



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

---



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

EVALUACIÓN IN VITRO DE LA ADHESIÓN Y  
MICROFILTRACIÓN EN DENTINA CON DIFERENTES  
GRADOS DE HUMEDAD UTILIZANDO EL ADHESIVO  
PRIME&BOND UNIVERSAL™.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N A   D E N T I S T A

P R E S E N T A:

SANDRA MAYTE GRANADOS MONDRAGÓN

TUTORA: Esp. MÓNICA PEÑA CHÁVEZ

ASESORA: Mtra. JUANA PAULINA RAMÍREZ ORTEGA

MÉXICO, Cd. Mx.

2018



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



---

*Antes que nada, agradezco a Dios por regalarme una familia maravillosa, por permitirme llegar a este punto de mi vida, por cuidar de todas las personas que me rodean y a quienes amo, te agradezco por cada una de las pruebas que has puesto en mi camino.*

*A mi padre Marcelino Granados Cruz que siempre nos visualizó terminado nuestras carreras universitarias y con su famosa cuenta hasta tres nos hizo entender de razones, por su confianza y sus preguntas interminables.*

*A mi madre Irma Mondragón por ser la mejor psicóloga, por cuidar nuestros corazones rotos, por exigirme siempre más y hacerme caer en cuenta de mis infinitos errores, porque jamás me permitió dar media vuelta.*

*A mis hermanas Gisela con sus dichos muy mal dichos y Tatiana nuestra romántica empedernida. Siempre han sido un ejemplo a seguir para mí, gracias por no juzgarme, soportarme, escucharme, por el amor que nos tenemos, por siempre estar disponibles para mí y por nuestros sueños juntas.*

*A los amigos que conocí a lo largo de la carrera con quienes reí, llore, me enoje y a pesar de todo no me dejaron sola, siempre trataron de darme los mejores consejos, gracias por las vastas experiencias y por permitirme formar parte de su vida Alexia, Kevin, Alberto, Zaira y Dianita.*

*A mi tutora Esp. Mónica Peña Chávez por sus enseñanzas, paciencia, ayuda, por brindarme su amistad, por el interés y compromiso a lo largo de este proyecto y desde tiempo antes.*



---

*A la Mtra. Juana Paulina Ramírez Ortega por compartir sus conocimientos, por el compromiso y apoyo a lo largo este trabajo.*

*A César Soriano por su amistad, paciencia y disponibilidad en el laboratorio, gracias por las bonitas fotos.*

*Al departamento de Materiales Dentales, a sus colaboradores por el apoyo brindado y las facilidades para la realización de este estudio.*

*A mis profesores que aman lo que hacen y me motivaron con su energía, sus conocimientos y experiencias gracias por regalarme parte de su conocimiento.*

*A la UNAM por ser mi segunda casa y permitirme formarme en ella, principalmente a la Facultad de Odontología en la cual gocé y lloré a lado de personas que comparten mí mismo sueño de la que me llevó no sólo un crecimiento profesional sino también personal.*



## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	6
2. MARCO TEÓRICO .....	8
2.1 Conceptos de adhesión.....	8
2.1.1 Definición de adhesión .....	8
2.1.2 Sistema de adhesión dentinario .....	8
2.1.3 Capa híbrida .....	10
2.1.4 Prolongaciones retentivas del adhesivo .....	10
2.2 Clasificación de adhesivos .....	12
2.3 Mecanismos de adhesión dentinaria .....	14
2.3.1 Adhesión física o micromecánica .....	14
2.3.2 Adhesión química .....	14
2.4 Adhesión a esmalte y dentina .....	16
2.5 Presencia de humedad en la dentina .....	18
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	20
4. JUSTIFICACIÓN.....	21
5. HIPÓTESIS.....	22
5.1 Hipótesis nula $H_0$ .....	22
5.2 Hipótesis de trabajo $H_T$ .....	22
6. OBJETIVOS.....	23
6.1 Objetivo general .....	23
6.2 Objetivos específicos.....	23
7. MATERIAL Y MÉTODO .....	24
7.1 Tipo de estudio .....	24
7.2 Población de estudio y muestra .....	24
7.3 Criterios de inclusión .....	24
7.4 Criterios de exclusión .....	24
7.5 Criterios de eliminación .....	24
7.6 Material.....	25
7.7 Equipo .....	26



---

---

7.8 Método .....	27
7.9 Muestras para la prueba de resistencia a la adhesión .....	28
7.10 Prueba de resistencia de adhesión por cizalla .....	29
7.11 Muestras para la prueba de microfiltración.....	30
7.12 Prueba de microfiltración.....	31
8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	33
9. RESULTADOS .....	34
9.1 Prueba de resistencia de adhesión por cizalla .....	34
9.2 Prueba de microfiltración.....	36
10. DISCUSIÓN .....	38
11. CONCLUSIONES .....	41
12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42



## 1. INTRODUCCIÓN

La adhesión en la práctica odontológica juega un papel importante, actualmente se busca que la estética y la funcionalidad vayan de la mano, lo que ha propiciado que el odontólogo realice restauraciones que den solución a las diferentes situaciones que se presenten en el día a día utilizando adhesivos para unir la superficie dental con el material restaurador. En estas restauraciones se crean interfaces entre la superficie dentinaria y el adhesivo, si no están en íntima relación se podría generar el fracaso del tratamiento, sensibilidad posoperatoria, reincidencia de caries y pérdida de la restauración, entre otros.

La adhesión dentinaria está dada por la formación de la capa híbrida, definida por Nakabayashi en 1982, como una zona de conexión entre el adhesivo, las fibras de colágena y dentina acondicionada. El proceso de hibridación se lleva a cabo después de la desmineralización de la dentina, provocada por el acondicionador ácido que expone la red de colágena y crea microporosidades que serán impregnadas con monómeros de baja viscosidad, los que polimerizan dentro de los túbulos dentinarios, a este fenómeno de interacción entre el adhesivo, las proteínas colágenas, no colágenas y el componente inorgánico de la dentina, se le denomina capa híbrida.

El adhesivo debe ser capaz de humectar la superficie dental, tener baja tensión superficial para que posterior al acondicionamiento dental pueda penetrar en las microporosidades de la dentina y polimerizar dentro de estas. Los adhesivos poseen componentes hidrofílicos e hidrofóbicos; los primeros facilitan la permeabilidad de los monómeros en la matriz de colágeno favoreciendo la formación de la capa híbrida y los segundos

benefician la adhesión a la resina hidrofóbica de la restauración, por esta razón se busca que el adhesivo al ser aplicado sea muy hidrófilo para



poder humectar e interactuar con las moléculas de agua de la dentina y posterior a su polimerización se transforme en un elemento hidrofóbico con el fin de repeler el agua e impedir su absorción, para así retrasar el proceso de hidrólisis.

