



UNIVERSIDAD FINIS TERRAE
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA

COMPORTAMIENTO HIDROFÍLICO E HIDROFÓBICO DE UN ADHESIVO UNIVERSAL Y UNO DE 5TA GENERACIÓN AL DUPLICAR LOS TIEMPOS DE FOTOACTIVACIÓN

FRANCISCA GLEBOFF JIMÉNEZ.

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

Tutor principal: Dr. Marcelo Bader Mattar.

Santiago, Chile

2015

AGRADECIMIENTOS

Los agradecimientos van exclusivamente a mi tutor el Dr. Marcelo Bader, quien con su paciencia, persistencia, amabilidad y vocación hizo posible la elaboración del presente estudio.

ÍNDICE

Introducción.....	Pág. 1
Marco teórico.....	Pág. 3
Hipótesis.....	Pág. 19
Objetivo general.....	Pág. 19
Objetivos específicos.....	Pág. 19
Materiales y método.....	Pág. 20
Resultados.....	Pág. 26
Análisis de resultados.....	Pág. 30
Discusión.....	Pág. 34
Conclusiones.....	Pág. 37
Bibliografía.....	Pág. 38

RESUMEN

La presente investigación corresponde a un estudio descriptivo In Vitro, desarrollado con la finalidad de comparar los ángulos de contacto formados por gotas de agua, adhesivo convencional (One Coat Bond SL) y adhesivo universal (All Bond Universal) en contacto con la dentina, para determinar el grado de hidrofiliidad de los sistemas adhesivos y además comparar los ángulos de contacto formados por gotas de agua sobre superficies dentinarias tratadas con adhesivos convencional y universal de cada marca comercial, aplicando el tiempo de fotoactivación recomendada por el fabricante y al doble de tiempo.

Para el presente estudio se obtuvieron y almacenaron en suero fisiológico 49 terceros molares libres de caries, a los cuales se les realizó un cajón oclusal de 3mm de profundidad para homogeneizar la profundidad dentinaria y posteriormente un corte con disco diamantado de grano medio (Stoddard, Garden City Hertfordshire, UK) primero a nivel del piso cavitario y luego un corte longitudinal para obtener superficies palatinas/linguales y vestibulares, con el objetivo de obtener 98 muestras dentarias (18 de control y 80 experimentales). Luego, en el Laboratorio de Preclínico de la facultad de Odontología de la Universidad Finis Terrae, se dividieron aleatoriamente las muestras en varios grupos conformados por; 6 muestras para aplicación de gotas de agua, 6 muestras para aplicación de adhesivo convencional, 6 muestras para aplicación de adhesivo universal, 20 muestras para aplicación de gotas de agua sobre adhesivo convencional fotoactivado según fabricante, 20 muestras para aplicación de gotas de agua sobre adhesivo universal fotoactivado según fabricante, 20 muestras para realizarlo con adhesivo convencional al doble del tiempo según fabricante y 20 muestras restantes para realizarlo con adhesivo universal al doble de tiempo. Una vez realizada cada aplicación se tomó un registro fotográfico después de 30 seg. con una cámara Nikon modelo P510 (Nikon,Tokio, Japón) sobre una superficie fija, luego las fotografías se traspasaron a un computador y se midieron los ángulos de contacto formados con un programa llamado Onde Rulers.

Los resultados obtenidos fueron sometidos a análisis estadístico mediante las pruebas de GraphPad Prism 5.0, Shapiro-Wilk y ANOVA tanto de 1 vía como de 2 vías, lo cual arrojó diferencias significativas de manera que al aplicar los adhesivos y antes de ser fotoactivados, el adhesivo universal All Bond Universal posee mayor hidrofiliidad sobre dentina que la que posee el agua y que el adhesivo universal All Bond Universal posee mayor hidrofobicidad que la alcanzada por el adhesivo convencional One Coat Bond SL. Estas diferencias se pueden atribuir principalmente a la diferencia en la composición química de cada uno de los adhesivos en estudio.

INTRODUCCIÓN

La Odontología restauradora se preocupa de rehabilitar las piezas dentarias en pacientes con la presencia de patologías tales como caries, traumas, cambios de color, anomalías congénitas, etc.⁽¹⁾ Los objetivos que se buscan lograr con la rehabilitación de las piezas dentarias afectadas, son: estética, recuperar la forma anatómica y función, generar protección biomecánica del remanente dentario y sellado marginal.⁽¹⁾

Para lograr dichos objetivos, se deben utilizar diversos tipos de materiales restauradores, dentro de los cuales, uno de los más utilizados es la resina compuesta.⁽¹⁾ Sin embargo, este material presenta algunas falencias producto de la contracción por polimerización generada durante el endurecimiento de la resina, lo que se ve agravado por su falta de adhesión a la estructura dentaria.⁽²⁾ Para solucionar estos inconvenientes se han desarrollado nuevos sistemas adhesivos, que permiten conseguir un complejo de unión más predecible entre el material restaurador y la superficie dentaria.⁽²⁾ Es decir, una unión del material al diente suficientemente resistente y duradera para compensar el efecto de la contracción y una interfaz diente-restauración con un correcto sellado marginal para evitar la microfiltración.⁽³⁾

La integridad marginal de una restauración de resina compuesta, se relaciona con la estabilidad de la unión de la restauración a la pieza dentaria y ésta se puede dar mediante adhesivos que sean capaces de ser inicialmente lo suficiente hidrofílicos al ser aplicados, como para poder impregnar la dentina que es naturalmente húmeda y luego, lo suficientemente hidrofóbicos una vez polimerizados.⁽²⁾ Sin embargo, a pesar de los avances logrados con el desarrollo de los sistemas de adhesión, se ha visto que la unión alcanzada a las estructuras dentinarias, no logra una estabilidad adecuada a largo plazo.⁽²⁾ Esta pérdida de integridad de la interfaz adhesiva se ha visto asociada a la degradación enzimática del colágeno acondicionado⁽²⁾ y a la degradación hidrolítica del adhesivo

propia mente tal.⁽²⁾ Debemos tener en cuenta que al prolongar el tiempo de fotoactivación del material adhesivo, aumenta la cantidad de monómeros polimerizados. Esto da como resultado una menor cantidad de monómero residual y ayudaría a prevenir la filtración y presencia de agua entremedio de la capa adhesiva.⁽⁴⁾ Sin embargo, se han utilizado otras medidas para prevenir los problemas propios de los adhesivos, como por ejemplo diseñar los sistemas Adhesivos Universales, quienes señalan ser muy hidrofílicos al momento de ser aplicados sobre la dentina acondicionada,⁽⁵⁾ y muy hidrofóbicos al ser polimerizados, con lo cual se lograría una buena imprimación⁽⁵⁾ y posteriormente una adecuada resistencia a la hidrólisis potenciada por la presencia de agua en de dentina.⁽⁵⁾

Dado que se trata de sistemas relativamente nuevos y sin evidencia clara al respecto, el presente estudio buscó comparar el comportamiento hidrofílico e hidrofóbico de un Adhesivo Universal (All Bond Universal, BISCO) con uno convencional de 5ta Generación (One Coat Bond SL, Coltène), mediante la medición de ángulos de contacto generado entre la superficie dentinaria con la aplicación de cada adhesivo y gotas de agua sobre aquellas superficies.

MARCO TEÓRICO

La alta demanda estética de parte de los pacientes, ha llevado al desarrollo de materiales que se aproximen lo más posible a las características ópticas de los dientes. Uno de ellos es la resina compuesta, que es uno de los materiales de restauración directa más utilizados en la actualidad⁽²⁾ y su protagonismo es indudable gracias a que permiten entre otras cosas, comodidad en la manipulación, la conservación de tejido dental sano y una gran respuesta estética.⁽⁶⁾

1.- Generalidades de las Resinas Compuestas:

Las resinas compuestas son materiales plásticos utilizados para obturaciones directas, que tienen una combinación tridimensional formada por partículas de relleno inorgánicas que están inmersas en una matriz orgánica de polímeros. Los componentes básicos que la forman son:^{(6),(7)}

- **Matriz resinosa:** compuesta por monómeros de dimetacrilato alifáticos u aromáticos dentro de los cuales, el más usado es el denominado Bis-GMA, quien tiene mayor peso molecular que el metilmetacrilato, por lo que tiene como ventaja una menor contracción por polimerización, pero con la desventaja de ser más viscoso y pegajoso. Para solucionar estas y otras desventajas, lo que se hizo fue añadir monómeros como el TEGDMA, lo que da como resultado un sistema Bis-GMA/TEGDMA, que es muy utilizado. A demás se han agregado monómeros menos viscosos como el Bis-EMA6 para prevenir la sorción de agua que posee el TEGDMA y también producir una reducción en la contracción por polimerización, generar una matriz más estable y mas hidrofóbica como resultado. Existe otro monómero que se puede utilizar ya sea en conjunto con el Bis-GMA o solo, que es el denominado UDMA. La ventaja de este último es que es menos viscoso y mejora la resistencia de la resina al ser más flexible.⁽⁶⁾

