

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**



**“EVALUACIÓN DE LA FUERZA DE TRACCIÓN DE SISTEMAS  
ADHESIVOS DE CUARTA, QUINTA Y SÉPTIMA GENERACIÓN  
ENTRE RESINA Y DENTINA SUPERFICIAL EN MOLARES  
PERMANENTES. AREQUIPA 2012”**

**Tesis presentada por el Bachiller:**

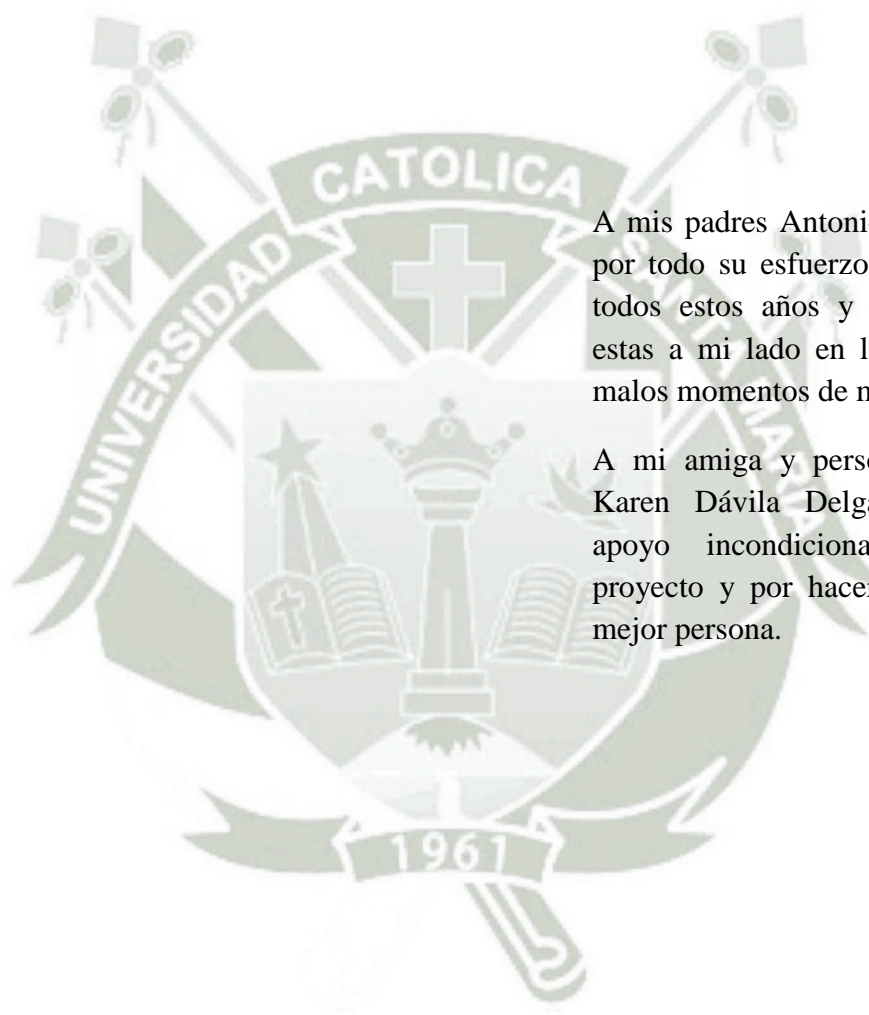
**DANIEL EDUARDO CHÁVEZ HUACO.**

**Para optar por el título profesional de:**

**CIRUJANO DENTISTA.**

**Arequipa- Perú**

**2013**



A mis padres Antonio y Gabriela por todo su esfuerzo y apoyo en todos estos años y por siempre estas a mi lado en los buenos y malos momentos de mi vida.

A mi amiga y persona especial Karen Dávila Delgado por su apoyo incondicional en este proyecto y por hacer de mi una mejor persona.

## ÍNDICE

RESUMEN .....	I
INTRODUCCIÓN .....	II
<b>CAPÍTULO I: PLANEAMIENTO TEÓRICO</b>	
1. Problema de Investigación.....	7
1.1 Determinación del problema.....	7
1.2 Enunciado .....	8
1.3 Descripción del problema .....	8
1.4 Justificación .....	10
2. Marco Conceptual.....	11
2.1 Dentina.....	11
a. Generalidades.....	11
b. Estructura de la dentina .....	12
c. Tipos de dentina.....	14
2.2 Adhesión .....	17
a. Generalidades.....	17
b. Mecanismos de adhesión .....	19
c. Adhesión de las resinas a la dentina .....	21
d. Condiciones necesarias para la adhesión.....	22
2.3 Adhesivos.....	24
a. Definición .....	24
b. Clasificación .....	26
c. Adhesivos de la primera a la séptima generación .....	29
d. Adhesivos de cuarta generación .....	32
e. Adhesivos de quinta generación .....	32
f. Adhesivo de quinta generación AMBAR.....	33
g. Adhesivos de sexta y séptima generación .....	35
2.4 Resistencia de tracción.....	36
a. Definición .....	36
b. Medición de la resistencia a la tracción.....	37
c. Microtensión .....	38

3. Análisis investigativos .....	39
4. Interrogantes .....	43
5. Objetivos .....	43
6. Hipótesis.....	44

## **CAPÍTULO II PLANEAMIENTO OPERACIONAL**

1. Técnicas, instrumentos y materiales de verificación .....	46
a. Recolección de las muestras.....	46
b. Preparación de las muestras .....	47
c. Preparación de unidades.....	47
d. Medición de las fuerzas de tracción.....	48
1.1 Instrumentos .....	48
a. Instrumentos documentales.....	48
b. Instrumentos mecánicos.....	48
1.2 Materiales .....	49
2. Campo de verificación .....	51
2.1 Ubicación espacial .....	51
2.2 Ubicación temporal .....	51
2.3 Unidades de estudio .....	51
3. Estrategia de recolección de datos .....	52
3.1 Organización .....	52
3.2 Recursos .....	53
3.3 Validación del instrumento .....	53
4. Diseño metodológico .....	54

## **CAPÍTULO III RESULTADOS**

1. Resultados .....	59
2. Conclusiones .....	71
3. Recomendaciones .....	72
4. Bibliografía .....	73
5. Internet .....	75
6. Anexos .....	77

## RESUMEN

En el presente trabajo de investigación descriptivo comparativo, se ha estudiado las fuerzas de tracción de adhesivos de cuarta, quinta y séptima generación, sumando al adhesivo convencional de quinta generación un nuevo adhesivo que contiene nanopartículas de sílice. Las fuerzas han sido medidas mediante la resistencia a la tracción en la unión dentina-resina; para lo cual se ha utilizado 60 unidades experimentales (molares) divididos en cuatro grupos con igual cantidad de unidades para cada adhesivo. Cada unidad fue medida en la máquina universal de ensayos, obteniéndose valores en la unidad de megapascales, los cuales han permitido llegar a la variable respuesta para el análisis estadístico respectivo.

Al realizar la comparación estadística relacionando las muestras se llegó a la conclusión de que existe diferencia significativa en los datos cualitativos entre los adhesivos, siendo el adhesivo de cuarta generación el que mayor resistencia a la tracción resiste y siendo el adhesivo de séptima generación el que soporta menos carga.

Los valores de resistencia que presentó el adhesivo de cuarta generación fue de 22.401 MPa. El adhesivo de quinta A dio un valor de 21.768 MPa. El adhesivo de quinta B dio 20.901 MPa. Y el adhesivo de séptima generación dio el valor de 16.416 MPa.

La investigación se realizó *in vitro* en molares humanos, preparados en bases de acrílico.

## INTRODUCCIÓN

En el quehacer diario de los odontólogos, las restauraciones con resina son el procedimiento que se realiza con mayor frecuencia, en la mayoría de los casos existe compromiso dentinario; dado que la resina ejerce una adhesión micromecánica, la preparación cavitaria se rige estrictamente a retirar el tejido cariado regulando las paredes sin comprometer el tejido sano alrededor de la lesión.

En algunas cavidades, los odontólogos utilizan solo resina en las restauraciones con compromiso dentinario, teniendo como inconveniente la adherencia a dentina mediante la capa híbrida, la que es difícil de lograr ya que esta capa está compuesta por fibras colágenas que quedan libres y también dependen del *primer* del adhesivo el cual penetra en las fibras colágenas en un adecuado estado de humedad para que exista una correcta adhesión, ya que si se excede en el secado, las fibras colapsan y el *primer* no tiene una correcta penetración en dichas fibras y esto puede producir un aumento de sensibilidad en el post operatorio.

Por ello, en esta investigación se prueba un adhesivo de quinta generación que contiene un agregado de nanopartículas de sílice que agrega a las fibras colágenas una capa con minerales lo cual le da mayores valores de adhesión a la dentina. Con esto, la resistencia a la tracción en la unión resina-dentina aumenta.

El trabajo ha sido dividido en tres capítulos: El primero consta del planeamiento teórico, en el segundo se encuentran los datos del planeamiento operacional y finalmente el capítulo III muestra los resultados obtenidos en la investigación.

# CAPITULO I

# PLANEAMIENTO

# TEORICO



## I. PLANEAMIENTO TEÓRICO

### 1. Problema de investigación.

#### 1.1 Determinación del problema.

Encontrar un adhesivo que tenga buena resistencia y longevidad en dentina es un reto diario de la profesión. El motivo de esta investigación es despejar la duda sobre qué tipo de adhesivo entre cuarta, quinta y séptima generación tienen mayor durabilidad y mejor resistencia en dentina, probando un adhesivo de quinta generación con mejoras a partir de nanopartículas de sílice.