Los adhesivos universales son aquellos que logran adherir diferentes sustratos dentales como esmalte y dentina con biomateriales de otro origen, por ejemplo: metales, porcelanas, resinas compuestas, etc. Estos adhesivos se han fabricado con el fin de facilitar el trabajo del odontólogo con una presentación comercial de un solo frasco; otro de sus objetivos es mejorar la resistencia adhesiva a diferentes materiales de restauración en presencia de distintos grados de humedad dentinaria, por estas razones el propósito de este estudio es evaluar el valor de microfiltración y la fuerza de adhesión del adhesivo Prime&Bond Universal™ en dentina húmeda y dentina mojada, ya que aparte de las características mencionadas el fabricante refiere que posee mayor contenido de moléculas hidrofílicas que beneficiarán la fuerza de adhesión sin importar el grado de humedad presente en la dentina.

Este estudio in vitro se llevó a cabo en el laboratorio de Materiales Dentales, Facultad de Odontología UNAM. Las pruebas de adhesión y microfiltración se realizaron en dientes extraídos para simular las condiciones reales en determinada situación clínica.



## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Conceptos de adhesión**

#### **2.1.1 Definición de adhesión**

La adhesión es el mecanismo por el cual se unen dos o más superficies de diferente naturaleza. En odontología hablamos de unir superficies dentales (dentina y esmalte) con diferentes biomateriales restauradores.<sup>1,2</sup>

La correcta adhesión de las restauraciones a las superficies dentarias contribuye a sellar interfases, hecho que repercute en diferentes aspectos como menor riesgo de microfiltración, proliferación de bacterias, sensibilidad postoperatoria; en parte puede contrarrestar la contracción que se presenta por la polimerización de la resina compuesta, también consigue una apropiada retención y sellado marginal.<sup>3</sup>

#### **2.1.2 Sistema de adhesión dentinario**

Conjunto de biomateriales que permiten acondicionar la superficie dentinaria para que sea capaz de interactuar con las moléculas hidrofóbicas del adhesivo y de la resina compuesta u otro biomaterial restaurativo para lograr la unión de dos o más superficies.<sup>4,5</sup>

Idealmente el adhesivo debería ser una resina que posea baja viscosidad, que la contracción posterior a su polimerización sea mínima y el espesor resultante de la capa adhesiva sea delgado, otro factor importante es la elasticidad de la película que se crea el proceso de adhesión, ya que una capa adhesiva elástica puede actuar como rompedor de fuerzas al estrés de contracción, lo que permite transmitir la presión aplicada a través de la restauración hacia la estructura dentaria



---

remanente para lograr su disipación sin generar daños y beneficiar a la distribución de las fuerzas de masticación.<sup>1,2,6,7</sup>

Dentro de los sistemas adhesivos hay un agente grabador que es el encargado de acondicionar la superficie dental, desmineralizando parcialmente y exponiendo los túbulos dentinarios, es de suma importancia que el adhesivo posea moléculas hidrofílicas, ya que estas ayudaran a que el adhesivo penetre los canales dentinarios en presencia de humedad y por ende beneficia la formación de las prolongaciones resinosas del adhesivo. Otros componentes son resinas hidrofóbicas que posterior al proceso de polimerización crean la capa híbrida y evitan en cierto grado la microfiltración, entre otros componentes están activadores para el proceso de polimerización y disolventes que actúan como vehículo para el adhesivo.<sup>4</sup>

Los sistemas adhesivos poseen entre sus componentes agentes grabadores, *primers* y el adhesivo, que pueden presentarse juntos o separados.<sup>8</sup>

Fuera de la composición del adhesivo se utiliza un material como agente grabador, generalmente ácido fosfórico en una concentración aproximada de 35% a 37%, se puede usar para realizar la técnica de grabado total y grabado selectivo, el uso de ácido grabador crea microporosidades, abre los túbulos dentinarios y deja expuesta la red de colágena, ayuda a eliminar el barrillo dentinario generado durante la preparación de las cavidades dentales.<sup>8,9</sup>

Dentro de los adhesivos actuales se encuentran los *primers* o agentes imprimadores y se encargan de que el adhesivo se infiltre dentro de las microporosidades de los tejidos dentarios y que se alojen en los túbulos dentinarios para posteriormente polimerizar gracias a la presencia de canforoquinonas dentro de los mismos; en los adhesivos están incluidos



disolventes que pueden ser a base de alcohol, acetona o agua o una mezcla de estos, incluyen monómeros como Hidroxietil Metacrilato (HEMA) y Bifenil Dimetacrilato (BPDM) que por su comportamiento hidrófilo beneficia la infiltración a la dentina y su unión química.<sup>3,10</sup>

En los componentes del adhesivo también se presentan monómeros hidrófobos como Bisfenol Glicidil Metacrilato (BIS-GMA) y Dimetacrilato de Uretano (UDMA) que facilitarán la unión a los biomateriales de restauración resinosos y ayudarán a repeler fluidos disminuyendo el nivel de microfiltración.<sup>3,10</sup>

### **2.1.3 Capa híbrida**

La formación de esta capa es fundamental para la adhesión dentinaria y se da mediante el proceso de hibridación, que es el reemplazo de los cristales de hidroxiapatita y de las moléculas de agua superficiales presentes en la dentina por un adhesivo; la dentina en su parte superficial posee más dentina intertubular que beneficia significativamente la formación de la capa híbrida. Esta se forma tras la infiltración de moléculas hidrófilas del adhesivo por medio del disolvente que penetra en la dentina peritubular e intertubular a través de la malla de colágena expuesta y posterior a ello se polimeriza, logrando así la traba micromecánica.<sup>2,11,12</sup>

### **2.1.4 Prolongaciones retentivas del adhesivo**

Las prolongaciones de resina se forman por la filtración del adhesivo a los túbulos dentinarios, quedando atrapados después del proceso de polimerización, en este caso la dentina profunda que contiene mayor cantidad de túbulos dentinarios beneficia la formación de las prolongaciones del mismo adhesivo; resulta fundamental que el número



---

de prolongaciones que se generen sea elevado para tener mayor grado de adhesión.<sup>11,12</sup>



## 2.2 Clasificación de adhesivos

Los adhesivos se pueden clasificar en generaciones; estas corresponden al orden en que fueron apareciendo en el mercado. Actualmente hay siete generaciones siendo de las más relevantes la cuarta, quinta y la séptima generación; la cuarta generación consta de tres pasos los cuales son grabado y lavado del sustrato dental, imprimador y finalmente el adhesivo, los adhesivos de esta generación logran un elevado nivel de adhesión a esmalte y dentina, la quinta generación reduce el número de pasos clínicos para su aplicación, pero siguen utilizando la técnica de grabado y lavado, se mejoró la adhesión de biomateriales cerámicos, metales, entre otros a esmalte y dentina, también se redujo la sensibilidad postoperatoria. La séptima generación es de reciente aparición, su presentación es de un solo bote, sistema autograbante, estos adhesivos logran adherir satisfactoriamente sustratos dentales y no dentales, también se redujo significativamente la sensibilidad postoperatoria.<sup>2,3,8</sup>

Otras clasificaciones se basan en el número de pasos y en base en la acción del agente grabador.

