se aplicó en toda la superficie radicular una capa de cianoacrilato y luego dos capas de esmalte de uñas, dejando expuesta sólo la restauración. Por último, se cubrió con acrílico Marche de autocurado la corona y la raíz, dejando libre la restauración.

Para evaluar el sellado marginal, medido según el porcentaje de penetración del agente marcador en la interfaz diente-restauración, se sometieron las muestras a un proceso de termociclado. El proceso consistió en la exposición de las muestras a 100 ciclos entre 3°-5°C y 60°-65°C, manteniendo los especímenes 30 segundos en cada baño térmico de 300 ml de una solución acuosa de azul de metileno al 1%, y temperándose a 23°C durante 10 segundos antes de cambiar de un baño a otro. Este baño térmico con azul de metileno es el agente marcador de la microfiltración en la interfaz diente-restauración. Una vez terminado el termociclado, las muestras fueron lavadas para retirar el exceso de colorante.

A continuación, se realizó el corte de la raíz de los dientes con disco diamantado para dejar solo la corona. Luego se hicieron cortes en sentido coronal de la muestras con discos diamantados, abarcando las dos restauraciones realizadas, con el fin de exponer la interfaz diente-restauración y evaluar la penetración del agente marcador.



Fotografía N°2: Pieza dentaria luego de su corte transversal a nivel del límite amelodentinario y posterior corte sagital. Se aprecian las restauraciones de resinas realizadas en vestibular y lingual/palatino.

Por último, se observó y midió en un microscopio óptico con aumento de lupa, la distancia recorrida en la interfase, por el agente marcador. Esta medida se llevó a porcentaje de infiltración en relación a la longitud total de la restauración hasta la pared axial. Los resultados fueron tabulados y luego analizados estadísticamente.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos de Filtración Marginal fueron tabulados y se presentan a continuación.

Cabe señalar que fueron eliminados 7 cuerpos de prueba, debido a que se produjo filtración del medio marcador por un sitio diferente a la interfaz diente-restauración, teniendo toda la dentina.

Tabla N° 1: Porcentaje de Microfiltración de las resinas compuestas realizadas utilizando adhesivo de quinta generación y adhesivo de octava generación sin grabado ácido previo.

N° de Muestra	% Filtración 5°	% Filtración 8°
1	14	9
2	15	10
3	12	16
4	15	17
5	22	23
6	21	19
7	18	20
8	21	30
9	13	34
10	7	20
11	22	22
12	14	25
13	15	24
14	22	24
15	23	33
16	33	22
17	10	24
18	4	11
19	26	32
20	11	17
21	14	11
22	12	25
23	24	12
24	24	17
25	16	20
26	16	13
27	12	35
28	13	23
29	10	30
30	20	16
31	11	24
32	12	25
33	12	31
34	21	25
35	16	15
36	14	29
37	25	20
38	15	24
39	18	22
Promedio (%)	16,501	21,748

Tabla N° 2: Porcentaje de Microfiltración de las resinas compuestas realizadas utilizando adhesivo de quinta generación y adhesivo de octava generación con grabado ácido previo.

N° de Muestra	% Filtración 5°	% Filtración 8°
1	25	30
2	13	11
3	13	7
4	25	12
5	15	9
6	29	19
7	23	5
8	14	16
9	28	10
10	29	11
11	24	21
12	18	2
13	23	3
14	11	14
15	39	25
16	23	7
17	14	6
18	24	15
19	19	22
20	19	20
21	13	0
22	12	0
23	24	10
24	3	12
25	15	5
26	10	14
27	20	15
28	12	18
29	22	3
30	23	10
31	19	7
32	22	6
33	13	22
34	18	20
Promedio (%)	19,277	11,961

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Filtración Marginal, Sistema adhesivo de 8° generación sin grabado ácido previo.

Los datos se sometieron primeramente a estudios de análisis estadístico descriptivo que permiten tener una aproximación de la estructura de los datos en cada uno de los tratamientos estudiados. En segundo término se realizó el análisis inferencial a través de la prueba de T test.