La dentina superficial, representa la mejor capa para una correcta adhesión gracias a sus propiedades de humectancia, rugosidad superficial y la cantidad de túbulos que presenta y el sílice tiene la propiedad de adherirse mejor a los espacios que deja este tipo de dentina.

Es por eso que esta investigación agrega un adhesivo de quinta generación a base de nanopartículas de sílice que debe mejorar la capacidad de adhesión de la resina a la dentina superficial, dejando menos espacios libres en la adhesión no dejando espacios libres que generen sensibilidad post operatoria.

## 1.2 Enunciado del problema.

**“EVALUACIÓN DE LA FUERZA DE TRACCIÓN DE SISTEMAS ADHESIVOS DE CUARTA, QUINTA Y SÉPTIMA GENERACIÓN ENTRE RESINA Y DENTINA SUPERFICIAL EN MOLARES PERMANENTES. AREQUIPA 2012”**

## 1.3 Descripción del problema.

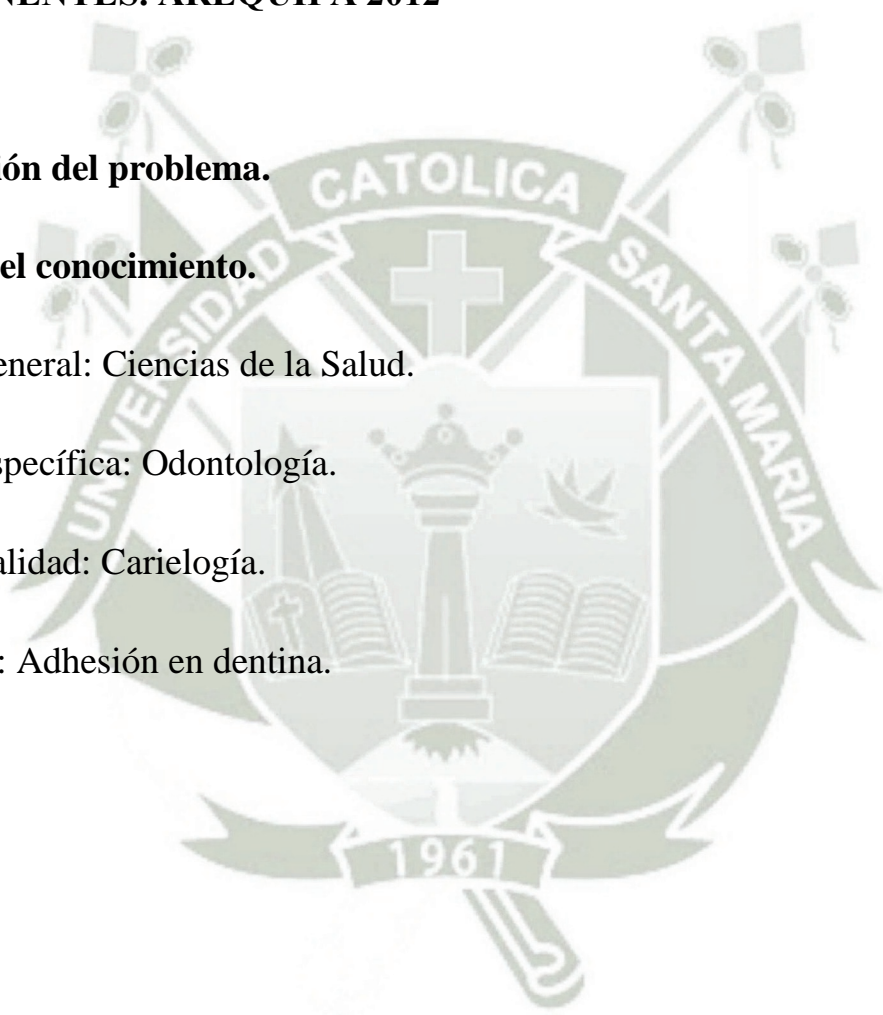
### a. Área del conocimiento.

Área general: Ciencias de la Salud.

Área específica: Odontología.

Especialidad: Cariología.

Tópico: Adhesión en dentina.



**b. Análisis de variables.**

La tracción será medida con indicadores que varían desde “muy mala tracción hasta muy buena tracción”

Variables		Indicadores	Sub indicadores
Estimulo 1	Adhesivo de cuarta		
Estimulo 2	Adhesivo de quinta (A)		
Estímulo 3	Adhesivo de quinta (B)		
Estimulo 4	Adhesivo de septima		
Respuesta	Tracción en dentina	Muy mala Mala Regular Bueno Muy bueno	0.000Mpa- 6.999Mpa 7.000Mpa- 13.999Mpa 14.000Mpa- 20.999Mpa 21.000Mpa- 27.999Mpa 28.000Mpa- 34.999Mpa

**c. Taxonomía de la Investigación.**

Abordaje	Tipo de estudio					Diseño	Nivel
	Por la técnica de recolección	Por el tipo de dato	Por el No de mediciones de la variable	Por el numero de grupos	Por el ámbito de recolección		
Cuantitativo	Observacional	Prospectivo	Transversal	Comparativo	Laboratorial	Comparativo Prospectivo	Comparativo

## 1.4 Justificación.

### a. Relevancia científica.

El presente trabajo descriptivo comparativo permitirá obtener tratamientos de mayor éxito en restauraciones que comprometan la dentina, al presentar un producto que presenta mejores propiedades de adhesión.

### b. Relevancia contemporánea.

Es una investigación actual que presenta un nuevo adhesivo que podría proporcionar mejores resultados en la adhesión dentina- resina.

### c. Contribución académica.

Esta investigación constituirá un aporte científico a la comunidad odontológica, así como a los odontólogos en formación.

### d. Viabilidad.

Las condiciones de este estudio son viables, dado que se cuenta con los instrumentos necesarios para realizar las investigaciones requeridas.

### e. Interés personal.

Realizar un aporte científico con el afán de determinar cuál es el adhesivo más adecuado para la colocación de resinas en nuestro quehacer diario. Además, permitirme obtener el título de “Cirujano-Dentista”.

## 2. Marco Conceptual.

### 2.1 Dentina.

- **Generalidades.**

La dentina es un tejido conectivo mineralizado de origen mesodérmico, es un tejido intermedio, más blando que el esmalte. Es el segundo tejido más duro del cuerpo. Es amarillento y su alto grado de elasticidad protege al esmalte suprayacente contra las fracturas<sup>1</sup>. Está estrechamente vinculada a la pulpa dentinaria, cuyas células especializadas, los odontoblastos, la elaboran dejando en su estructura las fibrillas de Tomes<sup>2</sup>. Además de las fibrillas de Tomes, la dentina está constituida por una matriz colágena calcificada, atravesada por conductillos o túbulos dentinarios desde el límite pulpar hasta el esmalte en corona y cemento en raíz.

La dentina es radio-opaca por su relativamente alta impregnación de sales minerales. Su color es amarillo, y la elasticidad es una capacidad de la que goza este tejido y que depende de la estructura orgánica y contenido en agua.

La dentina es producida por los odontoblastos, que se ubican entre la dentina y la pulpa dentinaria, y que conservan su relación con la dentina durante toda la vida del diente, pudiendo ésta autorrepararse. La dentina presenta los canalículos dentarios, que contienen las

---

<sup>1</sup> RAMOS ATANCE, José Antonio. *Bioquímica Bucodental* 2005 pag: 171

<sup>2</sup> FIGUN, Mario. *Anatomía Odontológica* 1999 pag: 210

prolongaciones citoplasmáticas de los procesos odontoblásticos.

La dentina también se forma en segmentos de 4 a 8 mm, por lo que se presentan al microscopio líneas llamadas de Owen, análogas a las líneas de Retzius<sup>3</sup>.

- **Estructura de la dentina.**

Este tejido presenta dos zonas bien diferenciadas histológicamente, la dentina intertubular y la dentina peritubular, que varían según la profundidad y pueden ser modificadas por la edad y las injurias externas<sup>4</sup>.

La dentina intertubular es de menor grado de calcificación a diferencia de la peritubular que es más calcificada<sup>5</sup>.

➤ **Dentina Intertubular:** Está formada por fibras colágenas, glicosaminoglicanos, proteoglicanos, factores de crecimiento y proteínas dentinogénicas que sostienen a los cristales de hidroxapatita.

Las fibras colágenas constituyen las fibras principales del tejido conectivo, son flexibles, elásticas y proporcionan resistencia. Están constituidas por tres cadenas polipeptídicas, llamadas cadenas alfa que se organizan en una triple hélice entrelazada entre sí para formar un cordón estabilizado y resistente.

Los glicosaminoglicanos y los proteoglicanos constituyen un grupo de glicoproteínas que forman parte de la sustancia fundamental del tejido conectivo dentinario.

<sup>3</sup> FIGUN, Mario. Ob. Cit. 1999 pag: 210

<sup>4</sup> HENOSTROZA, Gilberto. ADHESION EN ODONTOLOGÍA RESTAURADORA 2003 pag: 83

<sup>5</sup> GLADWIN, Marcia. Aspectos clínicos de los materiales en odontología. 2001 pag: 48

Estas proteínas participan activamente en los mecanismos de adhesión; el colágeno oponiéndose a las fuerzas de compresión desarrolladas y los glicosaminoglicanos y proteoglicanos oponiéndose a las fuerzas de tensión-deformación.

Las proteínas dentinarias pueden ser alteradas, degradadas y desnaturalizadas fácilmente por la caries, el calor friccional desarrollado por el instrumental rotatorio y los ácidos acondicionadores en alta concentración.

Esta matriz que varía según la profundidad de la dentina que se analice y que juega un papel fundamental en los mecanismos de adhesión, representa el 86% de la totalidad del tejido en las proximidades de la unión amelodentinaria, para decrecer al 18% en las inmediaciones de la pulpa dentaria.