Existen los adhesivos no autograbantes (*Etch-and-rinse*) y los autograbantes (*Self-etch*).<sup>7</sup>

Los adhesivos no autograbantes requieren un mayor tiempo de trabajo y aumenta el número de pasos para su aplicación, pueden ser de dos o tres pasos; necesitan acondicionamiento del sustrato dental con ácido fosfórico, lavado de la zona posterior a su aplicación para eliminar en su totalidad el ácido grabador evitando que los residuos de este continúen desmineralizado el sustrato, después del grabado y lavado es necesario retirar el exceso de humedad de la superficie dental evitando desecar la dentina, concluido este paso se coloca el *primer* y el adhesivo, estos dos últimos pueden presentarse separados (4° generación) o en una sola



botella (5° generación). Estos adhesivos logran un nivel de resistencia adhesiva de aproximadamente 31 MPa.<sup>4,5,7</sup>

Los adhesivos autograbantes pueden presentarse en un solo bote o en dos botes; los de dos botellas contiene en una el agente grabador y el *primer* y en otra el adhesivo. Su efecto autograbante reduce el tiempo de trabajo porque no se tiene que lavar, no elimina el barrillo dentinario, sino que lo incorpora o lo atraviesa para dar pie a la formación de la capa híbrida, con esta técnica se disminuye la sensibilidad posoperatoria y se obtiene un eficaz nivel de adhesión en dentina, pero en el esmalte el acondicionamiento ácido es deficiente por la baja acidez que poseen lo que reduce el nivel de adhesión a este sustrato, por este motivo algunos autores aconsejan realizar un grabado selectivo en esmalte antes de colocar el adhesivo autograbante para así lograr una resistencia adhesiva de aproximadamente 20 MPa en esmalte y 18 MPa en dentina.<sup>4,7,8,10,13</sup>

Los adhesivos universales logran alto nivel de adhesión química y micromecánica en esmalte y dentina; en esta última logra un alto nivel de adhesión en presencia de humedad. Pueden ser utilizados con las diferentes técnicas de grabado ácido según sea requerido por el material de restauración, también se pueden utilizar con el método de autograbado, por sus características pueden pertenecer a la quinta o séptima generación antes mencionadas por su capacidad de unir diferentes sustratos, logrando un alto valor de fuerza adhesiva entre esmalte y dentina de aproximadamente 18 a 35 MPa, reduciendo la sensibilidad postoperatoria y el número de pasos requeridos en el proceso de adhesión.<sup>2,8,10,14</sup>



## **2.3 Mecanismos de adhesión dentinaria**

Está dada principalmente por dos mecanismos, el físico o micromecánico y el químico que representa una unión secundaria.

### **2.3.1 Adhesión física o micromecánica**

Se logra posterior al acondicionamiento ácido, al crear microporosidades en el sustrato dentinario para que el adhesivo penetre dentro de los túbulos dentinarios, incluyendo sus ramas laterales por medio de la capilaridad, que después de la polimerización forma la capa híbrida a través de las prolongaciones del adhesivo, ambas encargadas de crear retención por traba mecánica.<sup>15</sup>

### **2.3.2 Adhesión química**

La adhesión química se puede lograr posterior a la retención micromecánica del adhesivo, cuando este se encuentre en íntimo contacto con el sustrato dentinario. La unión química se lleva a cabo por la presencia de los ácidos carboxílicos en las sustancias imprimantes del adhesivo que se unen al calcio de los cristales de hidroxiapatita y a las fibras colágenas de la dentina.<sup>2,6,16</sup>

Entre los tipos de adhesión química tenemos los enlaces iónicos los cuales se dan por atracción de cargas eléctricas de diferente polaridad; este tipo de enlaces se presentan en materiales cerámicos. Los enlaces covalentes forman moléculas a través de átomos que comparten electrones creando uniones fuertes, estos enlaces son característicos de los polímeros y resinas sintéticas.<sup>16</sup>



---

La adhesión química a los tejidos dentarios utilizando un solo adhesivo o solo una técnica es bastante compleja, por el nivel de mineralización, el porcentaje de contenido orgánico y la presencia de diferentes grados de humedad en cada uno de los tejidos.<sup>16</sup>



## 2.4 Adhesión a esmalte y dentina

El esmalte resulta ser el sustrato ideal para el proceso de adhesión, por su alto nivel de calcificación y su bajo contenido de agua; si tenemos el cuidado necesario para no contaminar la superficie y acondicionarla correctamente se pueden conseguir valores de adhesión mayores a 15 MPa, cabe mencionar que se considera que la adhesión es ideal cuando es mayor o igual a 20M Pa.<sup>11,12</sup>

La dentina, por el contrario, es un sustrato bastante complicado para adherir algún material restaurador ya que está sujeto a factores como la edad, la disminución de la permeabilidad, la formación de dentina esclerótica y sobre todo la presencia de diferentes grados de humedad que la han convertido en un reto para lograr la adhesión ideal. En su composición están presentes fibras colágenas y cristales de hidroxiapatita lo que la hace menos calcificada que el esmalte, también está en íntimo contacto con la pulpa por la presencia de los túbulos dentinarios lo que convierte a la dentina en un tejido con elevado grado de permeabilidad en dentina joven.<sup>5,11,12,17</sup>

El procedimiento de adhesión a dentina requiere de un previo acondicionamiento ácido lo que ocasiona una superficie irregular con los túbulos dentinarios expuestos que le permite ser infiltrada por los componentes del adhesivo. El siguiente paso es impregnar la dentina con el adhesivo, por esta razón es necesario que el adhesivo posea moléculas hidrofílicas que junto con el disolvente le permitan humectar, unirse e interactuar con las moléculas de agua de la dentina y así poder desplazarse dentro de los túbulos dentinarios y sus ramificaciones laterales e impregnar la malla de colágena expuesta por el acondicionamiento ácido, posterior a su infiltración, el adhesivo se polimeriza dentro de la estructura dentinaria generando una retención micromecánica dentro de la malla de colágena, concluyendo el proceso



---

de adhesión que se considera efectivo cuando es mayor o igual a 17MPa.<sup>3,11</sup>



## 2.5 Presencia de humedad en la dentina

La presencia de humedad en la dentina que corresponde aproximadamente a un 12% del total de su estructura, reduce la energía superficial y en conjunto con el bajo contenido hidrófilo de los adhesivos no se lograba una correcta interacción con las moléculas de agua de la dentina, limitando su infiltración en la estructura dentinaria para posteriormente endurecer, resultando en una adhesión poco satisfactoria.<sup>2,11,15,18</sup>