El nivel de significación empleado en todos los casos fue de $\alpha = 0,05$.

Tabla N°3: Prueba de normalidad del estudio.

Pruebas de normalidad				
Adhesivo		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Filtración marginal	5° generación con grabado ácido	,964	39	,239
	8° generación sin grabado ácido	,971	39	,393

La distribución normal de los datos de los grupos en estudio, es uno de los requisitos para poder utilizar el test inferencial t test. Es por esto que, el primer paso es realizar una prueba de normalidad, debido al número de muestras, el test utilizado es el de Shapiro Wilk (menos de 50 muestras indican el uso de este test). La tabla indica que en ambos grupos estudiados el nivel de significancia es mayor a 0,05, por lo tanto, se ratifica la distribución normal de los datos (la hipótesis nula se refiere a que “existe distribución normal de los datos” y esta es ratificada por los resultados mostrados en la tabla).

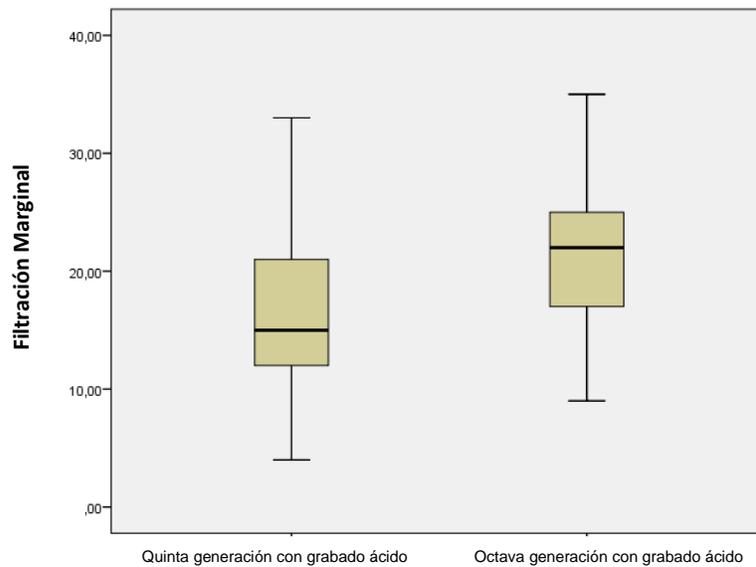
Tabla N°4: Análisis estadístico descriptivo.

Descriptivos			
Adhesivo			Estadístico
Filtración marginal	5° generación con grabado ácido	Media	16,4872
		Mediana	15,0000
		Varianza	34,467
		Desv. típ.	5,87085
	8° generación sin grabado ácido	Media	21,7692
		Mediana	22,0000
		Varianza	47,498
		Desv. típ.	6,89188

En la segunda tabla se muestran valores estadísticos descriptivos, en ella se observa que la media y mediana del grupo “octava generación sin grabado ácido” es superior.

Los datos de esta tabla son representados en el gráfico de cajas y bigotes, y ratificándose en ellos el análisis antes descrito.

Gráfico N° 1: Análisis estadístico descriptivo, representado en el gráfico de cajas y bigotes.



Para realizar el análisis inferencial utilizamos el Test Student, uno de los requisitos para realizar este análisis inferencial es que exista distribución normal de los valores de los grupos en estudio, requisito ratificado con el test de Shapiro Wilk.

Otro requisito es que la variable independiente debe ser Nominal, estas variables corresponden a los dos grupos denominados “Adhesivos de quinta y octava generación”

El último requisito es que la variable dependiente, es decir los valores de “filtración marginal”, debe ser numérica.

Tabla N°5: Prueba de muestras independientes.

Prueba de Muestras Independientes						
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias		
		F	Sig.	t	Gl	Sig. (bilateral)
Filtración marginal	Se han asumido varianzas iguales	,763	,385	-3,644	76	,000
	No se han asumido varianzas iguales			-3,644	74,126	,000

En este caso asumimos varianzas iguales de los grupos estudiados (debido a que el valor es 0,385), el nivel de significancia del T test es 0,00, el cual es menor a 0,05, lo que indica que los grupos estudiados presentan diferencias significativas. Es decir, los valores de “filtración marginal” de los grupos estudiados presentan diferencias estadísticamente significativas.