➤ **Dentina peritubular:** Constituye un anillo hipermineralizado que rodea a los túbulos dentinarios, caracterizándose por su riqueza en cristales de hidroxiapatita y por su carencia en fibras colágenas.

Las características estructurales y la composición sufren importantes modificaciones con la edad, ya que la dentina peritubular aumenta de espesor disminuyendo el diámetro interno de los túbulos por el depósito de minerales.

Esta dentina es denominada dentina esclerótica fisiológica, para diferenciarla de la dentina esclerótica reactiva que se produce en respuesta a estímulos externos de baja intensidad<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> HENOSTROZA, Gilberto. Ob. Cit. 2003 pag: 84

- **Tipos de dentina.**

La dentina puede ser clasificada de acuerdo con sus patrones de desarrollo, estructura, localización, características de su matriz y las modificaciones que sufre el tejido a lo largo de su vida en respuesta a diferentes estímulos que sobre ella actúan.

Estos factores que modifican el sustrato dentinario están íntimamente relacionados con las preparaciones adhesivas y con el accionar de los agentes de unión o adhesión<sup>7</sup>.

- **Dentina superficial:** Es dentina primaria que se forma antes y durante la erupción activa, caracterizándose por presentar los túbulos sin proceso odontoblástico, en una cantidad de 18000 túbulos/mm<sup>2</sup> con un diámetro de 0.9nm, lo que hace de esta dentina el sustrato adhesivo más eficiente, ya que la dentina intertubular presenta la máxima cantidad de fibras colágenas y de hidroxapatita, con mínima proporción de agua.
- **Dentina media:** Es dentina media que se caracteriza por presentar una variable cantidad de túbulos con o sin proceso odontoblástico, en cantidad de 25.000 túbulos/mm<sup>2</sup>, con un diámetro de 1.5 a 1.8nm, lo que hace de esta un sustrato adhesivo efectivo, ya que la dentina intertubular presenta fibras colágenas, hidroxapatita y agua en una cantidad media entre la dentina superficial y la dentina profunda.
- **Dentina profunda:** Es la dentina primaria o secundaria (de acuerdo con la edad del individuo) que protege a la pulpa dentaria conjuntamente con la preentina. La luz de

---

<sup>7</sup> RAMOS ATANCE, José Antonio. Ob. Cit. 2005 pag: 174

los túbulos dentinarios es ocupada por los procesos odontoblásticos primarios, alcanzando un diámetro de 3.2 a 4.6nm, y una cantidad de 66.000 a 90.000 túbulos/mm<sup>2</sup>. Constituye el sustrato adhesivo más deficiente, ya que el diámetro y la cantidad de túbulos presentes disminuye la superficie de dentina intertubular, aumentando la cantidad relativa de agua, con disminución de colágeno e hidroxiapatita.

- **Dentina esclerótica:** Es dentina hipermineralizada que ocluye parcialmente a los túbulos dentinarios. Se forma como respuesta pulpar a una agresión externa de escasa intensidad como caries de avance lento, abrasiones, atriciones y como cambio funcional durante la vida. Se caracteriza por presentar una capa odontoblástica con algunos cambios estructurales.

Cuando la dentina es expuesta, proteínas de plasma y metabolitos son transportados por el fluido dentinario hacia la zona de dentina intratubular hipermineralizada del túbulo dentinario, aumentando su espesor y reduciendo su luz a través de cristales de alto contenido cálcico. Esta dentina hipermineralizada es adecuada para la adhesión<sup>8</sup>.

- **Dentina terciaria reaccional:** Se sintetiza y deposita como respuesta a agresiones patológicas externas de moderada intensidad que no llegan a destruir la barrera odontoblástica, como caries de avance lento, procedimientos operatorios, etc., que estimulan a los odontoblastos a la producción rápida y desorganizada de dentina, con deformación de la cámara pulpar. Esta dentina en contacto con la pulpa dentaria es un débil sustrato adhesivo<sup>9</sup>.

---

<sup>8</sup> BARRANCO, J. *Operatoria Dental*. 2006 pag: 276

<sup>9</sup> RAMOS ATANCE, José Antonio. *Ob. Cit.* 2005 pag: 175

- **Dentina terciaria reparativa:** Se forma por severas agresiones patológicas externas como caries, fracturas, o calor generado por el instrumental rotativo, que determinan la destrucción de la barrera odontoblástica. Las células mesenquimáticas indiferenciadas son las encargadas de reemplazar a los odontoblastos perdidos que no presentan fenómenos de mitosis celular, por células odontoblastoides que cicatrizan la herida a través de un puente dentinario que forma la cámara pulpar. La neo dentina formada es de estructura irregular y con mínima cantidad de túbulos. Esta dentina desorganizada y anárquica es un sustrato adhesivo inseguro<sup>10</sup>.
- **Dentina cariada:** Presenta dos estratos bien diferenciados que son:
  - **Dentina cariada externa:** Tejido infectado que contiene 100.000.000 bacterias/gramo de dentina, fundamentalmente proteolíticas, altamente desmineralizadas por la acción de los ácidos débiles en baja concentración generados durante lapsos prolongados por el metabolismo microbiano, con componentes orgánicos degenerados, desnaturalizados y fracturados irreversiblemente, sin soporte mineral, es irrecuperable y debe de ser eliminado.
  - **Dentina cariada interna o desmineralizada:** Es dentina desmineralizada con menor proporción de microorganismos viables ya que contiene 100.000 bacterias/gramo, de dentina con predominio de microorganismos acidógenos, con componentes orgánicos normales o reversiblemente desnaturalizados que puede ser recuperada luego de una evaluación clínica criteriosa.

---

<sup>10</sup> BARRANCO, J. Ibid. 2006 pag: 277

En preparaciones con lesiones cariosas extensas donde los microorganismos han penetrado profundamente en la dentina (+-180,2nm.) la aplicación de soluciones fluoradas de APF o fluoruro fosfato acidulado al 1,23% o NPF fluoruros fosfato neutros al 1,1% o al 2% permitirán lograr la remineralización de las áreas de dentina desmineralizada actuando también como agentes bactericidas y bacteriostáticos.

Las soluciones altamente mineralizadas y el accionar de los adhesivos auto acondicionadores que conserven los minerales, posibilitarían lograr adhesión a esta dentina desmineralizada con valores ligeramente inferiores a los obtenidos en dentina normal.

## 2.2 Adhesión.

- **Generalidades.**

La adhesión puede ser definida como la fuerza que mantiene unidos dos substratos de diferentes composiciones, desde que sus moléculas estén en íntimo contacto (distancia máxima de 0,0007  $\mu\text{m}$ ). Entre los mecanismos que permiten este fenómeno, la interacción mecánica es la más defendida en la odontología adhesiva. Este medio de interacción entre substratos y sustancias resulta del entrelazado de un adhesivo solidificado en las irregularidades del substrato, el cual debe estar extremadamente limpio. La adhesión parece depender de la presencia de irregularidades en el substrato, del potencial de los monómeros en penetrar esas rugosidades, de la posibilidad de escape del aire presente en los poros mientras el material penetra, y de la capacidad de polimerización en esa región. De esta forma, es establecida la llamada unión micromecánica, donde los poros creados son llenados por los monómeros.

Tres factores son considerados fundamentales para el establecimiento de un íntimo contacto entre el adhesivo (substancia) y la estructura dental (substrato) y la consecuente adhesión micromecánica: potencial de humectancia o difusión del adhesivo, viscosidad del adhesivo y rugosidad superficial del substrato<sup>11</sup>.

- **Humectancia.**

Capacidad que el adhesivo tiene de recubrir totalmente el substrato, sin incorporar burbujas de aire entre ellos. La humectancia ideal ocurre cuando la energía superficial del sólido, que refleja “su deseo” de establecer interacciones intermoleculares con otros compuestos, es mayor que la tensión superficial de un líquido (o sea “la voluntad” del líquido en no interactuar con otro substrato).

- **Viscosidad.**

El adhesivo es efectivo cuando además de estar en contacto íntimo con el substrato, este se distribuye fácil y rápidamente sobre el substrato. Generalmente, el ángulo de contacto es directamente proporcional a la viscosidad del líquido. Parece claro que el adhesivo más espeso tendrá: 1) mayor dificultad de recubrir rápidamente el sólido por causa de su consistencia (pegajosa) y no por tener menor capacidad de humectancia. 2) mayor chance de capturar aire, pues tiende a existir una capa de aire recubriendo los picos de

---

<sup>11</sup> REIS, Alessandra. Materiales dentales directos. 2012 pag: 181, 182

las irregularidades, que puede impedir que el adhesivo se difunda en profundidad, proporcionando su humectancia de pico a pico<sup>12</sup>.

- **Rugosidad superficial.**

Amplía el potencial para la adhesión; el aumento del área eleva la capacidad adhesiva, pues hay mayor número de sitios para retener el adherente que penetró (Van Noort, 1994).

• **Mecanismos de adhesión.**

➤ **Teoría mecánica:**

Consiste en el trato adecuado de la superficie de la estructura dentaria para obtener irregularidades, de tipo micromecánicas, realizadas en la superficie dentaria mediante grabado ácido, sistemas de arenado, grabado con laser de dióxido de carbono, laser infrarrojo, etc<sup>13 14</sup>.

Básicamente, es la penetración de un material en las irregularidades que presenta la superficie de otro material.

➤ **Teoría química:**

Se divide en uniones interatómicas primarias y secundarias.