Resulta difícil tener un control exacto de la humedad que posee la dentina, sobre todo cuando no se tiene la precaución de realizar correctamente el aislamiento absoluto o un buen aislamiento parcial de la zona que se está trabajando, si se contamina con saliva o sangre, representaría un problema significativo en el proceso de adhesión ya que alteran la energía superficial de la dentina, principalmente en los sistemas autograbantes donde es conveniente no volver a lavar la superficie dental después de su aplicación.<sup>2,12</sup>

La presencia de humedad en la dentina puede ser favorable hasta cierto grado y la falta de humedad en su totalidad resultaría completamente desfavorable en el proceso de adhesión. Durante el procedimiento de acondicionamiento se debe tener cuidado de no sobrepasar el tiempo del uso del ácido grabador pues en lugar de lograr una superficie irregular favorable para la adhesión, convierte a la dentina en un sustrato liso sin retención. Posterior al grabado ácido y con el objetivo de eliminar el exceso de humedad dentinaria, se puede cometer el error de desecar la dentina al momento de utilizar el aire a presión lo que provocaría el colapso de las fibras colágenas reduciendo su permeabilidad, así como la obstrucción de los canales que deben ser impregnados por el adhesivo lo que resultaría en una capa híbrida deficiente. Por otro lado, una dentina mojada representa otro grave problema, pueden estar presentes vesículas de agua ocupando el espacio que le corresponde al adhesivo y



si el adhesivo que se utiliza no posee alto contenido de moléculas hidrofílicas no podrá interactuar correctamente con las moléculas de agua presentes en la dentina y por lo tanto no se infiltra dentro de los túbulos dentinarios ni en sus ramificaciones laterales para formar parte de la red de colágena resultando una deficiente fuerza de adhesión.<sup>12</sup>

Cuando la fuerza de adhesión a los tejidos dentinarios es menor a la fuerza de contracción de la resina compuesta se crean interfases durante la fotopolimerización, si durante el proceso de adhesión no se logran sellar las interfases correctamente se da lugar al proceso de microfiltración haciendo fallar la unión formada entre dentina y adhesivo que a su vez propicia la invasión bacteriana, la sensibilidad posoperatoria, caries recurrente y puede llegar a la pérdida de las restauraciones.<sup>6,13</sup>



### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Conociendo las múltiples características que convierten a la dentina en un sustrato complejo en el proceso de adhesión, principalmente el manejo de la presencia de humedad o la falta de la misma, algunas casas comerciales se dieron a la tarea de crear nuevos sistemas adhesivos que favorezcan la adhesión de diferentes biomateriales dentales a la dentina ya sea húmeda o mojada para así obtener valores que cumplan los estándares requeridos para la adhesión en dentina, reduciendo la microfiltración dentinaria y la sensibilidad postoperatoria.

Con base en lo mencionado por el fabricante del adhesivo utilizado en este estudio que refiere poseer alto contenido de moléculas hidrofílicas, nos planteamos las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿El adhesivo Prime&Bond Universal™ por su alto contenido hidrofílico será capaz de proveer alta resistencia adhesiva en presencia de dentina húmeda y mojada?
2. ¿El adhesivo Prime&Bond Universal™ proporcionará buen sellado marginal y logrará disminuir el grado de microfiltración de las restauraciones de resina realizadas en cavidades húmedas y mojadas?



## 4. JUSTIFICACIÓN

Gracias a las propiedades que poseen los sistemas adhesivos universales son capaces de adherirse a diferentes sustratos dentales tanto micromecánicamente como químicamente en presencia de diferentes grados de humedad dentinaria sin contaminación de fluidos como saliva o sangre, logrando humectar satisfactoriamente la superficie dental y formar parte de la malla de colágena favoreciendo el proceso de adhesión, se realice o no el grabado ácido de las estructuras dentales.

Los resultados de esta investigación permitirán corroborar si el adhesivo Prime&Bond Universal™ tiene mayor comportamiento hidrofílico en comparación de lo reportado en la literatura para los adhesivos universales, que le permite interactuar satisfactoriamente con dentina húmeda y mojada, consiguiendo valores adecuados de adhesión que reducirían significativamente la microfiltración dentinaria como lo menciona el fabricante, dando un mejor pronóstico a las restauraciones a largo plazo.



## 5. HIPÓTESIS

### 5.1 Hipótesis nula $H_0$

- La adhesión a la dentina será igual en dentina húmeda y dentina mojada.
- El grado de microfiltración será igual en dentina húmeda que en dentina mojada.

### 5.2 Hipótesis de trabajo $H_T$

- La adhesión a la dentina será diferente en dentina húmeda y dentina mojada.
- El grado de microfiltración será diferente en dentina húmeda que en dentina mojada.



## 6. OBJETIVOS

### 6.1 Objetivo general

Determinar la microfiltración y la fuerza de adhesión del adhesivo universal Prime&Bond Universal™ con la resina compuesta Filtek™ Z250 XT (3M ESPE) en dentina con diferentes grados de humedad.

### 6.2 Objetivos específicos

1. Realizar la prueba de adhesión en dentina húmeda de 20 premolares humanos con el adhesivo Prime&Bond Universal™ y la resina Filtek™ Z250 XT (3M ESPE) por el método de cizalla.
2. Realizar la prueba de adhesión en dentina mojada de 20 premolares humanos con el adhesivo Prime&Bond Universal™ y la resina Filtek™ Z250 XT (3M ESPE) por el método de cizalla.
3. Realizar la prueba de microfiltración en cavidades clase II, restauradas con el adhesivo Prime&bond Universal™ y con la resina compuesta Filtek™ Z250 XT (3M ESPE) en 20 premolares humanos en dentina húmeda.
4. Realizar la prueba de microfiltración en cavidades clase II, restauradas con el adhesivo Prime&bond Universal™ y con la resina compuesta Filtek™ Z250 XT (3M ESPE) en 20 premolares humanos en dentina mojada.



---

## **7. MATERIAL Y MÉTODO**

### **7.1 Tipo de estudio**

Experimental y transversal.

### **7.2 Población de estudio y muestra**

Adhesivo universal Prime&Bond Universal™ (Dentsply Sirona).

### **7.3 Criterios de inclusión**

- Premolares extraídos por razones ortodónticas con una antigüedad no mayor de 3 meses conservados en suero fisiológico a 4°C, totalmente limpios y libres de tejido blando.

### **7.4 Criterios de exclusión**

- Premolares que presenten fracturas.
- Premolares que presenten caries.

### **7.5 Criterios de eliminación**

- Dientes que durante el estudio se fracturen.
- Premolares con defectos profundos en dentina y esmalte que no se identifique a simple vista.