Filtración Marginal, sistema adhesivo de 8° generación con grabado ácido.

Los datos se sometieron primeramente a estudios de análisis estadístico descriptivo que permiten tener una aproximación de la estructura de los datos en cada uno de los tratamientos estudiados. En segundo término se realizó el análisis inferencial a través de la prueba de T test.

El nivel de significación empleado en todos los casos fue de $\alpha = 0,05$.

Tabla N°6: Prueba de normalidad del estudio.

Pruebas de normalidad				
Adhesivo		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Filtración marginal	5° generación con grabado ácido	,966	34	,351
	8° generación con grabado ácido	,972	34	,526

La distribución normal de los datos de los grupos en estudio, es uno de los requisitos para poder utilizar el test inferencial t test. Es por esto que, el primer paso es realizar una prueba de normalidad, debido al número de muestras, el test utilizado es el de Shapiro Wilk (menos de 50 muestras indican el uso de este test). La tabla indica que en ambos grupos estudiados el nivel de significancia es mayor a 0,05, por lo tanto, se ratifica la distribución normal de los datos (la hipótesis nula se refiere a que “existe distribución normal de los datos” y esta es ratificada por los resultados mostrados en la tabla).

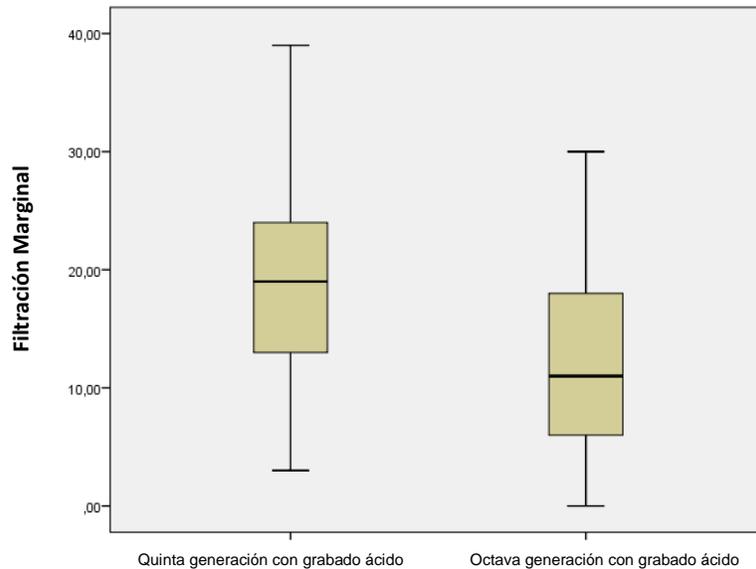
Tabla N°7: Análisis estadístico descriptivo.

Descriptivos			
Adhesivo			Estadístico
Filtración marginal	5° generación con grabado ácido	Media	19,2353
		Mediana	19,0000
		Varianza	49,579
		Desv. típ.	7,04126
	8° generación con grabado ácido	Media	11,9706
		Mediana	11,0000
		Varianza	55,969
		Desv. típ.	7,48123

En la segunda tabla se muestran valores estadísticos descriptivos, en ella se observa que la media y mediana del grupo “octava generación con grabado ácido” es inferior.

Los datos de esta tabla son representados en el gráfico de cajas y bigotes y ratificándose en ellos el análisis antes descrito.

Gráfico N° 2: Análisis estadístico descriptivo, representado en el gráfico de cajas y bigotes.



Para realizar el análisis inferencial utilizamos el Test Student, uno de los requisitos para realizar este análisis inferencial es que exista distribución normal de los valores de los grupos en estudio, requisito ratificado con el test de Shapiro Wilk.

Otro requisito es que la variable independiente debe ser Nominal, estas variables corresponden a los dos grupos denominados “Adhesivos de quinta y octava generación”

El último requisito es que la variable dependiente, es decir los valores de “filtración marginal”, debe ser numérica.