Las uniones primarias son muy fuertes y dan como resultado uniones muy resistentes que se dividen en:

<sup>12</sup> REIS, Alessandra. Materiales dentales directos. 2012 pag: 182, 183

<sup>13</sup> HOWARD, William. Atlas de operatoria dental. 1986 pag: 211

<sup>14</sup> LEE, Henry. Compuestos adhesivos reparaciones dentales. 1973 pag: 2

- a. **Uniones Iónicas:** Resultan de la atracción de cargas positivas y negativas<sup>15</sup>.
- b. **Uniones covalentes:** Se produce cuando los compuestos químicos comparten electrones bivalentes. Su importancia está dada por ser la más común en los compuestos orgánicos.
- c. **Uniones metálicas:** Se producen entre los átomos de los metales. Se forman entre un núcleo positivo y los electrones libres.

Las uniones interatómicas secundarias se caracterizan por fuerzas físicas. Se denominan “fuerzas de Van der Waals”, dan cohesión a una estructura. Son más débiles que las uniones primarias, presentan una naturaleza mas física que química, estas fuerzas se explican por la atracción bipolar.

- a. **Fuerzas de Keesom y Debye (interacción dipolo-dipolo):** Producidas por la interacción directa de dipolos permanentes en las moléculas vecinas, de uno o más compuestos polares, en los cuales los dipolos se orientan para disminuir su energía interna y de esta manera logran una atracción máxima.
- b. **Fuerzas de dispersión de London:** Se basa en el principio en el que los electrones se encuentran en continuo movimiento aleatorio dentro de límites bien definidos. Este movimiento origina desplazamientos instantáneos de la posición teórica y de esta forma produce un dipolo instantáneo en cualquier molécula aunque no sea polar.
- c. **Puente de hidrógeno:** Fuerza de atracción que existe entre moléculas, cada una de las cuales está constituida por un átomo o un grupo altamente electronegativo y uno o más átomos de hidrógeno.

---

<sup>15</sup> VEGA DEL BARRIO, Jose María. Materiales en odontología. 1996 pag: 37

- **Adhesión de las resinas a la dentina.**

En este tejido dentario, menos calcificado que el esmalte al igual que el cemento radicular, existen cristales de hidroxiapatita pero en menor cantidad y no orientados en forma de varillas, sino incluidos en una trama de fibras colágenas.

Si esa superficie se trata con un ácido, solo se logra eliminar parte de la hidroxiapatita dejando matriz colágena expuesta. Esta no constituye una superficie tan apropiada como el esmalte para atraer el material restaurador.

Además, la estructura dentinaria contiene humedad, especialmente en un diente vital, lo que la hace incompatible con una sustancia que no tiene afinidad con ella como los monómeros constituyentes de las resinas reforzadas (composites) para restauraciones. En consecuencia, si no existe esmalte en la zona de trabajo, no puede buscarse fácilmente adhesión en el nivel mecánico microscópico<sup>16</sup>.

Obstáculos para la adhesión en dentina:

Es heterogénea: colágeno, hidroxiapatita.

De naturaleza tubular, lo que produce un área variable y un constante fluido de líquido.

Presencia de capa superficial de residuos (al tallar una cavidad quedan residuos, los que se adhieren a la dentina).

Solución: desarrollar un líquido con moléculas de doble reacción:

Que reaccione con el calcio de la estructura dentaria mediante grupos ácidos.

Que reaccione con el monómero líquido de la resina de restauración.

---

<sup>16</sup> MACCHI, Ricardo Luis. Adhesión a los tejidos dentarios. 2007 pag: 191

En teoría el adhesivo debe ser hidrofílico. La unión a dentina se realiza a nivel microscópico con el colágeno y con el túbulo (no importa el tamaño ni el número de túbulos de dentina)

Smear Layer

Capa dentina untuosa

Capa residual dentinaria.

Capa estirada o deformada.

Barro o lodo dentinario.

Ectoplasma dentinario.

Se debe considerar como un residuo dentinario.

En la microscopía electrónica se ha determinado la adherencia de este residuo a la dentina. El smear layer tiene dos capas:

Superficial: delgada, se elimina con agua a presión.

Profunda: hace contacto con la dentina<sup>17</sup>.

Todos los adhesivos actúan sobre la capa profunda de residuo dentinario. Ella puede ser:

Conservada.

Eliminada totalmente.

Eliminada parcialmente.

Modificada.

Reestructurada.

Híbrida o integrada<sup>18</sup>.

- **Condiciones necesarias para la adhesión.**

Para que se produzca adhesión, como ya se mencionó es necesaria la adaptación de las dos partes que deben entrar

<sup>17</sup> ARRIAGADA, Esteban. Materiales dentales adhesivos. 2003 pag: 89

<sup>18</sup> ARRIAGADA, Esteban. Ibid. 2003. Pag: 90

en contacto. Conviene, para ello, que la superficie del sólido tenga elevada energía superficial, pero para que ésta se manifieste no debe estar contaminada. Basta una capa contaminante de material orgánico o incluso de humedad para impedir que la energía superficial se manifieste y pueda lograrse la adhesión, especialmente si se la busca por medios químicos. También la presencia o no de rugosidades modifica las condiciones para la búsqueda de adhesión. Una superficie lisa facilita que un adhesivo corra sobre ella en forma continua y sin que su marcha se vea alterada por la dificultad de desplazar el aire presente en las rugosidades. No obstante, algunas rugosidades son deseables si lo que se busca es adhesión mecánica.

No siempre las superficies involucradas son satisfactorias y es común, por ello, preparadas mecánica o químicamente para que se eleve su energía superficial y/o para que se produzcan en ellas irregularidades que posibiliten la adhesión mecánica.

No debe olvidarse, sin embargo, que una adecuada superficie debe complementarse con el uso de un adhesivo sobre ella. Así como se han considerado diversos aspectos que debe reunir la superficie, no son menos importantes distintos aspectos que debe reunir el material.

Si en la superficie es importante la energía superficial, también lo es en el material que debe adaptarse sobre ella. En este caso, si se prefiere, se puede hablar de tensión superficial del material en estado líquido. Esta debe ser baja para que el material sea atraído con facilidad hacia la superficie y debe complementarse con una baja viscosidad, que le permita fluir libremente sobre ella y lograr la necesaria adaptación.

Pero esa adaptación debe conservarse durante y después de la transformación del adhesivo a estado sólido. De no ser así se malogrará cualquier adhesión mecánica o química que se hubiera logrado. Para que esto no suceda, el adhesivo debe endurecer con nula o escasa contracción o sería incluso de desear una ligera expansión que asegure

aun más la adaptación alcanzada Esta meta es difícil de alcanzar, ya que casi la totalidad de los adhesivos endurecen por mecanismos que se acompañan de una contracción producida por el acercamiento de moléculas al reaccionar entre sí.

Es, además, importante que, si se desea mantener la adhesión lograda, el sistema no experimente elevados cambios dimensionales térmicos. Esto puede no ser importante para el adhesivo en sí mismo, si éste constituye una capa delgada, en la cual los cambios dimensionales serían reducidos en valor real. Pero sí lo es en el conjunto, ya que si una de las partes se contrae mucho al disminuir la temperatura puede generar suficientes tensiones en la interfase con el adhesivo o entre éste y la otra parte como para romper la adhesión.

Las propiedades mecánicas son también de importancia, ya que las deformaciones bajo cargas en las partes pueden ser también motivo de pérdida de adhesión si no son acompañadas por el adhesivo y/o por la otra parte. En ocasiones, el uso de un adhesivo flexible sirve para compensar diferencias mecánicas entre las partes al acompañar a estas deformaciones.<sup>19</sup>

### 2.3 Adhesivos.

- **Definición.**

Los adhesivos dentales son sustancias químicas (monómeros) los cuales contienen una cadena química hidrofílica (que se disuelve en el agua) y otra hidrofóbica (capaz de unirse con la resina), que pueden penetrar en la dentina tratada con grabado ácido y fotopolimerizarse.

Los adhesivos dentales son materiales que fueron desarrollados para mejorar la adhesión entre los compuestos restaurativos a base de resina y la dentina

---

<sup>19</sup> MACCHI. Materiales Dentales. 2004. pag: 40, 41

dental por lo que se consideran el medio de unión entre el tejido dentario remanente y la resina o composite.

La aplicación primer-adhesivo o primer y adhesivo debe de efectuarse adecuadamente para obtener una adhesión ideal y constituye uno de los pasos más importantes en esta tecnología.<sup>20</sup>

- a) Se debe de evitar la deshidratación dentinaria por que los sistemas adhesivos hidrófilos funcionan mejor cuando la dentina esta ligeramente húmeda; dentina humedecida no significa dentina empapada, la dentina vital esta siempre húmeda por la presencia constante de fluido dentinario; se a encontrado que el esmalte levemente húmedo es compatible con la adhesión hidrófila-hidrófuga.
- b) Los adhesivos autoacondicionadores, no reducen la fuerza de unión al esmalte acondicionado con ácidos en alta concentracion, sino que posibilitan la adhesión en las áreas amarillentas del esmalte.
- c) La solución adhesiva debe cubrir totalmente las superficies adamantinas y dentinarias cuando es aplicable en las preparaciones posibilitando que difunda, se integre y logre su reacción adhesiva.
- d) Generalmente se debe de aplicar dos o más capas de primer o primer-adhesivo que pueden ser insufladas o aspiradas entre cada capa, pero nunca humedecidas o lavadas.
- e) El tiempo de acción de los primers es variable de acuerdo con los criterios fijados por los fabricantes y está fijado por el contenido de solventes orgánicos volátiles o de agua. Para que los fenómenos adhesivos sean efectivos. La imprimación de un primer en dentina debe demorar por lo menos 20 a 40 segundos antes de su polimerización.
- f) Transcurrido el tiempo de aplicación del imprimador se requiere eliminar los solventes del agua contenida volatilizando o aspirando el solvente del agente adhesivo.
- g) La superficie dentinaria se debe observar brillante, lo que significa que el agente adhesivo a sellado los microporos del esmalte, imprimando y reaccionando con la dentina.