- **Relleno:** Sirve para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del material, como la estabilidad dimensional de la matriz resinosa. Gracias al relleno se disminuye la contracción por polimerización, la absorción de agua y el coeficiente de expansión térmica, por lo que habrá menor filtración marginal y todos estos beneficios se ven aumentados a medida que aumenta la cantidad de relleno incorporado. Así, tendremos una mayor resistencia a la tracción, compresión y a la abrasión, y además un mayor modulo de elasticidad. Sin embargo, con una proporción excesivamente alta de relleno, los beneficios se ven contrarrestados ya que queda una resina muy rígida, lo que produce mayor estrés de contracción. El relleno utilizado puede ser entre otros, de dióxido de silicio, borosilicatos, aluminosilicatos de litio, cuarzo y circonio. Algunos reemplazan parcialmente el cuarzo por partículas de metales pesados que son radiopacos como el bario, estroncio, zinc, aluminio y circonio.⁽⁸⁾ El relleno también mejora la manipulación del material e incrementa la estética de éste.^{(6),(8)}

- **Agente de acoplamiento:** Permite la unión entre el relleno inorgánico y la matriz orgánica. Esto se logra recubriendo las partículas de relleno con una molécula bifuncional que contiene grupos silanos en uno de sus extremos y grupos metacrilatos en el otro. El agente de acoplamiento mejora las propiedades físicas y mecánicas de la resina compuesta, ayuda a prevenir la sorción de agua del Bis-Gma. Mientras mas uniforme sea el recubrimiento del silano frente a las partículas de relleno, mejores propiedades tendrá la resina compuesta.^{(6),(8)}

- **Componentes adicionales:**
 - **Sistema iniciador:** Son los encargados de la activación de la polimerización, la cual para que se inicie, necesitan de radicales libres, los que a su vez necesitan un estímulo externo para

generarse. En las resinas compuestas de fotocurado, la energía será la luz, que dará el estímulo para que se activen los iniciadores. El iniciador en este caso es una alfa-dicetona, la camforquinona.

- **Sistema acelerador:** Es el que actúa sobre el iniciador y permite que la polimerización se realice durante un tiempo aceptable. Se utilizan el dimetilaminoetilmetacrilato (DMAEM), el etil-4-dimetilaminobenzoato (EDMAB) y el N,N-cianoetil-metilanilina (CEMA)
- **Inhibidores:** Evitan una polimerización prematura del material, alargan la vida de almacenamiento y aumentan el tiempo de trabajo. Para esto se utilizan compuestos como el éter monometílico o el de hidroquinona.
- **Pigmentos o modificadores ópticos:** Dan un color similar al de los dientes.^{(6),(8)}

Las resinas compuestas se pueden clasificar de acuerdo a distintos parámetros, el más tradicional es según el tipo de relleno y según esto se clasifican en:⁽⁹⁾

1. **Macrorelleno**
2. **Partícula pequeña**
3. **Microrelleno**
4. **Híbridas y microhíbridas**
5. **Nanohíbridas**
6. **Nanopartícula y nanoagregado**⁽⁹⁾

Sin embargo, a pesar de su constante desarrollo, las resinas compuestas aún presentan algunas falencias que podrían llevar al fracaso de la restauración produciendo brechas marginales.⁽²⁾ Cabe destacar que es un material muy sensible a la técnica de confección de la restauración, por lo que se debe poner especial énfasis en el manejo del aislamiento absoluto, en una correcta indicación,

una adecuada polimerización y en el uso de un buen material y un buen procedimiento adhesivo entre diente y restauración.^{(6),(7)}

Los principales motivos de las fallas en las restauraciones de resina compuesta, son producto de la contracción por polimerización que ellas sufren y la falta de adhesión específica a las estructuras dentarias.^{(2),(10)} La contracción por polimerización recién nombrada, es el mayor inconveniente de estos materiales⁽⁶⁾ y se produce ya que en el proceso de fotoactivación, las moléculas de monómero de la resina se ordenan para pasar a formar cadenas de polímeros.⁽¹⁾ Estas cadenas de polímeros formadas una vez fotoactivado el material, ocupan menos espacio que el que ocupaban los monómeros sueltos de resina. Por ende, se genera una reducción en el volumen del material, que da como resultado la contracción final.^{(1),(10)} Todo esto, podría alterar la integridad marginal de la restauración que se está confeccionando, lo que se traduce en un fracaso restaurativo. Para evitar lo anterior y para compensar la falta de adhesión de este material a las estructuras dentarias, se necesita de un procedimiento que permita unir el material restaurador a la pared cavitaria y así evitar separaciones, el cual involucra en una de sus etapas, el uso de un adhesivo para lograr la fijación de la restauración sobre las estructuras dentarias.⁽²⁾

Los sistemas adhesivos se utilizan hoy en día para proporcionar la unión química y micromecánica entre la restauración y el sustrato dentario, ayudando así a solucionar los problemas que recién se mencionaron.⁽¹¹⁾ Para lograr su objetivo, estos sistemas deben cumplir con dos requisitos fundamentales: Primero conseguir una unión al sustrato dentario lo suficientemente resistente y duradera para compensar la contracción por polimerización,⁽¹²⁾ y en segundo lugar obtener una interfaz diente-restauración con un sellado que evite la microfiltración.⁽¹²⁾

En cuanto a valores de unión entre el material restaurador y el sustrato dentario, se sabe que la tensión generada por la contracción de polimerización genera fuerzas cercanas a los 15 megapascuales (MPa)⁽¹⁾ y que la fuerza adhesiva de los sistemas actuales superan los 20(MPa) en dentina,⁽¹³⁾ que es el tejido con

mayor complicación para la unión, lo que sería un indicador de que se logra el requisito de compensar el efecto de la contracción por polimerización antes mencionada. A pesar de esto, los investigadores siguen interesados respecto de la duración y el sellado de la interface, por lo que continúa en estudio.⁽¹³⁾

2.- Características del esmalte y la dentina:

Como se mencionó recién, la dentina presenta mayores complicaciones para lograr una unión o adhesión con el material restaurador y esto se debe a sus especiales características morfológicas, las que se analizarán a continuación.^{(2),(11)}

El esmalte, es una estructura predominantemente inorgánica, muy mineralizada, compuesta por 96% de hidroxiapatita, 3% de agua y 1% de colágeno,⁽²⁾ por lo que la adhesión a este tejido se realiza principalmente gracias al acondicionamiento o grabado ácido⁽²⁾

El grabado ácido en el esmalte altera superficialmente la región de esmalte grabada, removiendo totalmente una capa de 10µm aproximadamente, donde se encuentran los cristales de esmalte químicamente no reactivos y la película adquirida. Con esta alteración se eleva la energía de la superficie. Además, transforma el tejido de esmalte subyacente en un tejido altamente poroso, producto de la pérdida de mineral y gracias a esto se forman áreas de retención de una profundidad de 20µm aproximadamente. Se genera entonces un aumento del área superficial total⁽³⁾ y con esto, el adhesivo de baja viscosidad, puede humedecer la superficie y luego impregnar las porosidades creadas gracias a tracción capilar. Siguiendo a esto el adhesivo es fotoactivado, formando finalmente los conocidos “tags”, que son extensiones que quedan fuertemente unidas generando una trabazón micromecánica entre el esmalte y el adhesivo.

La dentina es un tejido que a diferencia del esmalte, es más hidrófila y está compuesta por un 70% de hidroxiapatita, 18% de colágeno y 12% de agua, que varía con la edad del diente y la profundidad de la dentina.⁽⁵⁾

A su vez, como parte de su estructura, se encuentran los túbulos dentinarios, los cuales alojan terminaciones nerviosas, procesos odontoblásticos y fluido dentinario. Rodeando estos túbulos, se encuentra la matriz de fibras colágenas y el sistema de proteoglicanos. Según el grado de calcificación de la dentina, podemos ubicar 2 zonas diferentes: la dentina peritubular y la dentina intertubular. La dentina peritubular es la que forma la pared de los túbulos dentinarios, rodea el espacio canalicular, presenta alto contenido mineral y escasas fibras colágenas y tiene un grosor menor a 1µm. La intertubular en cambio, es la que constituye la mayor parte de la dentina, se ubica por fuera de la dentina peritubular y está formada por muchas fibras colágenas y sustancia intercelular amorfa.⁽²⁾

La compleja composición dentinaria y además el alto contenido de agua presente, hacen que sea un tejido dificultoso a la hora de generar una adecuada adhesión al material de resina compuesta.^{(2),(11),(13)} Por otra parte, la adhesión en dentina puede ser afectada por múltiples factores, como lo son el tipo de dentina a tratar, la profundidad dentinaria que se alcance en la preparación cavitaria, la edad que tenga la persona y las diferentes patologías que haya podido o pueda presentar la persona.⁽²⁾

Es por ello que para aplicar el sistema adhesivo, se han buscado procedimientos especiales para la dentina, diferentes a los usados en esmalte, precisamente para solucionar los problemas que conlleva su alta complejidad como tejido. A continuación se nombran los pasos que hay que seguir para lograr una correcta técnica adhesiva en la dentina.