Tabla N°8: Prueba de muestras independientes.

Prueba de muestras independientes						
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias		
		F	Sig.	t	Gl	Sig. (bilateral)
Filtración marginal	Se han asumido varianzas iguales	,228	,635	4,123	66	,000
	No se han asumido varianzas iguales			4,123	65,759	,000

En este caso asumimos varianzas iguales de los grupos estudiados (debido a que el valor es 0,635), el nivel de significancia del T test es 0,00, el cual es menor a 0,05, lo que indica que los grupos estudiados presentan diferencias significativas. Es decir, los valores de “filtración marginal” de los grupos estudiados presentan diferencias estadísticamente significativas.

DISCUSIÓN

El desarrollo de las técnicas adhesivas se ha enfocado en la búsqueda de mejorar la unión diente-restauración. La mayor parte de las restauraciones, ya sean directas o indirectas, son adheridas micromecánicamente a la estructura dental, en lugar de retenerlas por su diseño cavitario, de allí la importancia de este procedimiento para lograr una adecuada retención del material restaurador.

Hoy en día parece lejano conseguir los objetivos de la adhesión en cuanto a una unión íntima y sellado perfecto entre el diente y la restauración. Muchos o prácticamente en todos los estudios de filtración, los autores llegan a la conclusión de que independientemente del sistema adhesivo, el anular totalmente la filtración, sea micro o nano filtración es hoy por hoy muy difícil.³¹ La microfiltración se inicia en el borde cavo-superficial de una restauración de resina compuesta, y es en ese lugar en donde debemos asegurar un correcto sellado marginal para permitir una resistencia adhesiva suficiente que logre contrarrestar los efectos de la contracción y cambios dimensionales térmicos de la resina compuesta, logrando así una restauración que evite el paso de sustancias a través de la interfaz diente-restauración.

Actualmente existe un nuevo sistema adhesivo, denominado universal. En su composición presenta monómeros acídicos, lo cual hace posible utilizarlo como un sistema adhesivo autoacondicionante, además de poder ser utilizado como un sistema adhesivo de grabado ácido total. Este sistema dice ser mejor que sus antecesores al ser utilizado con cualquiera de sus protocolos de aplicación, sin embargo, al ser muy nuevos, no existe suficiente evidencia de estudios que avale su real comportamiento clínico.

En el presente estudio se analizó comparativamente un tipo de adhesivo universal con su antecesor de uso con la técnica de hibridación convencional, midiendo el grado de microfiltración marginal obtenido en restauraciones de resina compuesta realizadas aplicando el adhesivo Single Bond Universal (3M/ESPE) con y sin grabado ácido previo y el convencional, Adper Single Bond 2 (3M/ESPE) siguiendo las instrucciones del fabricante.

Los resultados obtenidos en este estudio muestran que, si bien ambos tipos de sistemas adhesivos sufrieron microfiltración marginal, existen diferencias importantes en sus resultados.

El sistema adhesivo Single Bond Universal (3M/ESPE) al ser utilizado sin grabado ácido total previo, obtuvo mayores porcentajes de microfiltración que el adhesivo convencional. Estudios indican que los adhesivos autograbantes convencionales no presentan buena adhesión a esmalte, porque los monómeros acídicos presentes en su composición, no producen el mismo grado de profundidad de grabado que el ácido fosfórico al 37%.^{4,25,28,34,38} Otros estudios morfológicos de grabado en esmalte han demostrado que el ácido fosfórico produce una penetración mayor que los sistemas adhesivos autograbantes.⁴¹ De esta manera el patrón de grabado superficial del esmalte y la consecuente reducción de retención micromecánica pondría en riesgo la adhesión al esmalte provocando así una baja resistencia adhesiva y un aumento en la microfiltración.⁴² Una explicación de por qué se produciría disminución de filtración marginal en esmalte luego de grabarse con ácido fosfórico, es el aumento de la microporosidad de la superficie, resultando esto en una mayor trabazón y retención micromecánica.