## 7.6 Material

- Más de 40 premolares superiores e inferiores
- Sistema adhesivo Prime&Bond Universal™
- Bitácora
- Resina 3M ESPE Filtek™ Z250 XT
- Fresas de diamante de punta redondeada
- Fresas de pera de carburo
- 1X4
- Curetas Gracey
- Espátulas de resina
- Esmalte de uñas AVON color rojo y azul
- Azul de metileno al 2%
- Punta de jeringa triple
- Ácido fosfórico Prime-Dent® al 37%
- Microbrush delgado y mediano
- Campos, cubrebocas y guantes
- Lentes de protección
- Piedra pómez de partícula fina
- Cepillo para limpiar platos
- Godete de vidrio
- Loseta de vidrio
- Reglas de plástico 30 cm
- Acrílico autopolimerizable Quarz de color verde y violeta
- Plastilina Play-Doh
- Algodón y gasas
- Papel de carburo de silicio número 100 y 600
- Arillos de PVC
- Espuma floral OASIS
- Kit para pulir resinas MICRODONT



## 7.7 Equipo

- Lámpara de fotopolimerizar Blue Phase N®
- Cronómetro
- Pieza de mano alta velocidad W&H
- Pieza de mano de baja velocidad Borgatta®
- Máquina de Termociclado
- Máquina universal de pruebas mecánicas marca INSTRON modelo 5567
- Cortadora de disco Hamco Gillings Machines, USA
- Pulidor metalográfico
- Microscopio LOMO
- Radiómetro Demetron®
- Vernier digital Mitutoyo®
- Horno de temperatura controlada a 37°C marca Felisa®
- Paralelizador Leitz Wetzlar Germany



## 7.8 Método

Se emplearon 40 premolares permanentes los cuales se mantuvieron con agua y en refrigeración para mantener su hidratación hasta ser requeridos en la etapa experimental.

Previo a su utilización los dientes se limpiaron con curetas, se les realizó profilaxis con una mezcla de piedra pómez con agua y se lavaron a chorro de agua para eliminar residuos.

Se seleccionaron 20 dientes al azar para cada prueba, donde cada diente se ocupó tanto para el grupo control como para el experimental:

- Grupo control. Se trabajó en dentina húmeda, retirando el exceso de agua con una torunda de algodón seca.
- Grupo experimental. Se utilizó dentina mojada colocando una gota de agua con una torunda de algodón mojada.

Para el manejo del adhesivo y de la resina compuesta se siguieron indicaciones de los fabricantes y se trabajó con la lámpara de fotopolimerización con intensidad de 800 mw/cm<sup>2</sup> en el programa high, el adhesivo se fotopolimerizó durante 10 segundos y la resina compuesta durante 20 segundos cada capa de 2mm (técnica incremental).



## 7.9 Muestras para la prueba de resistencia a la adhesión

Cada premolar fue posicionado dentro del arillo de PVC sobre la loseta de vidrio, aleatoriamente fueron colocadas diez muestras con la cara vestibular hacia arriba y diez hacia abajo, cubriendo el diente con resina acrílica color verde para el lado control, y color violeta para el lado experimental.

Posteriormente el lado de color verde fue desbastado en el pulidor metalográfico con papel de carburo de silicio grano 100 y grano 600, el primero para exponer la dentina y el segundo para dejar la superficie libre de rugosidades. Se verificó que las superficies estuvieran planas con el paralelizador.

Para la elaboración de las muestras se posicionó el aditamento de teflón Ultradent Products Inc. centrándolo en la dentina, se aplicó primero el adhesivo y fotopolimerizó, se colocó la resina compuesta y se fotopolimerizó. Las 20 muestras, fueron almacenadas en agua a 37°C en el horno durante 72 horas.

## 7.10 Prueba de resistencia de adhesión por cizalla

Pasadas las 72 horas se sacaron las muestras del horno y se prosiguió a obtener el área del botón de resina para poder obtener el resultado. Las muestras se colocaron en el soporte de acero inoxidable de forma vertical en la máquina universal de pruebas mecánicas ejerciendo la carga sobre el botón de resina con velocidad constante de 1 mm por 1 minuto.

Después de ejecutar la prueba en las muestras control, se prepararon las del grupo experimental y se sometieron a la prueba de resistencia de adhesión por cizalla de la misma forma descrita anteriormente (Figura 1).

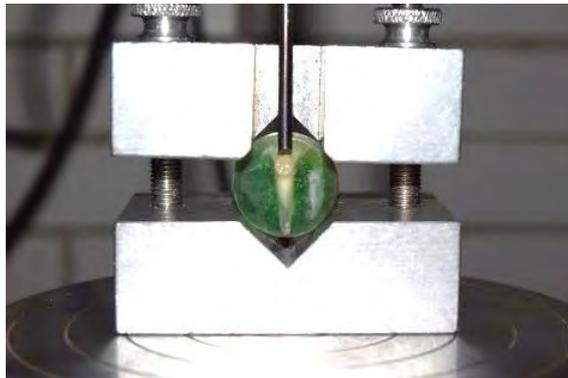


Figura 1. Prueba de resistencia de adhesión por cizalla. Fuente directa



## 7.11 Muestras para la prueba de microfiltración

Las raíces de los dientes se barnizaron con esmalte de uñas por mesial y distal designado al azar el grupo control (azul) y el grupo experimental (rojo). Se realizaron dos preparaciones cavitarias Clase II por mesial y distal con pieza de mano de alta velocidad bajo irrigación constante, utilizando fresa de diamante de punta redondeada y fresa de carburo de tungsteno en forma de pera, desechadas cada tres dientes. Las cavidades se estandarizaron con ayuda de un alambre de ortodoncia doblado para obtener una anchura y profundidad de 3 mm.

Se trabajó con acondicionamiento ácido selectivo bajo el siguiente protocolo:

- Aplicación del ácido fosfórico durante 15 segundos sobre esmalte, lavado de la superficie con punta de jeringa triple durante 15 segundos.

Posteriormente se aplicó el adhesivo y se obturó con resina compuesta de acuerdo con las instrucciones del fabricante para después pulir las restauraciones de acuerdo con lo señalado en Método. Se aplicó barniz del color correspondiente de cada grupo dejando 1 mm al margen de la restauración. Las 20 muestras obtenidas, fueron almacenadas en agua a 37°C en el horno durante 24 horas.



## 7.12 Prueba de microfiltración

Los dientes se colocaron en el termociclador para simular el envejecimiento en boca, sumergiéndolos en agua a 58°C y a 5°C ± 1°C durante 20 segundos en cada temperatura hasta cumplir 500 ciclos, y se almacenaron en el horno a 37°C durante 24 horas.