---

<sup>20</sup> LANATA, Eduardo. Ob. Cit. 2003. Pag: 115

- h) En los agentes de tres frascos, se debe efectuar la aplicación del primer, el adhesivo y de la resina de enlace o bond y recién fotopolimerizar.
- i) En los agentes de dos frascos se aplica el primer, el adhesivo y se polimeriza.
- j) En los agentes de un solo frasco la fotopolimerización se realiza después de la aplicación de cada capa de primer-adhesivo; sin embargo, algunos sistemas adhesivos como single bond indican fotopolimerizar posteriormente a la aplicación de las dos capas.
- k) Aunque las palabras adhesivos simplificados, de un paso, indicarían la presencia de una única botella con un solo paso de aplicación, en realidad todos los adhesivos actuales requieren por lo menos de dos o más capas.
- l) Los imprimidores que contienen solventes volátiles como la acetona y el alcohol, necesitan embases herméticos que impidan la evaporación de los solventes, no debiendo efectuar la apertura de los frascos hasta el momento de la utilización.
- m) El operador debe de controlar en los frascos la fecha de expiración de los agentes adhesivos dentinarios y la evaporación de los solventes que producen un aumento de la viscosidad y disminución de la fuerza adhesiva.

- **Clasificación.**<sup>21</sup>

Los adhesivos actuales ya lograron un grado de confiabilidad bastante aceptable, lo cual volvió bastante previsible el proceso de adhesión. A pesar de que casi todos ellos presentan valores bastante semejantes en cuanto a la magnitud de la adhesión, existen particularidades inherentes a ciertas marcas comerciales. Así están, por ejemplo, los que tienen relleno, los que tienen flúor, los que son fotopolimerizados, los que tienen polimerización dual, los que obvian la utilización previa del acondicionamiento ácido, los que usan como solvente la acetona, los que usan el alcohol y así sucesivamente. Los adhesivos actuales de

---

<sup>21</sup> HENOSTROZA, Gilberto. Ob. Cit. 2003. Pag: 127

no ser debidamente clasificados, podrían generar duda y llevarnos a posibles errores, no solo en cuanto a la indicación más apropiada, sino también respecto a la técnica de utilización.

### **Clasificación de sistemas auto acondicionantes<sup>22</sup>:**

De acuerdo con el potencial ácido, los primers pueden ser clasificados en leves ( $\text{pH} > 2$ ), moderados ( $1.1 < \text{pH} < 2$ ) y agresivos ( $\text{pH} < 1$ ).

Como se dijo anteriormente, el smear layer no es eliminado con estos sistemas auto acondicionantes. En función de esto, su espesor en el desempeño de los sistemas auto acondicionantes pasó a ser cuestionado. Se sabe que durante los procedimientos operatorios su espesor puede variar entre 0,9 y 2,6  $\mu\text{m}$  en función del instrumento rotatorio utilizado y del sustrato preparado<sup>23</sup>. Otro aspecto observado es que instrumentos diamantados producen un smear layer más compacta que la producida por los instrumentos de acero. Esta capa podría neutralizar la acidez de los primers auto acondicionantes y reducir su capacidad de penetrar hasta la dentina subyacente.

### **Papel del agua en estos sistemas.**

Los sistemas auto acondicionantes también tienen agua en su composición. La función del agua es ionizar los monómeros ácidos que, a su vez, se tornan aptos para desmineralizar la smear layer y la dentina subyacente para formar una capa híbrida verdadera.

---

<sup>22</sup> REIS, Alessandra. Materiales dentales directos. 2012. Pag: 204, 205

<sup>23</sup> FINGER WJ, Tany C. Effect of smear layer thickness. 2002. Pag: 283

### **Sistemas adhesivos con relleno:**

Entre los adhesivos que preconizan el acondicionamiento ácido previo y los auto acondicionantes, hay representantes que incorporan partículas de relleno de sílice con tamaño nanométrico en su composición. El desarrollo de estos sistemas forma una interfaz de unión resistente a las tensiones generadas por la contracción de polimerización de la resina restauradora. Teóricamente estos adhesivos tienen dos ventajas:

- Debido al tamaño nanométrico, las partículas de relleno podrían penetrar por los espacios interfibrilares y aumentar las propiedades mecánicas de la capa híbrida, que pasarán de esta forma, a ser más resistentes a las tensiones generadas por la contracción de polimerización.
- La segunda ventaja es que, por aumentar la viscosidad del material, la inclusión de partículas de relleno puede llevar a la formación de capas de adhesivo más gruesas. Esta capa más gruesa, por poseer un módulo de elasticidad intermedio entre la resina compuesta y la dentina desmineralizada, funciona como una “capa elástica” resiliente, capaz de absorber parte de las tensiones masticatorias y evitar la concentración de tensiones en la interfaz adhesiva<sup>24</sup>.

### **Sistemas adhesivos a base de ionómero de vidrio:**

Estos adhesivos son los únicos que realmente se adhieren a la estructura dental, sin la necesidad de crear previamente retenciones adicionales. Se presentan en forma de polvo y líquido, que deben ser mezclados antes de su aplicación. El

---

<sup>24</sup> LAMBRECHTS P, Labella. Polymerizationshrinakge and elasticity. 1999. Pag: 128

polvo contiene un vidrio de aluminio-fluor-silicato y el líquido es una solución de ácido polialquénico.

El mecanismo de adhesión de los ionómeros de vidrio es debido a:

- Embricamiento mecánico – esto es alcanzado por una hibridación suave con algunas fibras de colágeno cubiertas por hidroxiapatita (el ácido polialquénico no es capaz de exponer las fibras de colágeno)
- Adhesión química – esto ocurre por la unión entre los grupos carboxílicos del ácido polialquénico y el calcio de la hidroxiapatita, que permanece alrededor de las fibras de colágeno.

- **Adhesivos de la primera a la séptima generación<sup>25</sup>.**

Los adhesivos aparecidos al final de los años setenta no fueron tal cosa. Aunque su fuerza de adhesión al esmalte era alta, su adhesión a la dentina era lastimosamente baja, por lo común no mayor de 2 Mpa.

Todas las generaciones de adhesivos, en general, se unen bien a la estructura microcristalina del esmalte; el principal problema es la fuerza de unión a la dentina, tejido semiorgánico. La unión se buscaba por la quelación del agente adhesivo con el calcio, componente de la dentina; si bien había penetración tubular, ésta contribuía poco a la retención de la restauración. Era común observar el despegamiento de la interfaz dentinal en pocos meses. Estos adhesivos se indicaban primeramente para cavidades pequeñas, con retención, de clase III y V. la sensibilidad post operatoria era común cuando estos agentes eran usados para restauraciones oclusales posteriores.<sup>26</sup>

<sup>25</sup> BARRANCOS MOONEY, Julio. *Operatoria Dental*. 2006. Pag: 778

<sup>26</sup> BARRANCOS MOONEY, Julio. *Operatoria Dental*. 2006. Pag: 778

A comienzos de los años 80, se desarrolló la segunda generación bien diferenciada. Estos productos intentaban usar la capa residual (smear layer) como sustrato para la adhesión. Esta capa está unida a la dentina subyacente a niveles insignificantes de 2 a 3Mpa. Y las débiles fuerzas de adhesión de esta generación (2 a 8Mpa a la dentina) hacia todavía necesaria la retención en la preparación de cavidades. Las restauraciones con márgenes en dentina presentaban exagerada microfiltración y las restauraciones en posteriores adolecían de considerable sensibilidad post operatoria.

Al final de la década de 1980, aparecieron los sistemas de doble componente: iniciador (primer) y adhesivo. Las mejoras notables que estos agentes de unión tenían, permitieron que se los clasificara como tercera generación. El incremento significativo de la fuerza de adhesión a la dentina (8-15Mpa) disminuyó la necesidad de retención en las preparaciones cavitarias. La notable disminución de la sensibilidad post operatoria en las restauraciones oclusales posteriores, fue un avance bienvenido. La tercera generación fue igualmente la primera en lograr adherencia no solamente a la estructura dental, sino, además, a metales y cerámica. La parte negativa de estos agentes de unión fue su corta duración. En varios estudios se constató que la adhesión de estos materiales empezaba a decrecer después de tres años en boca.

A comienzos de los años noventa, los agentes de unión de cuarta generación transformaron la odontología. La alta fuerza de unión a dentina, entre 17 y 25Mpa y la disminución de la sensibilidad post operatoria en restauraciones oclusales posteriores, impulsaron a muchos odontólogos a iniciar el cambio de uso de amalgama por resinas compuestas en obturaciones directas en posteriores.

Esta generación se caracteriza por el proceso de hibridación en la interfaz dentina-resina reforzada, que consiste en el reemplazo de la hidroxiapatita y el agua de la superficie dentinaria por resina. La resina en combinación con las fibras de colágeno remanente, constituye la capa híbrida. La hibridación involucra tanto los túbulos dentinarios como la dentina intratubular, mejorando extraordinariamente la fuerza de unión a la dentina.

Los materiales en este grupo se distinguen por sus componentes; hay dos o más ingredientes que se deben mezclar preferiblemente en proporciones muy precisas. El número de pasos en el mezclado y la necesidad de medición exacta de los componentes tienden a hacer el procedimiento confuso y a reducir la fuerza de unión a dentina.