3.- Etapas para lograr adhesión en dentina:

- 1) Acondicionar la dentina:** Esta etapa tiene el objetivo de hacer el tejido dentinario más receptivo para la adhesión.⁽²⁾ Esto se logra mediante la acción de ácidos o de quelantes de calcio, los cuales remueven o acondicionan la capa de barro dentinario, junto con desmineralizar la

superficie. La capa de barrillo dentinario se forma luego de la confección de las preparaciones cavitarias con instrumental rotatorio, ya sea de diamante o de carburo tungsteno. Se trata de una capa amorfa que contiene colágeno degradado, restos de bacterias, dentina inorgánica, restos de esmalte, restos de fresas, etc.⁽⁵⁾ Esta capa amorfa de 0,5 a 5,0 micrómetros de espesor, queda adosada a la dentina obliterando y cubriendo la dentina intertubular, disminuyendo así su permeabilidad.⁽²⁾

Los acondicionadores ácidos son usados en los sistemas adhesivos que requieren de un grabado ácido previo. Para esto se aplica ácido ortofosfórico por 10 segundos en dentina, seguido de un lavado profuso de las superficies con agua de la jeringa triple, y luego un secado que permita mantener húmeda la dentina evitando el colapso de las fibras colágenas que quedaron sin sustento mineral producto del grabado.^{(2),(3)} Todo esto con la finalidad de remover el contenido mineral de la zona más superficial, reduciendo el contenido de hidroxiapatita, aumentando así el diámetro de las mismas. Aumenta la permeabilidad de la dentina y la presión intrapulpal, por lo que se expone tejido conjuntivo de fibrillas de colágeno. Tendremos entonces una dentina menos mineralizada, porosa, húmeda y rugosa. Así, obtenemos a demás una baja energía superficial. Al ser eliminada la capa de barrillo dentinario, se abren los túbulos en una profundidad aproximada de 0,5 a 5 micrómetros.

- 2) Aplicar un agente imprimante:** El cual es un elemento que promueve la adhesión, ya que contiene monómeros hidrofílicos disueltos en solventes orgánicos como acetona, etanol o agua, los que son compatibles con la dentina húmeda, gracias a lo cual pueden impregnar la dentina interdigitándose con la malla colágena. Además de los monómeros hidrofílicos contiene monómeros hidrofóbicos, que actuarán como agente de enlace con el monómero adhesivo que se aplica en el siguiente paso.⁽³⁾ El agente imprimante permite la correcta difusión de los monómeros del adhesivo en el tejido dentinario ya acondicionado. Esto es posible gracias a

los solventes presentes antes mencionados, que deben ser evaporados luego de su uso, ya que dificultan la polimerización y aumentan la permeabilidad de la capa de adhesivo. La completa evaporación del solvente es difícil de lograr, por lo que pueden quedar solventes residuales que dificultan obtener el éxito en la adhesión.⁽¹⁴⁾

- 3) **Aplicar la resina de enlace:** Es el monómero hidrofóbico que copolimerizará con el agente imprimante formando una capa entremezclada de colágeno y resina, la que se conoce como capa híbrida.^{(2),(3)}

Los solventes del agente imprimante se separan del fluido del mismo y penetrarán entre los poros existentes entre el colágeno sin sustento mineral, para unirse con el agua presente y evaporarse con ella. De esta manera dejan a los monómeros hidrofílicos en contacto con las fibrillas de colágeno. Una vez polimerizado, este monómero queda envolviendo las fibrillas de colágeno y formando la capa híbrida antes mencionada.⁽³⁾

De acuerdo a lo anterior, los sistemas adhesivos nos permiten preparar la superficie dental para mejorar el sustrato para la adhesión, también nos permiten la adhesión química y micromecánica al diente y por último son capaces de unirse adecuadamente al material restaurador.⁽¹²⁾

4.- Sistemas Adhesivos y su clasificación:

Los sistemas adhesivos que estuvieron disponibles desde 1970 a 1980 eran principalmente de carácter hidrofóbicos y no penetraban de forma adecuada la capa de barrillo dentinario, sino que se unían directamente a ella, lo que limitaba la interacción con la dentina.⁽⁵⁾ Con el tiempo se descubrió que esta capa podría ser removida o modificada para permitir así una correcta interacción del adhesivo con la dentina.⁽⁵⁾ Gracias a este principio, se generaron los sistemas adhesivos convencionales o que requieren de grabado ácido y los de autograbado,

permitiendo clasificarlos de la forma recién mencionada, en estos dos grandes grupos:

- I. **Sistemas Adhesivos que requieren de un grabado ácido previo o convencionales:** En los cuales se utiliza ácido ortofosfórico como técnica de grabado ácido, encargado de desmineralizar el esmalte y dentina, dejando una superficie porosa e irregular que permite la entrada de los monómeros de resina polimerizables que constituyen el adhesivo.⁽¹⁵⁾ Este proceso en la dentina remueve la capa de barrillo dentinario, facilitando la interacción del adhesivo con el colágeno expuesto y sellando los túbulos dentinarios, formando la denominada capa híbrida.^{(3),(11),(15)}

La capa híbrida o de infiltración, es una capa intermedia entre diente y restauración, que está compuesta por la mezcla entre colágeno dentinario acondicionado y la resina adhesiva que lo infiltró.⁽²⁾ La hibridación de la dentina tiene lugar después de ser desmineralizada la superficie dentinaria, al tener expuestas las fibrillas colágenas y ser éstas impregnadas por los monómeros del adhesivo. Idealmente esta capa debiese ser una verdadera red tridimensional en que estén contactando lo más íntimamente la malla de colágeno junto a los polímeros formados por el adhesivo.

Estos adhesivos entonces, podrían prometer una unión mas fuerte entre el adhesivo y la superficie dentinaria, ya que la capa de barrillo dentinario se remueve completamente. Los podemos encontrar en presentaciones de dos o tres pasos, dependiendo si se juntan o no en una sola botella el agente imprimante con la resina adhesiva.⁽¹⁴⁾

- II. **Sistemas Adhesivos autocondicionantes** o de autograbado, en el cual se elimina el paso de grabado ácido ya que se incorporan monómeros resinosos ácidos al agente imprimante. Esto se lleva a cabo aplicando 2 pasos (imprimante autoacondicionante y adhesivo por

separados), o bien uniendo imprimante autoacondicionante y adhesivo en un solo paso. Es importante destacar que acá no es eliminada la capa de barrillo dentinario, sino que se modifica e incorpora en la capa híbrida.^{(3),(11),(15)} Este tipo de adhesivos permite reducir el tiempo clínico de aplicación y conlleva menos sensibilidad técnica que los adhesivos anteriores. Sin embargo, a pesar de sus ventajas, se ha visto que la fuerza de unión en dentina es menor a la generada con los adhesivos convencionales o que requieren de grabado ácido previo, ya que se ha visto mayor cantidad de agua residual al contener monómeros ácidos.⁽¹⁴⁾

La composición de los sistemas adhesivos como se puede entender hasta ahora es muy variada, pero a continuación a modo de entender mejor como funcionan, se nombran y describen los componentes fundamentales que los componen.

5.- Composición general de los adhesivos:

- a) **Agente grabador:** el más utilizado es el ácido ortofosfórico al 37%, el cual es considerado un ácido fuerte, pero también se usan los ácidos débiles como por ejemplo el cítrico maleico. En los adhesivos autograbantes nos podemos encontrar que contienen resinas acídicas como el Phenil-P o el MDP, que actúan como acondicionantes e imprimantes a la vez.
- b) **Resinas hidrofílicas:** Son las que se unen a la dentina naturalmente húmeda, impregnándola y formando los denominados “tags”. Podemos encontrar resinas como: PENTA, HEMA, BPDM, TEDGMA, GPDM o 4-META.
- c) **Resinas hidrofóbicas:** Son las que permiten la unión del adhesivo con la resina compuesta, y por otro lado otorgan al adhesivo un grosor suficiente para soportar el estrés al que se someta la interface resina dentina.