Dentro de nuestros resultados, también se encontró que el sistema adhesivo Single Bond Universal (3M/ESPE) utilizado con grabado ácido total previo, logró menores porcentajes de microfiltración que el sistema adhesivo convencional utilizado también con el mismo procedimiento de grabado.

Varios estudios han señalado el potencial beneficio de grabar el esmalte con ácido fosfórico previo a la aplicación del adhesivo autograbante,^{16,34,43,44,45} por lo que combinar el pre acondicionamiento con ácido fosfórico y los monómeros acídicos del autograbante ofrecería una hibridación de alta calidad y buena fuerza adhesiva en la superficie del esmalte.⁴⁶ Braquett y Cols. concuerdan con lo anterior, dado que en sus estudios se reportó una disminución significativa en la filtración marginal en restauraciones Clase V, utilizando grabado ácido previo del esmalte.⁴⁷

Van Meerbeeck y Cols. reportaron que al no aplicarse grabado ácido previo en esmalte, al utilizar sistema adhesivo autograbante se obtenían más defectos marginales en el esmalte en las preparaciones para resina Clase V, lo que traería como consecuencia la futura microfiltración de la restauración.⁴⁸

Estudios de Luhrs y Cols. demostraron que el grabado ácido previo del esmalte aumenta significativamente la fuerza adhesiva al ser sometida al test de cizalla.⁴⁹

Ibañez y Cols. realizaron un análisis descriptivo in vitro al microscopio electrónico de barrido de la interfase de restauraciones realizadas con Single Bond Universal (3M/ESPE) con y sin grabado ácido previo y se observó en esmalte una menor penetración del adhesivo al ser utilizado con su esquema de autograbado; en dentina en cambio, se observó una capa híbrida de menor espesor y tags de resina de menor longitud.⁵⁰ En cambio Barrientos y Cols. evaluando otro sistema adhesivo Universal (Peak Universal Bond, Ultradent) utilizado con y sin grabado ácido previo, observaron la existencia de una íntima unión entre la estructura dentaria y la restauración, no existiendo así diferencias morfológicamente significativas.⁵¹

Bevensee y Cols. al microscopio electrónico de barrido, observaron la unión a dentina de restauraciones de resina compuesta realizadas con XP Bond (Dentsply) utilizado con y sin grabado ácido previo y concluyeron que al utilizar ácido fosfórico existía unión visible continua entre el material y el tejido dentario, con formación de numerosos tags de resina dentro de los túbulos expuestos por la acción del ácido. En cambio en el modo de autograbante se observó una brecha entre el diente y la restauración con ausencia de tags de resina.⁵² De acuerdo a esto, se podría inferir que la presencia del barro dentinario impediría la correcta penetración del adhesivo en la dentina, esto concuerda con lo dicho por Muñoz y Cols. estos exponen que la capa de barro dentinario constituye una barrea física que hace muy difícil la unión y formación de la capa híbrida para lograr una perfecta integración con la dentina. En ese estudio también se compararon varios sistemas adhesivos universales con el sistema adhesivo de quinta generación, y

se afirma que los sistemas adhesivos universales se comportan de manera inferior en cuanto a adhesión a dentina que los sistemas de quinta generación como el Adper Single Bond 2 (3M/ESPE).³²

Estos resultados difieren con los obtenidos en el presente estudio, en donde se logró menores porcentajes de microfiltración en la utilización del sistema adhesivo universal con grabado ácido previo, al compararlo con el sistema de quinta generación.