Esto condujo al desarrollo de los adhesivos de quinta generación. Estos materiales se adhieren bien al esmalte, la dentina, a la cerámica y los metales, pero lo más importante es que se caracterizan por tener un solo componente en un solo frasco, no hay mezclado, y por lo tanto, es menor la probabilidad de error. La fuerza de retención a la dentina esta en el rango de 20 a 25Mpa y más adecuada para todos los procedimientos dentales (excepto en conjunción con cementos de resina de autocurado y resinas reforzadas para obturaciones de autocurado)

Los agentes de unión de la quinta generación son fáciles de usar y de resultados predecibles; son los adhesivos más populares en la actualidad. Además hay poco riesgo de sensibilidad a la técnica en un material que se aplica directamente sobre la superficie preparada del diente.

Los investigadores y los odontólogos, están tratando de eliminar el paso del grabado ácido, o de incluirlo químicamente dentro de alguno de los otros pasos. La sexta generación de adhesivos, no requiere grabado, al menos en la superficie de la dentina. Si bien esta generación no está aceptada universalmente, hay un número de adhesivos dentales presentados desde el año 2000 en adelante que están diseñados específicamente para eliminar el paso de grabado. Estos productos tienen un acondicionador de la dentina entre sus componentes, el tratamiento ácido de la dentina se autolimita y los productos del proceso se incorporan permanentemente a la interfaz restauración-diente.

- **Adhesivos de cuarta generación.**

Los adhesivos de 4<sup>a</sup> generación se presentan normalmente en 3 botes, en el primero (grabador) se encuentra el ácido fuerte (ortofosfórico al 37%), en el segundo bote (primer o acondicionador) se encuentran las resinas hidrofílicas y el fotoactivador. La función de este es impregnar adecuadamente la dentina. En el tercer bote (bonding o adhesivo) tendremos las resinas hidrofóbicas y los fotoactivadores<sup>27</sup>.

- **Adhesivos de quinta generación.**

El objetivo principal de los sistemas adhesivos de la quinta generación, fue consolidar la formación de la capa híbrida y la búsqueda de adhesión química, pero con la idea de la simplificación de la técnica.

La idea de simplificar la técnica, se basa principalmente en buscar hacer esta técnica menos sensible y más rápida en

---

<sup>27</sup> ALANGUIA FERNANDEZ, Sebastian. Principios básicos de adhesión. 2008.

obtener la adhesión, con un menor número de pasos clínicos<sup>28</sup>.

Entre la aplicación clínica con más confianza por parte de los dentistas y el desarrollo de los sistemas adhesivos de la quinta generación, surgieron nuevos métodos o formas de clasificar a los sistemas adhesivos. Esto trajo como consecuencia la confusión y la dificultad de entender el funcionamiento de todos los sistemas adhesivos en el mercado.

La mayoría de los sistemas adhesivos de la quinta generación, utilizaban el grabado o acondicionamiento simultáneo de la dentina y el esmalte (grabado total) y el sistema de “una botella” (one bottle) que contiene el imprimador y la resina adhesiva juntos y que se aplicaba después del grabado en un solo paso. Algunos sistemas incorporaron pequeñas cantidades de partículas de relleno, para dar más consistencia a la resina adhesiva<sup>29</sup>.

La capacidad de penetración y de encapsulamiento, basado en la impregnación simultánea de los dos materiales, es el factor primordial para el éxito de los adhesivos y el buen comportamiento clínico de las restauraciones de resinas compuestas.

- **Adhesivo de quinta generación “AMBAR”<sup>30</sup>**

Ambar es un sistema adhesivo fotocurable para esmalte y dentina, responsable por la unión entre la estructura dental y materiales restauradores. Calificado como adhesivo

<sup>28</sup> PERDIGAO, J. Fundamental concepts of enamel and dentin adhesion 2002. pag: 236- 267

<sup>29</sup> Van Meerbeek B, Perdigao J, Lambrechts P, Vanherle G. The clinical performance of adhesives. 1998.

Pag: 1- 20

<sup>30</sup> <http://www.fgm.ind.br/site/produtos.php?prd=23&lng=es>

convencional de dos pasos, Ambar combina primer y bond en un solo frasco, siendo necesario el grabado ácido previamente a la aplicación del adhesivo. Entre las principales características de Ambar, se puede citar elevada resistencia de unión inmediata y postciclaje (sobre dentina y esmalte), elevada estabilidad química y resistencia de la película adhesiva generada después de la cura, adecuada capacidad de penetración de los monómeros en las fibras colágenos de dentina húmeda desmineralizada. Éstos y otros factores contribuyen para que se pueda obtener mayor longevidad y seguridad en trabajos adhesivos.

Ambar es indicado para realización de restauraciones directas (todas las clases), reparos en cerámica, compósitos y cementación adhesiva (uso combinado con los cementos resinosos).

### **Características**

- Sistema adhesivo fotocurable convencional de dos pasos.
- Técnica del grabado ácido total.
- Primer y bond en un solo frasco.
- Elevado poder de resistencia adhesiva.
- Contiene nanopartículas que otorgan mayor estabilidad y resistencia a la película adhesiva.
- Solvente a base de etanol.

### **Indicaciones:**

- Todas las clases de restauraciones directas con compósitos (clases I, II, III, IV y V) además cementos ionoméricos fotocurables.

- Cementación adhesiva (en conjunto con cemento resinoso) de piezas protéticas (postes intrarradiculares/núcleos, coronas, onlays/inlays, carillas, etc.) en fibra de vidrio, cerámica, resina y metales.
- Reparaciones adhesivas en cerámica y compósitos.
- **Adhesivos de sexta y séptima generación.**

Conocidos como la segunda generación de adhesivos autoacondicionantes son los denominados todo en uno, es decir, el agente acondicionador, el primer y el adhesivo se encuentran mezclados químico y físicamente en un solo bote o envase, por lo tanto desde el punto de vista clínico, amerita solo un paso, que consiste en la aplicación directa de una o múltiples capas del adhesivo sobre el tejido dental a tratar (Ej.: Ecth & Prime 3.0 – Degussa, One Up Bond – Tokuyama, Prompt L Pop 1, 2 – 3M / ESPE, Xenio III – Dentsply). Los adhesivos de sexta generación mezclan sus componentes en un “blister” de dos cámaras, mientras que los de séptima presenta todos sus componentes en un solo frasco.<sup>31 32</sup>

Con respecto a los sistemas autoacondicionantes, se podría decir que su efectividad adhesiva es igual o inferior a los sistemas adhesivos convencionales, aunque no existen estudios a largo plazo que garanticen una adhesión duradera, principalmente sobre esmalte, por otra parte, se sugiere que con los sistemas autoacondicionantes de última generación, se obtienen fuerzas de adhesión superiores en

<sup>31</sup> Macchi RL. Materiales dentales; Cuarta edición. Editorial Panamericana; 2001.

<sup>32</sup> Miyashita E.; Salazar A. Odontología Estética: el estado del arte. Sao Paulo; Editora Artes Médicas Ltda; 2005.

comparación con sistemas anteriores, aunque no existen estudios concluyentes al respecto.

Los sistemas adhesivos convencionales continúan siendo los sistemas de elección en la consulta odontológica, porque presentan los mejores resultados en los estudios in vivo / in vitro; además, la técnica que se utiliza en su aplicación es una de las menos sensibles. De acuerdo a los estudios publicados, los sistemas adhesivos autoacondicionantes son uno de los materiales más prometedores en odontología adhesiva porque no ameritan una fase de lavado y enjuague de la sustancia acondicionadora (ácido), por lo tanto disminuye ligeramente el tiempo de trabajo, disminuyen las posibilidades de error por manipulación inadecuada, no existen discrepancia entre la profundidad de desmineralización y la infiltración del monómero funcional, se sugiere que estos sistemas autoacondicionantes poseen un mecanismo de adhesión físico – químico (Traba mecánica – Enlaces químicos estables), el cual podría beneficiar el complejo diente – resina, ya que aseguraría el sellado biológico de los túbulos dentinarios evitaría la microfiltración, sensibilidad dental, caries recurrente, entre otros problemas.

#### **2.4 Resistencia de Tracción.**

- **Definición.**

La resistencia de tracción es la que por unidad de área se necesita para romper la unión de dos cuerpos, donde la falla generalmente ocurre cerca de la interfase. La unidad internacional que se utiliza para medir la resistencia de tracción es el mega pascal (MPa).

La fórmula para obtener este valor de adhesión es:

$$\text{Tensión} = \text{Fuerza} / \text{área}$$

$$\text{Tensión} = \text{N} / \text{mm}^2$$

Es bastante difícil desarrollar condiciones de laboratorio que puedan evaluar la longevidad de la adhesión debida a los numerosos factores envueltos en la degradación de la adhesión ya que el desarrollo oral es dinámico y biológicamente complejo.

- **Medición de la resistencia de tracción.**

La evaluación de la eficiencia de los adhesivos dentinarios se basa en la medición de la fuerza adhesiva. Existen dos métodos para medirla, una prueba para resistencia de tracción cortante o cizallamiento y otra para resistencia de tracción en tensión o microtracción de una muestra de adhesivo hasta que esta se fracture, según el ángulo en que se aplican las fuerzas en forma paralela o perpendicular a la estructura adhesiva respectivamente.

Este tipo de prueba puede ser indicativo de cómo puede actuar el adhesivo in vivo. No hay un acuerdo unánime en la fuerza adhesiva mínima que debe existir para que haya una adhesión exitosa, aunque se a propuesto un valor de 20 MPa o más como razonable.

La fuerza producida en los sistemas adhesivos dentinarios se ha evaluado tradicionalmente usando el test de resistencia al cizallamiento o *shearbond strength*, el cual, resulta útil para probar materiales que

fallan ante valores comprendidos entre 18-20 MPa, o menos .

Sin embargo, en valores que exceden la citada cifra, a menudo no permiten diferenciar entre la fuerza del adhesivo y la fuerza cohesiva del composite o la dentina.