- d) **Activadores:** Son los que desencadenan la polimerización. Si el adhesivo es de fotocurado, tenemos presentes las camforquinonas o el PPD. Si el adhesivo es de activación química, tendremos el complejo amina-peróxido y si están los dos presentes, se habla de un adhesivo de fraguado dual.
- e) **Relleno inorgánico:** No todos los adhesivos lo tienen, pero es el encargado de mejorar las propiedades mecánicas del adhesivo, gracias a resinas de nanorelleno.
- f) **Disolventes:** son el vehículo de los adhesivos, lo que los hace fundamentales para conseguir una adecuada adhesión y una adecuada capa híbrida. Pueden ser acetona, agua o etanol. La acetona se evapora con facilidad y ayuda a eliminar el exceso de agua de la superficie, pero es incapaz de quedar reflatando en las fibras colágenas colapsadas, cuando está seco el sustrato por lo tanto, es el peor solvente que se puede utilizar cuando la dentina está seca. El agua como solvente, no funciona bien en situaciones de exceso de agua en el sustrato, pero es el que mejor ayuda cuando la dentina está seca, ya que queda reflatando en las fibras colágenas. El etanol por último, es bastante volátil pero no alcanza los niveles de la acetona, por lo que tiene un comportamiento intermedio entre acetona y agua.⁽¹²⁾

6.- Procedimientos para una adecuada técnica adhesiva en dentina:

Al aplicar el sistema adhesivo en dentina, es importante tener los conocimientos y prácticas necesarias para que éste sea aplicado adecuadamente y tengamos las propiedades correspondientes que el fabricante promete. Para esto, se han mostrado una serie de pasos que deben cumplirse, como se nombran en los siguientes puntos:

- Efectuar una adecuada aislación de la pieza dentaria.
- Grabar la superficie dentinaria con ácido ortofosfórico al 37% por 15 segundos: esto con el fin de desmineralizar y remover el barrillo dentinario y exponer las fibras colágenas. Este paso es sólo si el adhesivo es convencional al igual que el paso siguiente. Si es que el adhesivo es universal, se aplica directamente el agente imprimante que contiene los monómeros ácidos que modificarán la capa de barrillo dentinario.
- Lavar la superficie mínimo por 15 segundos: para remover el ácido y los subproductos generados.
- Secado con aire comprimido: dejando la superficie dentinaria húmeda para que no colapsen las fibras colágenas.
- Aplicación del adhesivo: de forma enérgica en dentina, para impregnar las fibras colágenas.
- Eliminar el exceso de solvente: con la ayuda de aire comprimido de manera suave, también con esto eliminamos el exceso de agua si es que la hay. Debe ser a una distancia de 20 cm para evitar incorporar oxígeno a la capa de adhesivo, ya que esto inhibe la polimerización. Se realiza hasta que no se visualice movimiento de adhesivo en la superficie.
- Aplicar otra capa de adhesivo si es que el fabricante lo indica y luego de esto repetir el paso de secado con aire para eliminar el exceso de solvente si así lo requiere.
- Fotoactivación: con el fin de polimerizar los monómeros. Se realiza con la punta de la lámpara próxima a la superficie dentinaria y el tiempo requerido varía según indicaciones de cada fabricante. Cuanto mayor sea el tiempo de fotoactivación, mejores propiedades tendrá la capa adhesiva.^{(3),(12)}

Un punto que no es menos importante en todo el proceso de la aplicación de adhesivos, es el paso de la polimerización de estos, paso que se lleva a cabo con el reciente punto mencionado de fotoactivación. La polimerización es un proceso en el cual se logra transformar moléculas pequeñas o denominadas monómeros, en moléculas grandes o polímeros. El grado de polimerización, da

cuenta a la cantidad de moléculas por las que está formado un polímero y para obtener altas propiedades mecánicas de los materiales, es necesario un alto grado de polimerización.⁽¹⁾ En un estudio de Cadenaro y cols. realizado en el año 2005, se concluyó que al aumentar el tiempo de fotoactivación de los adhesivos, se optimiza este proceso y se disminuye la permeabilidad de los adhesivos. Esto es debido a que se disminuye el comportamiento hidrofílico de los adhesivos y se les otorga a estos mismos un comportamiento mas bien hidrofóbico.⁽⁴⁾

7.- Estabilidad de la adhesión:

Es sabido que la articulación adhesiva pueden presentar fallas a lo largo del tiempo por degradación enzimática de las fibras colágenas y degradación hidrolítica del adhesivo,⁽²⁾ lo que puede conducir al fracaso de la restauración y formación de caries secundaria.^{(2),(13)}

La degradación enzimática de las fibras colágenas se produce ya que en la matriz dentinaria existen las llamadas metaloproteinasas, quienes son endopeptidasas que tienen una actividad colagenolítica, se liberan y activan, produciendo una degradación de la matriz de colágeno de la capa híbrida incompletamente infiltrada.⁽¹⁶⁾

La degradación hidrolítica del adhesivo se puede producir debido a la presencia de monómeros hidrofílicos en su composición que se mencionaron anteriormente, los que permiten el paso del agua a través de la estructura del adhesivo, destruyendo el enlace covalente que generan la unión de los polímeros.⁽²⁾ Esta agua puede quedar atrapada en el adhesivo luego de aplicarlo y puede provenir del exceso de humedad que queda sobre la superficie de la dentina o en su interior.⁽¹⁷⁾ Estas gotitas de agua penetran en el adhesivo y generan una presión osmótica que puede llevar a su hidrólisis.⁽⁴⁾ Al propagarse el agua en la capa adhesiva, se van formando los denominados “árboles de agua”, que generan verdaderos canales a través de la capa híbrida y al ir difundiendo en

ella llegan al adhesivo y generan una nanoinfiltración.⁽²⁾ La nanoinfiltración puede producirse por diferentes motivos como lo son la falta de polimerización del adhesivo, la incompleta infiltración de este mismo en la dentina acondicionada y la evaporación parcial del solvente lo cual permitiría la generación de poros que se llenarán de agua.^{(2),(17)} Una polimerización inadecuada, posibilita la presencia de monómeros sin polimerizar que absorberán agua, aumentando la permeabilidad y disminuyendo la durabilidad de la unión adhesiva.⁽⁴⁾ A su vez, como la dentina es un tejido naturalmente húmedo y sobre ella se aplica un adhesivo que es hidrofílico, se puede dar paso a la migración del agua desde la dentina, lo que facilita la degradación hidrolítica.⁽¹⁸⁾

Para evitar el problema de la hidrólisis del adhesivo, se ha postulado que un adhesivo ideal sería aquel que fuera muy hidrofílico al ser colocado sobre la dentina, para así humectarla correctamente, pero que al ser polimerizado, se convierta en un material muy hidrofóbico para repeler el agua y evitar su hidrólisis.

8.- Adhesivos Universales:

En respuesta a estos problemas, se han desarrollado los adhesivos universales, quienes tienen características bifásicas, es decir, tienen un carácter hidrofílico e hidrofóbico a la vez. Así, se permite primero la correcta imprimación e interacción con el tejido dentinario naturalmente húmedo⁽⁵⁾ y posteriormente una vez polimerizado el material, el carácter hidrofóbico permite dificultar la absorción de agua.⁽⁵⁾ Estos adhesivos bifásicos o multifuncionales también proporcionan un mayor grado de polimerización, lo cual disminuiría la presencia de monómeros residuales y por ende la formación de poros,⁽⁵⁾ además repelen el agua para que ésta no pueda hidrolizar el adhesivo.⁽⁵⁾

Uno de estos adhesivos, recientemente introducido en nuestro país es el sistema All Bond Universal (BISCO, Schaumburg, USA). El fabricante señala que se trata de un agente de unión que combina grabado, imprimación y adhesivo en una sola botella. Está constituido a base de agua y etanol y sirve tanto para

restauraciones directas como indirectas.⁽¹⁹⁾ Está compuesto también por 10-MDP, resina de dimetacrilato, HEMA e iniciadores.⁽⁵⁾ El 10-MDP es un monómero funcional que tiene un grupo metacrilato hidrofóbico en un extremo, el cual facilita la unión química con la restauración y en el otro extremo tiene un grupo hidrofílico que permite la unión con el tejido dentinario húmedo.⁽⁵⁾ Es el monómero funcional más hidrofóbico lo que resulta altamente favorable en términos de durabilidad adhesiva.⁽⁵⁾

Es considerado un adhesivo con moderada acidez ($\text{Ph} > 3$), por ende causa mínima sensibilidad postoperatoria.⁽²⁰⁾

Por otra parte, el Adhesivo One Coat Bond SL (Convencional), quien no posee las ventajas de un adhesivo universal, posee agua como solvente, su presentación es en una sola botella y contiene monómeros como HEMA el cual es compatible con el agua. Debe utilizarse luego de aplicar técnica de grabado ácido y requiere la aplicación de una sola capa de material. Contiene también MMA (ácido poliacrílico modificado con metacrilato), el cual tiene grupos ácidos que forman complejos con los minerales propios del diente, y grupos ésteres que generan enlaces con la resina. También tiene en su composición UDMA y GDMA, ambas moléculas bifuncionales.⁽²¹⁾