Cabezas y Cols. evaluaron la filtración marginal en restauraciones realizadas con sistema adhesivo autograbante XP Bond™ con y sin grabado ácido total. En su estudio se determinó que las restauraciones realizadas con grabado ácido previo, presentaron menor microfiltración que las restauraciones que utilizaron el mismo adhesivo bajo la técnica de autograbado, lo que concuerda con nuestros hallazgos.⁵³

Khosravi y Cols. también concluyen que los adhesivos autograbantes de un paso necesitan tratamiento previo de los márgenes del esmalte con ácido fosfórico para lograr un sellado efectivo.⁵⁴

Una de las cualidades de los sistemas adhesivos autograbantes es presentar monómeros acídicos en su composición. Estos son ésteres de alcoholes bivalentes con ácido metacrílico o fosfórico, como por ejemplo el 10-MDP.²⁸ Este componente tiene como característica presentar adhesión química al calcio de la hidroxiapatita. La interacción química entre la hidroxiapatita y este monómero determina una mayor fuerza adhesiva comparándola con los adhesivos que se basan en la adhesión micromecánica solamente, como lo demuestran los estudios de Marchesi y Cols.³⁸

Mena-Serrano y Cols. agrega que además de la unión química entre el esmalte y el 10-MDP el grabado ácido previo podría contribuir a una retención micromecánica adicional.³⁴

Yoshida, sostiene que al utilizar sistema adhesivos con 10-MDP en su composición se logra una adhesión química adicional y mejor, ya que existe presencia de hidroxapatita residual en la fibras colágenas. Esto podría contribuir a una estabilidad y longevidad de la restauración a largo plazo.^{39,55}

De acuerdo a los diferentes estudios expuestos y los resultados obtenidos en la presente investigación se podría afirmar que al acondicionar previamente la pieza dentaria con ácido fosfórico al 37%, se lograría una mejor unión de los sistemas adhesivos autograbantes al tejido dentario.

CONCLUSIÓN

De acuerdo a la metodología utilizada y resultados obtenidos en el presente estudio, podemos concluir que:

1.- El adhesivo Single Bond Universal (3M/ESPE), obtuvo los menores porcentajes de microfiltración al ser aplicado con la técnica de grabado ácido total, en comparación con el sistema adhesivo de quinta generación, con diferencias estadísticamente significativas.

2.- El adhesivo Single Bond Universal (3M/ESPE), al ser utilizado como autoacondicionante, presentó una mayor microfiltración marginal en comparación con el sistema adhesivo de quinta generación, con diferencias estadísticamente significativas.

3.- Por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada, “existen diferencias en el grado de sellado marginal de restauraciones realizadas con adhesivo de octava generación con y sin grabado ácido previo y un adhesivo de quinta generación”.

BIBLIOGRAFÍA

1. Phillips R. La Ciencia de los Materiales Dentales de Skinner. 8ª.ed. Interamericana: México; 1988.
2. Craig R, O' Brien W, Powers Y. Materiales dentales, propiedades y manipulación. 6ª.ed. EE.UU: Mosby C.; 1996.
3. Swift EJ, Perdigao J, Heymann HO. Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art. Quint. Int. 1995; 26(2): 95-110.
4. Monsalves S, Bader M, Astorga C. Evaluación del Grado de Adhesión a la Dentina de Dos Tipos de Adhesivos de Uso Clínico Actual. Revista Dental de Chile. 2011; 102(1): 4-12.
5. Bowen RL. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. J Am Dent Assoc. 1963; 66: 57-64
6. Manual Single Bond Universal 3M/ESPE [Internet] (Consultado en septiembre 2013). Disponible en :
http://solutions.3mae.ae/wps/portal/3M/en_AE/3M_ESPE/DentalManufacturers/Products/DentalRestorativeMaterials/DentalBonding/Dental-Adhesive/
7. Mariné A, Stanke F, Urzua I. Caries: Tratamiento de una enfermedad infectocontagiosa. Santiago de Chile: Asignatura de Operatoria, Facultad de Odontología U. de Chile; 1997.
8. Hervás A, Martínez MA y cols. Resinas compuestas: Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. Med. oral Patol. Oral Cir.Bucal. 2006; 11(2): 215-220.