Después de las 24 horas los dientes se fijaron en un bloque de unicel para sumergir únicamente las coronas en azul de metileno al 2% durante 2 horas. Pasado ese tiempo se enjuagaron y cepillaron a chorro de agua para eliminar excedentes (Figura 2).

Los dientes fueron fijados en reglas rígidas con resina acrílica autopolimerizable para ser seccionados mesiodistalmente en la recortadora de dientes (Hamco Gillings Machines, USA) exponiendo ambas restauraciones (Figura 3). Después se fijaron con plastilina en laminillas de papel cascarón y se paralelizaron para observarlas al microscopio con aumento de 32x valorando el grado de microfiltración en ambas restauraciones como se reporta frecuentemente en la literatura (Tabla 1).

Grado de microfiltración	Superficie teñida.
0	Sin microfiltración
1	Esmalte
2	Dentina
3	Fondo de la cavidad

Tabla 1. Escala del grado de microfiltración.<sup>18,19</sup>

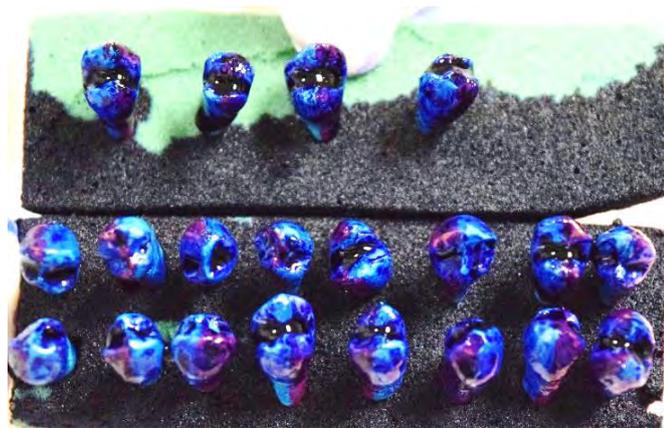


Figura 2. Se muestran los dientes después de ser sumergidos en azul de metileno al 2%. Fuente directa



Figura 3. Corte mesiodistal de las muestras de la prueba de microfiltración. Fuente directa



---

## 8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados obtenidos para la prueba de fuerza de adhesión por resistencia al cizallamiento fueron analizados con el Programa Estadístico Sigma Stat mediante la prueba t de Student con un nivel de confianza del 95%.

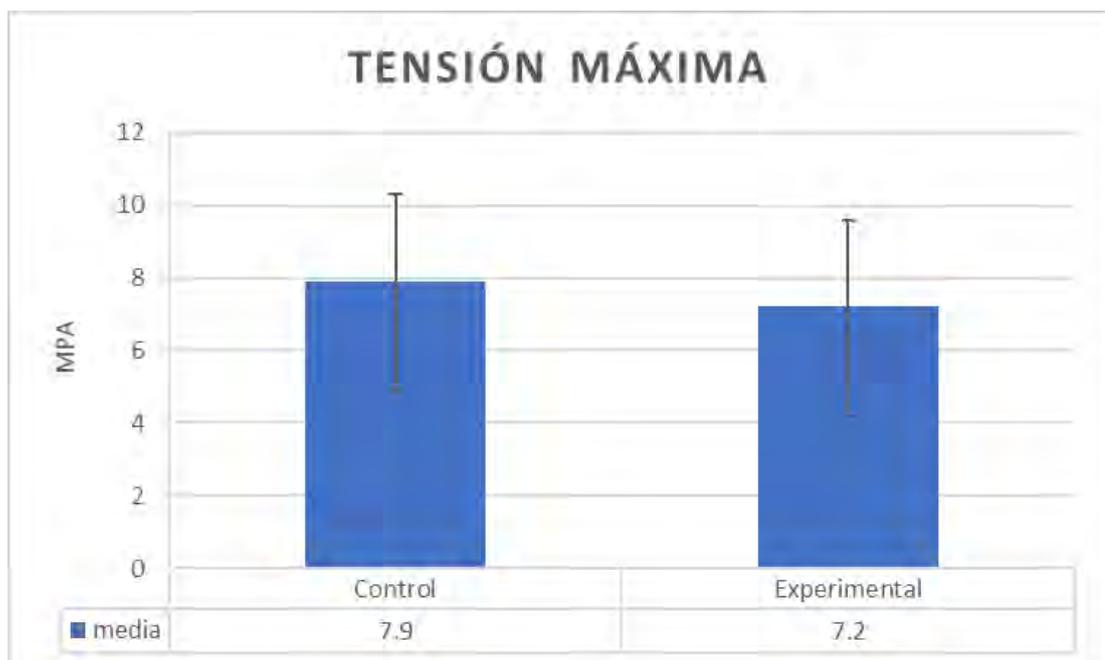
Para los resultados de la prueba de microfiltración se utilizó la prueba estadística de Distribución Chi<sup>2</sup>.

## 9. RESULTADOS

### 9.1 Prueba de resistencia de adhesión por cizalla

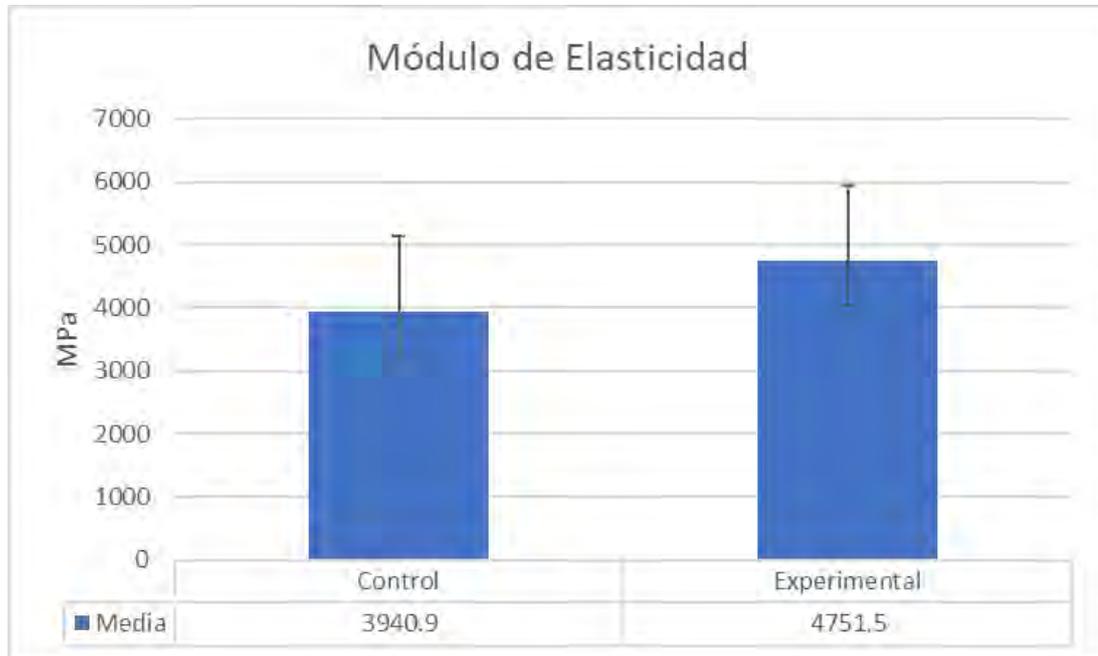
Se realizaron dos análisis, uno para la Tensión Máxima y otra para Módulo Elástico.