Para lograr ver la capacidad hidrofílica o hidrofóbica que tienen los adhesivos en una superficie dentinaria, podemos medir el ángulo de contacto formado por gotas de agua al unirse a la superficie de dentina tratada con el adhesivo en cuestión. Este ángulo de contacto nos mostrará la capacidad que poseen estos adhesivos de humedecer las superficies, lo que se relaciona directamente con la energía superficial que éste tenga. Un menor ángulo de contacto demuestra que hay una mayor atracción entre la superficie y el líquido.⁽²²⁾

Según las instrucciones del fabricante, el adhesivo All Bond Universal se debe fotoactivar tan solo por 10 segundos⁽¹⁹⁾ y este es un punto importante a considerar, ya que se ha visto en estudios que una extensión del tiempo de

fotoactivación más allá del recomendado por los fabricantes de los adhesivos simplificados, mejora la polimerización y reduce la permeabilidad del adhesivo.⁽⁴⁾ Sin embargo, faltan estudios que demuestren tales afirmaciones y que comprueben la real hidrofobicidad una vez alcanzada la polimerización del adhesivo universal. Por este motivo, el presente estudio busca analizar el comportamiento hidrofílico e hidrofóbico de un adhesivo “Universal” en comparación con uno convencional de 5^a generación al variar el tiempo de fotoactivación.

HIPÓTESIS

- Ho I: No existen diferencias en el comportamiento hidrofílico e hidrofóbico de un adhesivo universal y uno convencional de 5ª generación, al ser aplicados con la técnica del fabricante.
- Ho II: Al aumentar el tiempo de fotoactivación, el grado de hidrofobicidad no varía.

OBJETIVO GENERAL

Comparar el comportamiento hidrofílico e hidrofóbico entre un adhesivo Universal y uno convencional de V generación al modificar su tiempo de fotoactivación.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el grado de hidrofiliidad calculando el ángulo de contacto de una gota de agua aplicada directamente sobre dentina.
- Determinar el grado de hidrofiliidad calculando el ángulo de contacto de una gota de adhesivo Universal y otra de adhesivo Convencional aplicados directamente sobre dentina, sin fotoactivar.
- Determinar el grado de hidrofobicidad calculando el ángulo de contacto de una gota de agua colocada sobre adhesivo fotoactivado (Universal y Convencional) aplicados según las indicaciones del fabricante.
- Determinar el grado de hidrofobicidad calculando el ángulo de contacto de una gota de agua colocada sobre adhesivo fotoactivado (Universal y Convencional) duplicando el tiempo de fotoactivación sugerido por el fabricante.
- Analizar comparativamente los resultados obtenidos para cada una de las variables.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en el laboratorio de Preclínico de la Facultad de Odontología de la Universidad Finis Terrae.

Para la evaluación del comportamiento hidrofílico e hidrofóbico utilizando un adhesivo Universal y uno Convencional aplicados según técnica del fabricante y al aumentar al doble su tiempo de fotoactivación, se midió el ángulo de contacto formado entre gotas de agua aplicadas en diferentes superficies dentinarias, el ángulo de contacto formado por gotas de adhesivo aplicadas directamente en dentina y de igual forma se midió el ángulo de contacto formado por gotas de agua aplicadas en dentina tratada con técnicas adhesivas diferentes, y distintas marcas comerciales. Se entiende que a menor ángulo de contacto, mayor resulta la afinidad entre el agua o adhesivo y la superficie, por lo que se habla de un mayor comportamiento hidrofílico. De manera contraria, se entiende que a mayor ángulo de contacto existe una mayor hidrofobicidad.

Para realizarlo, se utilizó una muestra de 49 terceros molares sanos recientemente extraídos con indicación terapéutica de exodoncia, pertenecientes a individuos de entre 18 a 25 años, que fueron atendidos en Medicina Estomatognática del dolor en la Facultad de Odontología de la Universidad Finis Terrae y a quienes se les solicitó su autorización a través de un consentimiento informado. Una vez extraídas las piezas dentarias, fueron almacenadas durante un tiempo no mayor a tres meses en una solución de suero fisiológico 0,9N, en un frasco de vidrio con tapa rosca cerrado herméticamente y mantenidos a temperatura ambiente en el laboratorio de la Facultad de Odontología de la UFT. Los molares fueron hemiseccionados como se explicará más adelante, conformando una muestra total de 98 especímenes.

Se retiraron los restos de ligamento periodontal con el uso de curetas gracey 13 Hu-Friedy.

Se realizó una cavidad oclusal de 3mm de profundidad por 3mm de ancho en cada tercer molar, con fresas de diamante 018 (SS White, New Jersey, USA) de alta velocidad con el uso de turbina (modelo Panamax NSK, Tokio, Japón) y bajo abundante irrigación.

Se cortó cada corona dentaria en forma horizontal a la altura del piso cavitario del cajón antes confeccionado (3mm de profundidad), para obtener así una profundidad homogénea para todos los dientes y una superficie plana. Este corte se realizó con un disco diamantado de grano medio (Stoddard, Garden City Hertfordshire, UK), con una pieza de mano (modelo Panamax, NSK, Tokio, Japón) , bajo copiosa irrigación.

Se seccionaron nuevamente los dientes, pero ahora en sentido longitudinal, con el uso del mismo disco diamantado, obteniendo así hemisecciones vestibulares y palatino/linguales (Fig. nº1)

Cada muestra obtenida se conservó en suero fisiológico de 0,9N.

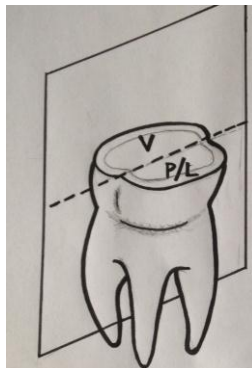


Figura nº 1: Molar seccionado en oclusal y plano de corte longitudinal.

Cada espécimen fue incluido sobre una base acrílica cilíndrica (Marché, Félix Martín y CIA, Santiago, Chile), con dimensiones de 1,5cm de largo por 1cm de ancho, de manera de poder posicionarla con su eje axial perpendicular al piso. La base acrílica cubrió la raíz de cada espécimen, hasta el límite amelocementario, como se muestra en la Fig. nº 2.



Figura nº 2: Espécimen hemiseccionado, posicionado sobre la base acrílica.

Durante todo el procedimiento los especímenes se mantuvieron almacenados en una solución de suero fisiológico 0,9N a temperatura ambiente, de manera que no se des sequen.

Se distribuyeron las muestras de tejido dentario de manera aleatoria en 3 grupos. En la siguiente sección se muestran las conformaciones grupales y la cantidad de especímenes por las que están formados:

- Grupo 1 (G1):

Estará conformado por un total de 18 especímenes, que serán a su vez divididos en 3 sub grupos.

- Grupo 1a (G1A) 6 especímenes.
- Grupo 1b (G1B) 6 especímenes.
- Grupo 1c (G1C) 6 especímenes.

- Grupo 2 (G2):

Estará conformado por un total de 40 especímenes que serán a su vez divididos en 2 sub grupos.

- Grupo 2a (G2A) 20 especímenes.
- Grupo 2b (G2B) 20 especímenes.

- Grupo 3 (G3):

Estará conformado por los 40 especímenes dentarios y se dividirá en 2 sub grupos.

- Grupo 3a (G3A) 20 especímenes.
- Grupo 3b (G3B) 20 especímenes.

Se marcó cada espécimen en la parte acrílica con fresa redonda 0,12 de carbide en la parte acrílica según el grupo al que pertenecían (por ejemplo G1A, G2A, G2B, etc).

En el G1 se realizaron las mediciones de hidrofiliidad. Para esto, en el G1A se aplicó 1 gota de agua sobre la dentina de cada espécimen, con una pipeta graduada. En el G1B en cambio se aplicó 1 gota de adhesivo Convencional One Coat Bond SL con una pipeta graduada y en el G1C 1 gota de adhesivo All Bond Universal.

En el G2 se realizaron las mediciones de hidrofobicidad para adhesivo All Bond Universal y One Coat Bond SL, aplicados sobre dentina según las indicaciones del fabricante. En el G2A se usó One Coat Bond SL, previamente se hizo grabado ácido al 35% con Etchant Gel S (Coltène, Altstätten, Suiza) por 10 segundos en dentina, y luego se lavó profusamente con agua durante 20 segundos, se secaron con una mota de papel, enseguida se aplicó adhesivo con un microbrush, el cual se frotó contra la dentina durante 20 segundos y se secó con aire por otros 20 segundos a una distancia de 20cm. Enseguida se fotoactivó por 30 segundos con una lámpara de luz halógena (Elipar XL-2500, 3M, Illinois, USA). Luego de fotoactivado, se dispensó una gota de agua con pipeta graduada sobre la dentina sellada con el adhesivo fotoactivado.