9. Amaral C. et al. Microleakage of hydrophilic adhesive systems in Class V composites restorations. *Am. J.Dent.* 2001; 14(1): 31-33.
10. Macchi R. *Materiales Dentales*. Buenos Aires: Panamericana; 2009.
11. Bader M, Astorga C. y cols. *Biomateriales Dentales*. Tomo I. Santiago, Chile: U. de Chile; 1996.
12. Fuentes MV. Propiedades Mecánicas de la Dentina Humana. *Av. Odontoestomatol.* 2004; 20-2: 79-83.
13. Barrancos M. *Operatoria Dental*. 3ª.ed. Argentina: Médica Panamericana; 1999.
14. O'Heefe KL, Powers JM. Adhesion of Resin Composite Core Materials to Dentin. *Int. J. Prosthodont.* Sep-Oct. 2001; 14(5): 451-456.
15. Llena P, Forner MC. Relación de la permeabilidad dentinaria con los nuevos sistemas adhesión dentinaria. *Electronic Journal of Dental Reseach.* 1997; (2): 105-110
16. Waldman GL. Microleakage and Resin-to-Dentin Interfase Morphology of Pre-Etching versus Self-Etching Adhesive Systems. *The Open Denstristry Journal.* 2008; 2: 120-125.
17. Van Meerbeek B, Perdigao J, Vanherle G. The Clinical Performance of Adhesives. *Journal of Dentistry.* 1998; 26 (1):1–20.

18. Aguirre A, Mery C, Montenegro, M. Histología y Embriología del Sistema Estomatognático. Santiago, Chile: Facultad de Odontología Universidad de Chile;1986.
19. Featherstone JDB. Dental caries: a dynamic disease process. University of California, San Francisco, USA. Australian Dental Journal. 2008; 53 (3): 286-291.
20. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. J. Dent. Restaurada. Dec 1955; 34(6): 849-53.
21. Carvalho RM, Tjäderhane L. Dentin as a Bonding Substrate. Endodontic topics. 2012; 21: 62-88.
22. Tjäderhane L, Carrilho MR. Dentin basic structure and composition – an overview. Endodontic topics. 2012; 20: 3-29.
23. Kugel G, Ferrari M. The science of bonding: from first to sixth generation". JADA. 2000; 131: 20-25.
24. Tay F, Pashley D. Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I: Depth of penetration beyond dentin smear layers. Dent. Mater. 2001; 17(4): 296-308.
25. Swift EJ. Dentin/ Enamel adhesives: review of the literature. Pediatric Dentistry. 2002; 24(5): 456-461.
26. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. Journal of Biomedical Materials Research. 1982; 16: 265-72.

27. Fusayama T. Non-pressure restorative adhesive system. *J Dent Res.* 1979; 58: 1363-1370.
28. Aguilera A, y Cols. Sistemas adhesivos de autograbado. *Revista Dental de Chile.* 2001; 92(2): 23- 28.
29. Camps I. La evolución de la adhesión a dentina. *Av. Odontoestomatol.* 2004; 20(1): 11-17.
30. Parra M, Garzón H. Self-etching adhesive systems, bond strength and nanofiltration: a review. *Rev Fac Odontol Univ Antioq.* 2012; 24(1): 133-150.
31. Hernández M. Aspectos prácticos de la adhesión a dentina. *Av. Odontoestomatol.* 2004; 20-1: 19-32.
32. Muñoz MA, et al. Immediate bonding properties of universal adhesives to dentine. *Journal of Dentistry.* 2013; 41: 404-411.
33. Carrillo S. Dentina y adhesivos dentinarios. Conceptos actuales. *Escuela de Odontología de la Universidad de Michigan.* 2006; 63(2): 45-51.
34. Mena-Serrano A. et al. A New Universal Simplified Adhesive: 6-Month Clinical Evaluation. *Journal of Estetic and Restorative Dentistry.* 2013; 25: 55-69.
35. Gagliardi RM, Alvear RP. Evaluation of microleakage using different bonding agents. *Oper Dent.* Nov-Dec 2002; 27(6): 582-6.
36. Banomyong D, Palamara JEA, Messer HH, Burrow MF. Sealing ability of occlusal resin composite restoration using four restorative procedures. *Eur J Oral Sci.* 2008; 116: 571-578.