- **Microtensión.**<sup>33</sup>

El test de microtensión fue introducido por Sano en 1994, esta prueba se ha propuesto para la evaluación de áreas (interfase adhesiva) que oscilan alrededor de 0.5 a 1 mm, de esta manera se obtienen datos de las fallas exclusivamente adhesivas, permitiendo un análisis real de la resistencia de unión entre el material y la estructura dental. Se trata de una técnica muy laboriosa, pero presenta múltiples ventajas:

- 1) Con ella se pueden medir grandes fuerzas de adhesión, incluso cuando se emplean a propósito fuerzas altas como 30 MPa o más, el fallo sucede casi siempre en la interfase adhesiva.
- 2) Permite testar la adhesión en áreas muy pequeñas y en diferentes regiones y;
- 3) Es capaz de obtener de una sola pieza múltiples especímenes.

---

<sup>33</sup> <http://www.cop.org.pe/bib/tesis/ORLANDOOLCESELAVADO.pdf>

### 3. Análisis de antecedentes investigativos.

#### a. Estudio comparativo de adhesión a dentina por medio de resistencia al desalojo por empuje entre sistemas con y sin grabado ácido. (2007)

Lizbeth Barajas de la Vega,\* Federico Barceló.  
Revista Odontológica Mexicana.

Los adhesivos dentinarios de autograbado ofrecen un avance significativo en la reducción de pasos con relación a los de grabado ácido, además de los beneficios ya conocidos de adhesión a esmalte y dentina en su uso clínico. Existen algunos estudios comparativos con respecto a la fuerza de unión a dentina de sistemas con y sin grabado ácido, reportando la mayoría de estos valores menores con los sistemas de autograbado. Así mismo la técnica que se ha empleado para realizar estas valoraciones son de tensión, cizallamiento y de microtensión pero ninguna por el método de desalojo. Objetivo: Valorar y comparar el grado de adhesión de una restauración directa de resina sobre dentina utilizando dos sistemas de adhesión de autograbado y uno con grabado ácido. Método: Se colectaron 45 molares humanos extraídos, los cuales se dividieron aleatoriamente en tres grupos de 15 muestras, a las cuales se les realizaron cortes y cavidades que fueron restauradas con resina y se valoró la adhesión utilizando la técnica de desalojo por empuje. A los valores se les aplicó análisis estadístico de ANOVA de una vía y prueba de Tukey. Resultados: No existió diferencia estadísticamente significativa entre AdheSE (26.8 MPa) y Single Bond (25.6 MPa) pero sí de éstos con Prompt L-Pop (10.6 MPa) Conclusión: El sistema adhesivo sin grabado ácido AdheSE obtuvo valores de adhesión con el método de desalojo comparables al sistema con grabado ácido.

**b. Evaluación del grado de adhesión a la dentina de dos tipos de adhesivos de uso clínico actual. (2011)**

Dra. Silvia Monsalves Bravo.

Dr. Cristian Astorga Meneses.

Dr. Marcelo Bader Mattar.

Revista dental de Chile.

El presente estudio evaluó el grado de resistencia adhesiva en dentina bajo cargas de cizallamiento, alcanzado en restauraciones de Resinas Compuestas confeccionadas con un sistema adhesivo de grabado y lavado de amplio uso clínico actual y un nuevo sistema adhesivo autograbante, utilizando para aquella medición el test de resistencia al cizallamiento.

Se utilizaron 24 molares recientemente extraídos, los cuales fueron seccionados longitudinalmente para obtener en cada uno de ellos, dos trozos similares de Dentina. En una de estas mitades se les adhirió un cilindro de resina compuesta de 6 mm. de diámetro y de 3 mm. de grosor, utilizando la técnica adhesiva de grabado y lavado, mientras que en la otra mitad se aplicó la técnica autograbante.

Los cuerpos de prueba, fueron mantenidos durante 48 hrs. en una estufa a 37°C y 100% de humedad relativa, luego de lo cual fueron testeados en una máquina de ensayos universales Tinius Olsen, aplicando una fuerza de cizallamiento de 200 kg. y a una velocidad de cabezal de 0,2 cm./min.

El valor promedio, expresado en Megapascuales, de la resistencia adhesiva al cizallamiento para el adhesivo convencional de grabado y lavado fue de 15,21 MPa mientras que el nuevo sistema adhesivo autograbante registró un valor promedio de 12,84 MPa.

Los resultados fueron analizados mediante el T-Test de Student no encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en estudio.

En conclusión, se puede afirmar que de acuerdo a la metodología utilizada en este estudio, si bien el sistema convencional de grabado y lavado obtuvo un mayor valor nominal de resistencia adhesiva en dentina, no es significativamente superior al nuevo sistema de autograbado.

**c. Adhesión de composite a dentina y esmalte utilizando adhesivos auto-grabadores. (2010)**

Dr. Mark A. Latta.

Dr. William T. Naughton.

Dr. Charles F. Scalon.

Para determinar la fuerza adhesiva a dentina y esmalte de 10 adhesivos auto-grabadores, se realizaron preparaciones planas en 216 molares humanos extraídos, utilizando papel de carburo de silicio de 600 granos para exponer la dentina o el esmalte. Tras la aplicación de cada sistema adhesivo, se prepararon montajes de **Spectrum TPH** utilizando como matriz una cápsula de gelatina (n=24). Después de 24 horas de almacenamiento en agua a 37°C, se despegaron 12 especímenes de cada grupo de esmalte y dentina. Esto fue seguido de 6.000 termociclos entre baños de agua a 5°C y 55°C, con un periodo de permanencia de 20 segundos en cada baño. Los especímenes se cargaron en una máquina de tracción con una velocidad de travesaño de 5mm/minuto. El análisis estadístico incluye ANOVA de un solo factor y análisis de comparación (post hoc test) de diferencia de mínimos cuadrados. Se encontraron diferencias significativas en la fuerza adhesiva para esmalte y dentina entre los materiales testados ( $p < 0,05$ )

**d. Fuerzas de unión de sistemas de adhesivo de autograbado de 1 paso a dentina normal y afectada por caries.**

PNR Pereira.

MF Nunes.

PA Miguez.

Revista: Operative Dentistry, Volumen 31, Numero 6, 2006, 677-681.

Se utilizaron molares humanos extraídos con caries en la cara oclusal que habían sido almacenados congelados. Una vez los dientes fueron descongelados y limpiados, se eliminó el esmalte hasta exponer dentina normal y dentina afectada por caries. Se utilizaron cinco dientes para cada grupo. Los adhesivos utilizados fueron Amper Prompt L Pop, autograbante y Single Bond, de dos pasos (3M ESPE). Después se reconstruyeron las coronas con composite Filtek Z250 (3M ESPE) con 3-5mm de altura utilizando capas incrementales de 2mm polimerizadas 40 segundos cada una. Se almacenaron todas las muestras 24 horas en agua a 37°C. Los dientes se seccionaron en rodajas de 0,7mm de grosor con una fresa de diamante fina, la dentina normal y la afectada por caries fueron observadas visualmente y al microscopio. Se sacaron unas 5-8 muestras por diente, se sometieron las interfases al test de unión microtensión que se determinó dividiendo la carga de fractura por el área cruzada seccionada de la interfase. Se les puso resina epoxi y fueron pulidas con pastas de diamante. Se midió la dureza (KHN) con 50 gramos de carga bajo la interfase y durante 15 sec. Se utilizó el análisis de la varianza ANOVA.

#### 4. Interrogantes.

- ¿Cuál será la fuerza de adhesión del adhesivo de cuarta generación en molares permanentes?
- ¿Cuál será la fuerza de adhesión del adhesivo de quinta generación tipo A en molares permanentes?
- ¿Cuál será la fuerza de adhesión del adhesivo de quinta generación tipo B en molares permanentes?
- ¿Cuál será la fuerza de adhesión del adhesivo de séptima generación en molares permanentes?
- ¿Cuál de los adhesivos tendrá una mayor fuerza de adhesión en dentina?

#### 5. Objetivos.

- Determinar las fuerzas de adhesión del adhesivo de cuarta generación.
- Determinar las fuerzas de adhesión del adhesivo de quinta generación tipo A.
- Determinar las fuerzas de adhesión del adhesivo de quinta generación tipo B.
- Determinar las fuerzas de adhesión del adhesivo de séptima generación.
- Determinar qué tipo de adhesivo tiene mayor fuerza de adhesión.

## 6. Hipótesis.

**Dado que:** El nuevo adhesivo de quinta generación de FGM contiene nanopartículas de sílice.

**Es probable que:** Este nuevo adhesivo tenga una mejor fuerza de tracción que los adhesivos de cuarta, quinta y séptima generación.



# **CAPITULO II**

# **PLANEAMIENTO**

# **OPERACIONAL**



## II. PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

### 1. Técnicas, instrumentos y materiales de verificación.

Variable Investigativa	Indicadores	Técnica	Instrumento
Fuerza de Tracción	-Resistencia a la tracción de adhesivos de cuarta generación. -Resistencia a la tracción de adhesivos de quinta generación tipo A y B. -Resistencia a la tracción de adhesivos de séptima generación.	Observación Laboratorial	Ficha de Observación

Se realizó una preparación cavitaria clase I en los molares, para luego poder trabajar con los adhesivos (igual cantidad de dientes para cada adhesivo) sobre la dentina superficial, obteniéndose cuatro grupos de verificación.

#### El trabajo se realizó de la siguiente manera:

##### a. Recolección de las muestras (60 segundos y terceros molares permanentes)

Se utilizaron 60 molares permanentes humanos con una antigüedad no mayor a 4 meses, los cuales fueron almacenados en agua destilada. Los pacientes de los cuales se obtuvieron los molares fluctúan entre los 18 y 30 años de edad.