En el G2B se realizó el mismo proceso de grabado ácido usado en el G2A, para después aplicar el adhesivo All Bond Universal. Para esto se aplicó el adhesivo con un microbrush, se frotó por 15 segundos, se secó con aire por 10 segundos utilizando la jeringa triple, luego se aplicó la nueva capa con el mismo

procedimiento y el mismo tiempo, seguido de aplicación de aire por 10 segundos nuevamente y se fotoactivó por 20 segundos. Finalmente se dosificó una gota de agua sobre el adhesivo polimerizado, de igual forma que en G2A.

En el G3 se realizaron las mediciones de hidrofobicidad alcanzadas por los adhesivos All Bond Universal y One Coat Bond SL, aplicados de acuerdo a las especificaciones de sus fabricantes. Sin embargo, en este grupo el tiempo de fotoactivación recomendado se duplicó. Es decir, en el G3A se fotoactivó por 60 segundos y en el G3B por 40 segundos. Luego se aplicó una gota de agua sobre la superficie de los adhesivos fotoactivados con una pipeta graduada en todos los especímenes.

Finalizado el proceso de dosificación de la gota de agua de cada uno de los especímenes pertenecientes a los distintos grupos, se esperó por 30 segundos y se tomó una fotografía con una cámara Nikon modelo P510 (Nikon, Tokio, Japón). La cámara se posicionó a una distancia de 9,5cm, con una apertura de lente de 4,5, con velocidad de disparo de 1/4000 segundos, sin flash, ISO 400. Se usó una base de 7mm bajo la cámara fotográfica y una base de 1,5cm bajo los especímenes, para permitir dejar la muestra justo en frente y a la misma altura del lente de la cámara.

Cada fotografía tomada fue abierta en un programa computacional llamado Onde Rulers, con el objeto de medir los ángulos de contacto formados entre la superficie dentinaria con o sin aplicación de adhesivo, y la gota de agua depositada sobre ella, como se muestra en la fig. nº3. De esta manera se estableció el grado de hidrofiliidad e hidrofobicidad de los adhesivos.

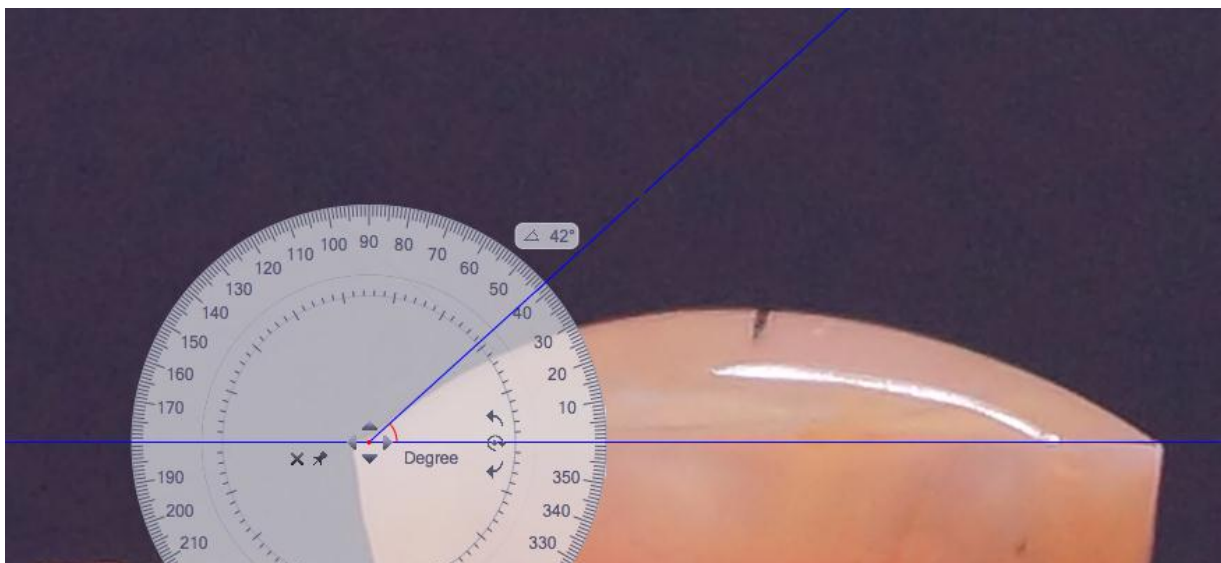


Fig. nº3: Fotografía del espécimen dentario con la gota de agua aplicada sobre el adhesivo ya fotoactivado, abierto en el programa Onde Rulers y establecido ya el ángulo de contacto entre la gota de agua y la superficie dentaria tratada con adhesivo, lo que dio en este caso un ángulo de contacto de 42°.

Para minimizar sesgos, la ejecución de los distintos procedimientos de laboratorio se realizaron por un sólo operador previamente entrenado. Las fotografías fueron tomadas por un fotógrafo profesional. Un operador, que desconocía el grupo de procedencia de cada espécimen, procedió a realizar las mediciones con el programa Onde Rulers.

Una representación esquemática de asignación de los procedimientos a evaluar se puede apreciar en el Anexo 2.

RESULTADOS

1.- Resultados obtenidos para las gotas de agua y los sistemas adhesivos One Coat Bond SL y All Bond Universal, sin fotoactivar.

El objetivo fue medir el ángulo de contacto formado por gotas de agua y gotas de adhesivo sin fotoactivar, sobre superficies dentinarias sin grabado ácido y de esta forma, observar los diferentes grados de humectación del agua y de los dos sistemas adhesivos sobre la dentina, ya que se requiere que los adhesivos sean lo suficientemente hidrófilos inicialmente para infiltrar correctamente la red de colágeno. Todo esto se obtuvo gracias a un registro fotográfico de cada muestra. El valor de las mediciones de los ángulos de contacto se muestran en la tabla 1.

Tabla N° 1:

Número cuerpo de prueba	G1A (agua)	G1B (One Coat Bond SL)	G1C (All Bond Universal)
1	47	44	28
2	60	51	30
3	56	41	27
4	48	44	37
5	61	31	32
6	37	33	30

Tabla 1: Resultados de los respectivos ángulos de contacto medidos en grados, de las aplicaciones sobre dentina de agua (G1A), adhesivo One Coat Bond SL sin fotoactivar (G1B) y adhesivo All Bond Universal sin fotoactivar (G1C).

2.- Resultados obtenidos para los sistemas adhesivos One Coat Bond SL y All Bond Universal fotoactivados según tiempo indicado por el fabricante y al doble del tiempo de fotoactivación indicado por este último.

El objetivo fue medir los ángulos de contacto formados por la gota de agua sobre las superficies dentinarias tratadas con los diferentes sistemas adhesivos posterior a ser fotoactivados y de esta forma, observar el grado de hidrofobicidad alcanzada por los diferentes adhesivos, ya que se requiere que los adhesivos tengan un comportamiento hidrofóbico luego de ser fotoactivados, para que de esta forma se minimicen las futuras infiltraciones de la restauración. El valor de las mediciones de los ángulos de contacto se muestran en las tablas 2 y 3.

Tabla N° 2:

Número cuerpo de prueba	G2A	G2B
1	45	38
2	59	54
3	45	39
4	34	41
5	37	45
6	52	48
7	41	55
8	35	47
9	37	39
10	52	38
11	35	42
12	38	41
13	46	48
14	39	41
15	35	49
16	30	40
17	37	46
18	32	34
19	34	50
20	31	45

Tabla 2: Resultado de los respectivos ángulos de contacto medidos en grados, de las aplicaciones de gotas de agua sobre sistema adhesivo One Coat Bond SL (G2A) y adhesivo All Bond Universal (G2B), ambos aplicados con el tiempo de fotoactivación indicado por el fabricante.

Tabla N° 3:

numero prueba	cuerpo de	G3A	G3B
1		30	47
2		37	40
3		32	45
4		35	43
5		43	37
6		43	38
7		38	49
8		47	48
9		42	47
10		45	48
11		35	42
12		34	46
13		42	48
14		45	45
15		38	48
16		34	48
17		36	46
18		25	47
19		42	38
20		37	42

Tabla 3: Resultado de los respectivos ángulos de contacto medidos en grados, de las aplicaciones de gotas de agua sobre sistema adhesivo One Coat Bond SL (G3A) y adhesivo All Bond Universal (G3B), ambos aplicados con el doble del tiempo de fotoactivación que el indicado por el fabricante.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Para el procesamiento de los datos, se utilizó el programa estadístico GraphPad Prism 5.0. Los datos se sometieron inicialmente a un análisis estadístico descriptivo, con el fin de obtener una aproximación de la estructura de los datos en cada uno de los grupos estudiados. En segundo lugar, se realizó el análisis inferencial a través de la prueba de Anova.