37. Frankenberger R, Perdigao J, Rosa BT, Lopes M. No-bottle v/s Multi-bottle dentin adhesives- a microtensile bond strength and morphological study. *Dental Materials*. 2001; 17: 373-80.
38. Marchesi G, et al. Adhesive performance of a multi-mode adhesive system: 1-Year in vitro study. *Journal of Dentistry*. 2013. (Consultado en Enero 2014). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2013.12.008>.
39. Yoshida Y, Nagakane K. et al. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. *Journal of Dental Research*. 2004; 83: 454-6.
40. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt KL. State of art of self-etch adhesives. *Dental Material*. 2011; 27: 17-28.
41. Perdigao, J. Geraldeli, S. Bonding Characteristics of Self-etching Adhesives to Intact versus Prepared Enamel. *J. Esthet. Dent*. 2003; 15: 32-42.
42. Manuja, N. Nagpal, R. Resin-Tooth Interfacial Morphology and Sealing Ability of One-Step Self-etch Adhesives: Microleakage and Semiincluida Study. *Microscopy Research and Technique*. 2012; 75: 903-903.
43. Perdigão J. New developments in dental adhesion. *Dent. Clin. North. Am*. 2007; 51(2): 333-57.
44. Nagpal R. Manuja, N. In vitro bonding effectiveness of self-etch adhesives with different application techniques: A microleakage and scanning electro microscopic study. *J Conserv Dent*. 2011; 14: 258-263.

45. Edward J, Swift. Options for dentin/enamel bonding: Part III. Journal of Dental Research. 2005; 84:355-9.
46. Guilherme, MC. Influence of Phosphoric Acid Pretreatment on Self-Etching Bond Strengths. J Esthet Dent. 2004; 16: 33-41.
47. Brackett MG, Brackett WW. Microleakage of class V resin composites placed using self-etching resin: Effect of prior enamel etching. Quint Inter. 2006; 37: 109-13.
48. Van Meerbeek B, Kanumilli P. A randomized controlled study evaluating the effectiveness of a two-step self-etch adhesive with and without selective phosphoric-acid etching of enamel. Dent Mater. 2005; 21: 375-83.
49. Luhrs AK, Guhr S. Shear bond strength of self-etch adhesive to enamel with additional phosphoric acid etching. Oper Dent. 2008; 33: 155-62.
50. Ibáñez M. Análisis descriptivo in vitro al microscopio electrónico de barrido de la interfase de restauraciones realizadas con Single Bond Universal ® con y sin grabado ácido previo. Trabajo de investigación requisito para optar al título de cirujano-Dentista. Santiago, Chile: Facultad de Odontología, Universidad de Chile; 2012.
51. Barrientos C. Análisis descriptivo al microscopio electrónico de barrido de la interfase diente-restauración utilizando el adhesivo Peak Universal Bond con y sin grabado ácido previo (Estudio in vitro). Trabajo de investigación requisito para optar al título de cirujano-Dentista. Santiago, Chile: Facultad de Odontología. Universidad de Chile. 2012.
52. Bevensee I. Estudio descriptivo in vitro, al microscopio electrónico de barrido, de la unión a dentina de restauraciones de resina compuesta

realizadas con el sistema adhesivo XP BOND con y sin grabado ácido previo. Trabajo de investigación requisito para optar al título de cirujano-Dentista. Santiago, Chile: Facultad de Odontología. Universidad de Chile. 2012.

53. Cabezas J. Análisis comparativo in vitro del grado de filtración marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con el sistema adhesivo XP BOND™ utilizado con y sin grabado ácido total. Trabajo de investigación requisito para optar al título de cirujano-Dentista. Santiago, Chile: Facultad de Odontología. Universidad de Chile. 2012.

54. Khosravi K. Effect of phosphoric acid etching of enamel margins on the microleakage of a simplified all-in-one and self-etch adhesive system. Oper Dent. 2009; 34: 531-36.

55. Yoshida Y, Van Meerbeek B, et al. Evidence or chemical bonding of biomaterial-hard tissue interfaces. Journal of Dental Research. 2000; 79: 709-14.