En el análisis para la Tensión Máxima no se encontró diferencia estadísticamente significativa ( $p=0.426$ ) entre los grupos control y experimental (Gráfica 1).



Gráfica 1. Resultados del promedio de la Tensión Máxima en la prueba de resistencia de adhesión por cizalla. Fuente directa

En el análisis estadístico del Módulo de Elasticidad se encontró diferencia estadísticamente significativa ( $p=0.039$ ). Ver Gráfica 2.



Gráfica 2. Resultados del Módulo de Elasticidad en la prueba de resistencia de adhesión por cizalla. Fuente directa

## 9.2 Prueba de microfiltración

En la prueba estadística no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre el grupo control y el experimental ( $p=0.845$ ).



Gráfica 3. Se muestra el porcentaje de las muestras que presentaron diferentes grados de microfiltración marginal. *Fuente directa*



Gráfica 4. Se muestra el porcentaje de las muestras que presentaron diferentes grados de filtración marginal. *Fuente directa*



Gráfica 5. Comparación del porcentaje obtenido de microfiltración en dentina húmeda y mojada. Fuente directa



## 10. DISCUSIÓN

En este estudio los valores que se obtuvieron de tensión máxima 7.9 (dentina húmeda) y 7.2 (dentina mojada), a pesar de que fueron semejantes entre ambos, la fuerza de adhesión queda por debajo de los reportados por Kumagai RY, Reis AF (28 MPa en dentina húmeda y 25 MPa en dentina mojada), por otro lado, los resultados en ambos estudios se asemejan en la diferencia de valores entre dentina húmeda y mojada, siendo menor en esta última.<sup>20</sup> Además comparado con lo descrito en la literatura, los resultados de este estudio no alcanzan los valores de los adhesivos de cuarta, quinta ni séptima generación lo que pudo deberse probablemente a que en la superficie dentinaria quedaran incluidos restos de dentina, esmalte y/o acrílico, que pudieron obstruir los túbulos dentinarios. Hay que recordar, que el manejo del sustrato dental es diferente cuando se trabaja con pieza de alta velocidad bajo irrigación directa en comparación al papel de carburo de silicio con irrigación indirecta. En otros estudios<sup>10,21</sup>, los sistemas adhesivos autograbantes siguen reportando bajos niveles en relación con la fuerza de adhesión que van de 14 a 17 MPa en comparación con los de grabado total que han reportado valores de 29 a 31 MPa. Cabe mencionar que se elaboraron dos muestras adicionales con grabado total en dentina mojada suponiendo que esto aumentaría los valores<sup>8</sup>, sin embargo, resultó lo contrario (2.7 y 2.8 MPa), se recomienda realizar un estudio aplicando fosfórico al 37% y posteriormente el sistema adhesivo para ver si esto mejora los resultados en la fuerza de adhesión. También algunos estudios<sup>22,23,10,21</sup> mencionan que el frotar el adhesivo vigorosamente hacia la dentina durante 30 segundos mejora los resultados en la fuerza de adhesión (20 a 25 MPa),<sup>24</sup> el adhesivo empleado en este estudio no se frotó durante 30 segundos porque no lo indica el fabricante en su instructivo.



Algunas muestras fueron observadas al microscopio después del desprendimiento del botón de resina, encontrando restos del adhesivo en la superficie de la resina compuesta, lo que sugiere que el fallo de adhesión fue entre el sustrato dentinario y el adhesivo.

Durante la manipulación del adhesivo se percibió que su olor es muy parecido al del Dimetilacrilato de Trietilenglicol (TEGDMA) monómero que se encuentra en la composición de las resinas compuestas y que les confiere fluidez,<sup>25</sup> característica que podría otorgarle el grado de humectancia observado a lo largo del estudio, sobre todo en dentina húmeda, pues macroscópicamente y microscópicamente se observó un halo amplio alrededor de la resina compuesta, mientras que en dentina mojada no se extendió. Se vio macroscópicamente que el grosor de la capa adhesiva en el grupo experimental (dentina mojada) fue mayor con respecto al control (dentina húmeda), lo que podría atribuirse a las moléculas de agua presentes en la superficie dentinaria que interactuaron con el adhesivo. También se puede inferir que el mayor grosor del adhesivo pudo ocasionar el fallo en la colocación del botón de resina en el grupo experimental, donde dos botones se desprendieron al momento de recuperar la muestra del molde de teflón, por lo que se tuvieron que volver a lijar las superficies dentinarias y montar nuevamente la muestra.

El módulo de elasticidad fue mayor en el grupo experimental donde la capa del adhesivo tuvo mayor grosor y esto concuerda a lo reportado en la literatura. Lo que puede sugerir mejor comportamiento clínico.<sup>6,26</sup>

Los resultados de la prueba de microfiltración aportaron valores semejantes entre ambos grupos, lo que se puede atribuir al acondicionamiento ácido selectivo en esmalte que propició buen sellado de las interfases, algunos estudios reportan que omitir el grabado selectivo cuando se utilizan sistemas adhesivos autograbantes aumenta el grado de microfiltración marginal en dentina.<sup>9,23</sup> La variación que



presentaron algunas muestras del grupo experimental donde el pigmento llegó al fondo de la cavidad sin observarse coloración a lo largo de las interfases podría deberse al corte de la muestra, a la manipulación de la resina compuesta y el efecto de contracción durante la fotopolimerización; también la edad de los dientes puede influir como se menciona en otros estudios,<sup>27</sup> donde se manejaron 100 ciclos de termociclado obteniendo diferencias pero sin significancia estadística, lo que concuerda con los hallazgos de este estudio.

Las pruebas de este estudio podrían complementarse con microscopía electrónica de barrido para observar a detalle el grosor de la capa formada por la penetración del adhesivo en la estructura dentinaria y observar si existieron contaminantes hacia los sustratos.<sup>19,28, 29,15</sup> Dado a la limitación del tiempo no se pudo llevar a cabo dicha prueba.