La distribución normal de los datos de los grupos de estudio, es requisito para poder utilizar el test inferencial de Anova. Para establecer la normalidad de la distribución de los datos se utilizó la prueba de Shapiro Wilk, debido al número de muestras, que son menores a 50.

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

Tabla N°4: Resultados estadísticos de promedios y desviación estándar de cada grupo de estudio y resultados de la prueba de normalidad de las muestras.

	G1A	G1B	G1C	G2A	G2B	G3A	G3B
Nº de muestras	6	6	6	20	20	20	20
Mínimo	37	31	27	30	34	25	37
Máximo	61	51	37	59	55	47	49
Promedio	52	41	31	40	44	38	45
Desv. E.	9,2	7,5	3,6	7,8	5,6	5,6	3,8
Coef. Variación	17.91%	18.45%	11.61%	19.67%	12.75%	14.81%	8.62%
Shapiro-Wilk	n/r	n/r	n/r	0,0356	0,6143	0,6194	0,0089

Los análisis realizados para el grupo control fueron mediante el análisis de la varianza o Anova de 1 vía para muestras independientes como se muestra en la tabla N° 5, mientras que para los grupos de aplicación de adhesivo propiamente

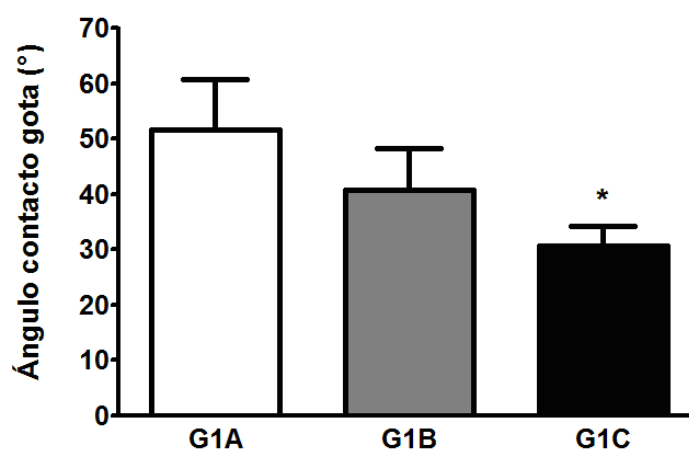
tal con sus tiempos de fotoactivación por el fabricante y al doble del tiempo del fabricante, fue análisis de Anova de 2 vías para muestras independientes, como se muestran en la tabla N° 6. Además se exponen los datos de las tablas N° 5 y 6 en los gráficos N° 1 y 2 respectivamente.

Tabla N° 5:

ANOVA 1 vía	G1A	G1B	G1C*	Valor P
Promedio	52,00	41,00	31,00	0,0034
DE	9,20	7,50	3,60	
* = Diferencia con respecto a G1A				

En la tabla N°5 se observan los valores del análisis de los resultados obtenidos por los grupos G1A (gotas de agua), G1B (gotas de adhesivo convencional) y G1C (gotas de adhesivo universal).

Gráfico N°1:



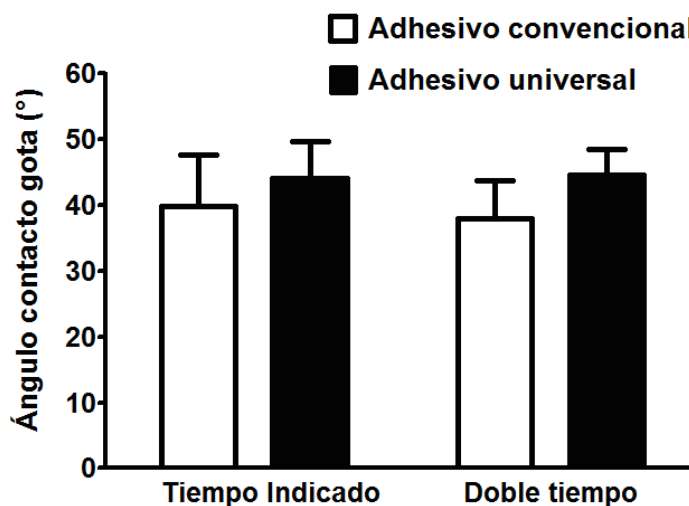
En el grafico N°1 se pueden observar los resultados de los ángulos de contacto obtenidos con G1A (gota de agua), G1B (gotas de adhesivo convencional) y G1C (gotas de adhesivo universal).

Tabla N° 6:

ANOVA 2 vías	Adhesivo convencional		Adhesivo universal		Valor P Tiempo
	Promedio	DE	Promedio	DE	
Tiempo Indicado	39,70	7,81	44,00	5,61	0,678
Doble tiempo	38,00	5,63	44,60	3,84	
Valor P adhesivos	< 0,0001				

En la tabla N°6 se observan los valores del análisis de los resultados obtenidos por los grupos G2A (adhesivo convencional con tiempo de fotoactivación del fabricante), G2B (adhesivo universal con tiempo de fotoactivación del fabricante), G3A (adhesivo convencional con el doble del tiempo de fotoactivación) y G3B (adhesivo universal con el doble del tiempo de fotoactivación)

Gráfico N° 2:



En el gráfico N°2 se pueden observar los resultados de los ángulos de contacto obtenidos con G2A (barra blanca a la izquierda), G2B (barra negra a la izquierda), G3A (barra blanca a la derecha) y G3B (barra negra a la derecha), donde las barras blancas representan el adhesivo convencional con tiempo de

fotoactivación indicado por el fabricante (izquierda) y al doble de tiempo (derecha) y las barras negras representan el adhesivo universal con tiempo de fotoactivación indicado por el fabricante (izquierda) y al doble de tiempo (derecha).

De acuerdo al análisis estadístico realizado se pudo comprobar que en el grupo control existen diferencias significativas ($p = 0,034$) del grupo G1C (gotas de adhesivo universal) con un promedio de $31 \pm 3,6$ con respecto al grupo G1A (gotas de agua) con un promedio de $52 \pm 9,2$. En cuanto al grupo de estudio se observó que con respecto al tipo de adhesivo existe una diferencia significativa entre ambos grupos (convencional y universal) con un $p < 0,0001$ pero con respecto al tiempo de fotoactivación se observó que no hay una diferencia significativa con un $p = 0,678$.

DISCUSIÓN

Existe la necesidad de obtener adhesivos que tengan doble comportamiento a la hora de ser aplicados, es decir, primero deben ser lo suficientemente hidrófilos en un comienzo para permitir la correcta imprimación de la dentina y una vez polimerizado debe ser lo más hidrófobo posible para repeler el agua y así impedir la filtración de ésta y evitar la alteración química de la capa de adhesivo ya polimerizado.

Por esta razón, se realizó este estudio en el que el objetivo principal comparar el comportamiento hidrófilo de 3 sustancias aplicadas en dentina sin fotoactivar: agua, adhesivo convencional One Coat Bond SL y adhesivo universal All Bond Universal. Además, comparar el comportamiento hidrófobo de los 2 adhesivos (One Coat Bond SL y All Bond Universal) tanto aplicados con el tiempo de fotoactivación que el fabricante sugiere y aplicados con el doble de tiempo de fotoactivación.

En el presente estudio, se encontraron los siguientes resultados:

Una vez aplicadas las gotas de los grupos controles de agua, adhesivo convencional One Coat Bond SL y adhesivo universal All Bond Universal, los grupos de las gotas de agua mostraron diferencias significativas en cuanto al grado de humedecimiento de la dentina comparados con el grupo de All Bond Universal, en el que este último mostró mayor grado de humectabilidad que el agua en la dentina, ya que obtuvo ángulos de contacto significativamente menores a los encontrados entre el agua y la dentina. No así el grupo de agua comparado con el grupo de One Coat Bond SL.

Una vez aplicados y fotoactivados los adhesivos One Coat Bond SL y All Bond Universal según el tiempo del fabricante y luego aplicadas las gotas de agua sobre ellos para determinar el grado de hidrofobicidad, se encontró una diferencia

significativa entre el grado de hidrofobicidad alcanzada por el All Bond Universal en comparación al One Coat Bond SL, teniendo este último un menor grado de hidrofobicidad que All Bond Universal.

Al aumentar el tiempo de fotoactivación al doble del tiempo indicado por el fabricante, no se encontró una diferencia significativa entre ambos adhesivos.

El mejor comportamiento hidrofóbico observado en el adhesivo All Bond Universal respecto de One Coat Bond SL una vez polimerizados, se puede explicar por las diferencias químicas de sus formulaciones. One Coat Bond SL en su formulación posee altas concentraciones de monómero hidroxietil metacrilato (HEMA), lo cual en la ficha técnica se afirma que es necesario para imprimir correctamente la malla de colágeno posterior al grabado ácido. Esto último se puede lograr gracias a la gran hidrofiliidad de este monómero. Pero estudios revelan que HEMA no es hidrolíticamente estable y al estar en altas concentraciones facilita la absorción de agua hacia el interior del polímero.⁽²³⁾

En un estudio realizado por Patel y cols. en el año 2001, se observó que los adhesivos ricos en HEMA bajo condiciones de dentina húmeda forman dominios de Poli-HEMA una vez fotoactivado, que actúa como un gel con múltiples porosidades y con una gran afinidad por el agua. Una evidencia como esta, explica claramente que los adhesivos ricos en HEMA como lo es One Coat Bond SL, presenta un alto comportamiento hidrofílico aún después de su fotoactivación, lo que es concordante con los resultados obtenidos en este estudio.⁽²⁴⁾

Otro punto importante, es que el monómero HEMA disminuye la presión de vapor de agua, de esta forma grandes concentraciones de HEMA dificultan la completa evaporación del agua como solvente del adhesivo, imposibilitando un correcto grado de conversión del monómero.⁽²³⁾ Este ultimo punto es de suma importancia en la degradación hidrolítica, ya que al tener monómero residual que no polimerizó, obtenemos enlaces libres a los cuales puede llegar a enlazarse el

agua y además, obtendremos menores propiedades mecánicas del polímero como resultado.⁽²³⁾

Otra diferencia en la composición, es que One Coat Bond SL tiene como solvente agua en su composición, mientras que All Bond Universal tiene como solvente alcohol en combinación con agua. El alcohol permite una mejor evaporación del agua al estar en contacto con el aire a presión de la jeringa triple, lo que ayuda a una mayor evaporación del agua remanente, por ende obtenemos un mejor grado de conversión, permitiendo la formación de polímeros de mayor peso molecular, obteniendo como resultado una capa de adhesivo con mayor hidrofobicidad.⁽²³⁾

Otro punto de gran importancia es la presencia de MDP (metacriloilfosfato dihidrogenado) en la composición del adhesivo All Bond Universal. En un estudio realizado por Moncada y cols. en el año 2014 se observó que la molécula de MDP mejora la resistencia a la biodegradación de la interface adhesiva. Esto se debe a las múltiples formaciones de nanocapas de iones de Ca que unidas al MDP protegen a las fibras colágenas de la dentina de una hidrólisis.⁽²⁵⁾ En otro estudio realizado por Yoshida y cols. en el año 2004 se observó que el MDP se une de manera eficientemente estable a la hidroxiapatita, no así otros monómeros como el MET (metacriloil trimelítico), siendo este último de unión no hidrolíticamente estable como la unión que forma el MDP.⁽²⁶⁾

Estas últimas afirmaciones sumado a lo obtenido en este estudio, deja claro que es favorable la presencia de MDP en la formulación de los adhesivos, en este caso el universal, ya que nos permitirá obtener una menor afinidad por el agua para la consecuente hidrólisis del adhesivo, por ende una mayor hidrofobicidad, lo que resulta en una ventaja para este material. Esto no será igual de favorable para adhesivos que tengan diferente composición como es en el caso de One Coat Bond SL que contiene monómeros diferentes como HEMA, el cual no forma este coeficiente de partición tan elevado como en el caso de MDP.

CONCLUSIONES

De acuerdo a la metodología utilizada en este estudio y a los resultados obtenidos en él, se podría concluir lo siguiente:

1. Cuando ambos adhesivos son fotoactivados por el tiempo indicado por cada fabricante, existen diferencias significativas en el ángulo de contacto obtenido por All Bond Universal al ser comparado con One Coat Bond SL.
2. No existen diferencias significativas en el ángulo de contacto obtenido cuando se comparan ambos adhesivos fotoactivados con el doble de tiempo recomendado por el fabricante.
3. El adhesivo All Bond Universal presenta un comportamiento hidrofóbico mayor al que presenta One Coat Bond SL, por lo tanto se rechaza la hipótesis 1 que dice que no existen diferencias en el comportamiento hidrofílico e hidrofóbico de un adhesivo universal y uno convencional de 5^a generación, al ser aplicados con la técnica del fabricante y se aprueba la hipótesis 2 que dice que al aumentar el tiempo de fotoactivación el grado de hidrofobicidad no varía.

BIBLIOGRAFÍA

1. Macchi R. Materiales Dentales. 4^a. Argentina: Panamericana; 2007.
2. Bader M, Pierret P, Reyes C, Col. Y. BioMater. Rev la Soc Científica Grup Chil Mater Dent. 2014;1(2):71–88.
3. Dourado A, Reis A. Sistemas adhesivos. Rev Oper Dent y Biomater. 2006;1(2):13–28.
4. Cadenaro M, Antonioli F, Sauro S, Tay FR, Di Lenarda R, Prati C, et al. Degree of conversion and permeability of dental adhesives. Eur J Oral Sci. 2005;113(6):525–30.
5. Alex G. Universal Adhesives: The Next Evolution in Adhesive Dentistry? Compendium. (January) 2015; 36(1):15–24.
6. Rodríguez G, Douglas R. Current trends and evolution on dental composites. Acta odontológica Venez. 2008;46(3):1–18.
7. Carrillo C, Monroy M. Materiales de resinas compuestas y su polimerización. ADM. 2009;LXV(4):10–7.
8. García A, Martínez M, Cabanes J, Col. A review of the materials and clinical indication. Med Oral Cir Bucal. 2006;11:215–20.
9. Anusavice K. Phillips. Ciencia de los materiales dentales. España: Elsevier; 2004.
10. Hervás A, Martínez MA, Cabanes J, Col. Y. Resinas compuestas. Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. Med oral Patol oral Cirujía bucal.

2006;11:215–20.

11. Alemany C. La evolución de la adhesión a dentina. *Av Odontoestomatol.* 2004; 20(1):11–7.
12. Hernández J M. Aspectos prácticos de la adhesión a dentina. *Av Odontoestomatol.* 2004; 6(1):19–32.
13. Cachuté T, Miotto R. Adhesive systems in the modern restorative dentistry. *Rev Odontológica Dominic.* 2004;10:7–10.
14. Silva e Souza MH, Carneiro KGK, Lobato MF, Silva e Souza PDAR, de Góes MF. Adhesive systems: important aspects related to their composition and clinical use. *J Appl Oral Sci* [Internet]. 2010;18(3):207–14. Cited julio 2015. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20856995>
15. Zambrano R, Aguilar C. Adhesivos Dentales en Odontología. Conceptos fundamentales. *RAAO.* 2005; XLIV(3):26–31.
16. Liu Y, Tjäderhane L, Breschi L, Mazzoni A, Li N, Mao J, et al. Limitations in bonding to dentin and experimental strategies to prevent bond degradation. *J Dent Res* [Internet]. 2011;90(8):953–68. Cited julio 2015. Available from: <http://jdr.sagepub.com/cgi/doi/10.1177/0022034510391799>
17. Parra L M, Garzón RH. Sistemas adhesivos autograbadores, resistencia de unión y nanofiltración: una Revisión. *Rev Fac Odontol Univ Antioquia.* 2012; 24(1):133–50.
18. Tay FR, Pashley DH, Suh BI, Hiraishi N, Yiu CKY. Water treeing in simplified dentin adhesives--déjà vu? *Oper Dent.* 2005; 30(5):561–79.

19. BISCO Inc. All-Bond Universal. Instructions for Use [Internet]. U.S.A; 2013. p. 1–4. Cited noviembre 2015. Available from: https://www.bisco.com/catalog/ple_bisco_catitemf.asp?iBrand_Id=158&iCat_Id=1
20. BISCO. All-Bond Universal [Internet]. The first TRULY Universal Dental Adhesive. 2013. p. 1–6. Cited noviembre 2015. Available from: www.bisco.com
21. Easymix M. One Coat Bond. Perfil Técnico Del Producto. Coltène [Internet]. 2004;1–10. Cited noviembre 2015. Available from: www.coltenewhaledent.com
22. Yuan Y, Lee TR. Surface Science Techniques [Internet]. 2013. 3-29 p. Cited diciembre 2015. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-34243-1>
23. Van Landuyt K, Snauwaert J, Munck J, Col. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. Biomaterials. 2007; 28(26):3757–85.
24. Patel M, Johnstone M, Hughes F, Col. The effect of two hydrophilic monomers on the water uptake of a heterocyclic methacrylate system. Biomaterials. 2001;1(22):81–6.
25. Moncada G, García R, Oliveira OB De, Fernández E, Martín J, Vildósola P. Implantología y Rehabilitación Oral Rol del 10-metacriloxidecilo fosfato dihidrogenado en el cambio de paradigma de los sistemas adhesivos integrados en la dentina. Rev clínica Periodoncia, Implantol y Rehabil oral. 2016;7(3):194–9.

26. Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Col. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. J Dent Res. 2004;83(6):454–8.