En este estudio se decidió trabajar con agua embotellada en lugar de saliva artificial, puesto que los componentes podrían interferir con la fuerza de adhesión ya que la saliva tiene diferente viscosidad en comparación con el agua, es probable que los valores cambien y por lo tanto se sugiere como prueba complementaria se realice un estudio alterno utilizando saliva artificial, aunque al emplear sistemas de adhesión debe existir aislamiento absoluto y evitar el contacto con cualquier fluido de la cavidad bucal; en caso de contaminación con saliva se debe lavar y grabar la superficie nuevamente para poder utilizar el sistema de adhesión y obtener buenos resultados.



---

## 11. CONCLUSIONES

Se puede concluir de acuerdo con los resultados de las pruebas de resistencia de adhesión por cizalla y microfiltración que el adhesivo Prime&Bond Universal™ por su buen comportamiento hidrófilo y gran capacidad de mojado puede ser utilizado en dentina húmeda y mojada, a pesar de presentar variaciones entre las mismas que no reflejan significancia estadística, por lo que se acepta la hipótesis nula en ambos casos.



## 12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Falco CI. Estudio comparativo in vitro de las propiedades hidrófilas de los sistemas adhesivos universales single bond universal, all bond universal y adhesivo convencional one coat bond sl. Universidad de Chile. 2015.
2. Cova LJ. Biomateriales Dentales. 2ª. ed. Venezuela: Editorial Amolca. 2010. Pp.108-204.
3. Garrofé A, Martucci D, Picca M. Adhesión a tejidos dentarios. *Rev la Fac Odontol ( Univ Buenos Aires )*. 2014. Pp.5-13.
4. Hernández JM. Aspectos prácticos de la adhesión a dentina. Facultad de Odontología. Universidad de Valencia. 2003; 20(1). Pp.19-32.
5. Mandri MN, Aguirre A, Zamudio ME. Sistemas adhesivos en Odontología Restauradora. *Odontoestomatología*. 2015;17(26). Pp.50-56.
6. Silva J, Hoffmann O, Rossell R, Rodríguez D. Principios de adhesión dentinaria. *Rev Odous*. Universidad de Carabobo 2015. Pp. 2-8.
7. Silva MH, Carneiro KGK, Lobato MF, Silva AR, Góes MF. Adhesive systems: important aspects related to their composition and clinical use. *J Appl Oral Sci*. 2010;18(3). Pp.207-214.
8. Guzmán HJ. Artículo de revisión sistemas adhesivos universales-una revisión. *Uni CIEO*. Bogotá, Colombia, 2004; 27(3). Pp.267-278.



9. Cuayla MD, Juárez CF. Diferencias de la microfiltración marginal in vitro de adhesivos de quinta generación y universal en restauraciones clase I con resina de nanorelleno. Universidad José Carlos Mariátegui, Moquegua, Perú 2017;3 (5). Pp. 24-34.
10. Haru A, Rivas K, Benavente A, Comparación in vitro de la resistencia adhesiva en dentina utilizando tres sistemas adhesivos universales. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). 2017. Pp.6-21.
11. Macchi LR. Materiales Dentales. 4<sup>a</sup> ed. Argentina: Editorial Médica Panamericana; 2007. Pp.193-208
12. Herrera El. Fracasos en la adhesión. Av Odontoestomatol. Universidad de Sevilla, 2005;21(2). Pp.63-69.
13. Parra M, Garzón H. Self-etching adhesive systems, bond strength and nanofiltration : A review The advances of contemporary dentistry treatments while fulfilling their expectations. Th. Rev CES Odontología. 2015;27(2). Pp.127-154.
14. Esponda R. Anatomía Dental. 7<sup>a</sup> .ed. México: Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial; 2002. Pp. 72-83.
15. Albaladejo A. In vitro investigation's methods of the factors influencing resin-dentin bond durability. Av odontoestomatol. 2008;24(4). Pp. 267-273.
16. Guzmán H. Biomateriales Odontológicos de uso Clínico. 4<sup>a</sup> ed. Bogotá: Ecoe Ediciones; 2007, Pp.303-3015.



17. Sezinando A. Looking for the ideal adhesive - A review. Rev Port Estomatol Med Dent e Cir Maxilofac. 2014;55(4). Pp.194-206.
18. Arguello R, Guerrero J, Celis L. Microfiltración in vitro de tres sistemas adhesivos con diferentes solventes. Rev. Odont. Mex; 16 (3); 2012. Pp.188-192.
19. Mastach L, Roca P, Sierra P. Estudio in vitro de microfiltración en obturaciones de clase II de resina compuesta condensable. Av Odontoestomatol. 2004; 20. Pp.85-94.
20. Dentsply Sirona. A study on the efficacy of Prime & Bond active, the new active universal adhesive from Dentsply Sirona. Pp.1-3.
21. Monsalves SI. Evaluación de la resistencia adhesiva a la dentina de restauraciones de resina compuesta realizadas con un adhesivo de grabado y lavado y un adhesivo autograbante. Universidad de Chile. 2008. Pp. 7, 65-74.
22. Choque LL. Evaluación in vitro de la resistencia de unión de un adhesivo universal aplicado en diferentes protocolos de adhesión entre cerámica feldespática y una resina compuesta. Universidad Peruana Cayetano Heredia. 2005;1(1). Pp. 49-61.
23. Chicaiza AD. Microfiltración marginal: estudio in vitro del sistema adhesivo universal como agente de unión para restaurar dientes aclarados. Universidad Central del Ecuador. 2015. Pp. 50-57.
24. Gaete M. Adhesión al sustrato dentario – Protocolo *Etch and Rinse*. 2018. Pp.1.



25. Coaquira M. Microfiltración marginal en cavidades clase I oclusal, restauradas con resina herculite précis y resina Filtek z350xt con su mismo sistema adhesivo e intercambiándolos. *J Exp Psychol Gen.* 2007;136(1). Pp. 18-30.
26. Lafuente D. Aumento en la fuerza de adhesión a dentina con una capa extra de adhesivo dentinal. *Odovtos - International Journal of Dental Sciences*, núm. 12, 2010. Pp. 22-25.
27. Monsalves S, Terrazas P, Toro G, Barder M. Evaluación del grado de sellado marginal y resistencia adhesiva de restauraciones de resina compuesta con adhesivo convencional en dentición primaria y definitiva. *Rev Clin Periodoncia Implantol Rehabil Oral.* 2014;7(3). Pp.149-156.
28. Briceño C. Análisis Comparativo in vitro del grado de sellado marginal cervical en restauraciones de Resina Compuesta Clase II con dos técnicas restauradoras diferentes. Universidad de Chile. 2012. Pp. 49-55.
29. Bader Mattar M, Ibáñez Musalem M. Evaluación de la interfase adhesiva obtenida en restauraciones de resina compuesta realizadas con un sistema adhesivo universal utilizado con y sin grabado ácido previo. *Rev Clínica Periodoncia, Implantol y Rehabil Oral.* 2014;7(3). Pp. 115-122.