### **Preparación de las muestras.**

A cada molar se le realizó una preparación cavitaria clase I (Black) para dejar al descubierto la dentina superficial sobre la cual se utilizaron los adhesivos de cuarta, quinta A y B, y séptima generación. Luego se siguen los siguientes pasos:

- Se hace el grabado ácido por un tiempo de 15 segundos.
- Luego se procede a enjuagar con abundante agua para posteriormente secar las superficies de los dientes con torundas de algodón.
- Después de haber secado bien las superficies, se procede a aplicar los diferentes tipos de adhesivos en sus muestras respectivas con un microbrush, frotando cuidadosamente las superficies para que queden totalmente cubiertas con los adhesivos correspondientes.
- Una vez bien colocado el adhesivo, se procede a fotocurar las muestras por un tiempo de 20 segundos según datos del fabricante de los adhesivos.
- Al terminar este procedimiento, se colocó resina por capas delgadas hasta cumplir los requerimientos necesarios para luego fotocurar según indicaciones del fabricante.

### **b. Preparación de unidades.**

Cada muestra tuvo como base un cubo de acrílico con un gancho en la parte inferior y un gancho insertado en la resina en la parte superior. Estos ganchos se unieron a placas de acero para facilitar la tracción de las muestras.

### c. Medición de las fuerzas de tracción.

- La tracción fue medida con un aparato llamado “MÁQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS” el cual está diseñado para medir muestras de 2 x 4 cm aproximadamente. La fuerza que aplica este aparato es de 45 lb, o 20 kg o 200Newtons. Las muestras fueron medidas una por una con la maquina universal de ensayos en Newtons que luego fueron convertidos a mega pascales a una velocidad media.
- Cada muestra fue colocada en la máquina universal de ensayos junto con unas placas de acero que es donde iban las mordazas de la maquina.
- Luego de verificar que las muestras estaban bien colocadas en la máquina, se procedió a encender la maquina y se realizó la prueba a una velocidad media.

#### 1.1 Instrumentos.

- **Instrumentos Documentales.**

Para la recolección de datos se utilizó una ficha de observación escrita, luego los datos fueron procesados en una ficha en el programa Excel, el cual nos dará los datos de adhesión en megapascales.

- **Instrumentos mecánicos.**

- Máquina Universal de Ensayos.
- Lámpara de luz halógena.
- Pieza de mano de alta velocidad.
- Micromotor.

- Cámara de fotos digital.
- Congeladora.

## 1.2 Materiales.

- **Para la recolección de muestras.**

- Frascos de recolección de muestras de laboratorio.
- Agua destilada.
- Guantes.
- Pinzas.

- **Para la preparación de los dientes.**

- Micromotor.
- Pieza de mano de alta velocidad.
- Discos de diamante.
- Guantes.
- Discos de diamante biactivos.
- Pinzas.
- Espátula de resina.
- Piedras y fresas de alta velocidad.
- Piedras de baja velocidad.
- Acrílico de curado rápido.
- Agua destilada.
- Torundas de algodón.

- **para el proceso de grabado.**

- Acido ortofosfórico.
- Microbrush.
- Torundas de algodón.
- Guantes.
- Jeringa triple.

- **Para la aplicación de adhesivos y resina.**

- Adhesivo de cuarta generación.
- Adhesivo de quinta generación FGM con nanopartículas de sílice.(A)
- Adhesivo de quinta generación.(B)
- Adhesivo de séptima generación.
- Lámpara de luz halógena.
- Microbrush.
- Resina.
- Espátula de resina.
- Guantes.

- **Para el almacenaje de las muestras.**

- Frascos de vidrio.
- Agua destilada.
- Pinzas.
- Guantes.

- **Para la medición de las fuerzas de tracción.**

- Pinzas.
- Máquina universal de ensayos.
- Ganchos de acero.
- Placas de acero.
- Guantes.

## 2. Campo de verificación.

### 2.1 Ubicación espacial.

Ámbito de la Universidad Católica de Santa María y específicamente en el laboratorio de ingeniería mecánica donde se encuentra el aparato que mide las fuerzas de tracción.

### 2.2 Ubicación temporal.

La planificación de la investigación se realizó a partir del mes de Setiembre del 2012 con una duración aproximada de cuatro meses. El tipo de investigación fue longitudinal (la evolución del fenómeno estudiado se realizó en tiempo continuo).

### 2.3 Unidades de estudio.

#### a) Identificación de los grupos.

Para esta investigación se utilizaron sesenta (60) molares permanentes.

Los molares permanentes fueron divididos en cuatro grupos de investigación. El primero fue tratado con el adhesivo de cuarta generación, el segundo grupo fue tratado con el adhesivo de quinta generación tipo A (AMBAR) que contiene nanopartículas de sílice, el tercer grupo con el adhesivo de quinta generación tipo B y el cuarto grupo con el adhesivo de séptima generación con la finalidad de obtener los resultados de resistencia a la tracción.

## b) Control e igualación de los grupos.

- **Criterios de inclusión:**

- Piezas dentales permanentes sin fracturas (molares).
- Piezas dentales extraídas con una antigüedad no mayor a cuatro meses.
- Molares permanentes.
- Edad de los pacientes entre 18 a 30 años.
- Molares humanos.

- **Criterios de exclusión:**

- Piezas dentales con fracturas.
- Piezas dentales con antigüedad mayor a cuatro meses.
- Pacientes con edad mayor o fuera del rango de 18 a 30 años.
- Molares humanos con deformidades.

## 3. Estrategia de recolección de datos.

### 3.1 Organización.

- Aprobación del plan de tesis para el inicio de la investigación y recolección de datos.
- Solicitar la autorización para el uso de laboratorios de la Universidad Católica de Santa María.

### 3.2 Recursos.

- **Recursos humanos.**

**Investigador:** Daniel Eduardo Chávez Huaco.

**Asesor:** Dr. Carlos Quiroz.

- **Recursos físicos.**

- Laboratorio de la Universidad Católica de Santa María.
- Biblioteca de la Universidad Católica de Santa María.
- Campus virtual (páginas de internet)

- **Recursos económicos.**

Propios del investigador.

- **Recursos institucionales.**

Universidad Católica de Santa María.

### 3.3 Validación del instrumento.

Para realizar la investigación se hizo una prueba piloto con 10 muestras, probando los adhesivos de cuarta, quinta y séptima generación para garantizar la validez y nivel de confianza de los datos obtenidos.

De acuerdo al grado de variación de la variable respuesta se obtuvo un tamaño de muestra de 60 unidades experimentales. El tamaño de la muestra nos dará una confiabilidad del 95%.

#### 4. Diseño metodológico.

**4.1 Tipo de investigación:** El tipo de investigación desarrollado, según las características del problema es descriptivo-comparativo.

**4.2 Información:** La bibliografía utilizada para el presente trabajo fueron libros de texto especializados, Journals (revistas de investigación internacionales) y páginas de internet.

#### 4.3 Metodología estadística:

**a) Población:** Constituida por molares permanentes de pacientes cuyas edades oscilan entre 18 y 30 años.

**b) Muestra:** Para realizar la experimentación, primero se hizo una prueba piloto utilizando los adhesivos de cuarta, quinta y séptima generación. De acuerdo al grado de variación de la variable respuesta, se obtuvo un tamaño de muestra de 60 unidades experimentales a un nivel de confianza de 95%.

**c) Métodos estadísticos:** Para responder a los objetivos e hipótesis de la investigación se han utilizado los siguientes métodos estadísticos: gráficos, medidas descriptivas, media aritmética, pruebas de U MANN WHITNEY, CHI CUADRADO, TUKEY Y ANOVA, intervalos de confianza.

**Las fórmulas de las medidas descriptivas son:**

Media aritmética muestral:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{N}$$

Varianza muestral:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

Desviación estándar muestral:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

**El procedimiento de la prueba de hipótesis es el siguiente:**

**Planteamiento de la hipótesis nula y alternativa.**

**H<sub>0</sub>**= La proporción de unidades experimentales de los cuatro grupos de estudio es igual. Esta hipótesis se ha desarrollado para cada clasificación de la resistencia a la tracción como: muy malo, malo, regular, bueno y muy bueno.

**H<sub>1</sub>**= Las proporciones son diferentes para cada uno de los grupos de estudio.

**Asignar el nivel de significación.**

$$\alpha = 0.05$$

**d) Procesamiento estadístico y cómputo:** Para procesar los datos de la experimentación, se utilizó el programa Excel y el paquete de datos (software) EPI. Los resultados se muestran en los cuadros y gráficos que van en los resultados y anexos.

**4.4 Criterios para el manejo de resultados.**

**a. En el ámbito de sistematización.**

- Clasificación.
- Recuento.
- Análisis de datos.
- Tabulación.

**b. En el ámbito de estudio de datos.**

- Comparación de datos.
- Interpretación de datos.
- Operaciones para la interpretación de datos.

**c. En el Ámbito de conclusiones.**

Las conclusiones serán formuladas respondiendo a las interrogantes e hipótesis de la investigación.

**d. En el ámbito de las recomendaciones.**

Se tomarán como sugerencias para el ejercicio de la profesión y como enriquecimiento de la línea investigativa.



# CAPÍTULO III

# RESULTADOS



**“EVALUACIÓN DE LA FUERZA DE TRACCIÓN DE SISTEMAS ADHESIVOS DE CUARTA, QUINTA Y SÉPTIMA GENERACIÓN ENTRE RESINA Y DENTINA SUPERFICIAL EN MOLARES PERMANENTES. AREQUIPA 2012”**

**Cuadro No 1.**

Unidades experimentales del adhesivo de cuarta generación OPTIBOND FL de KERR según la fuerza de tracción.

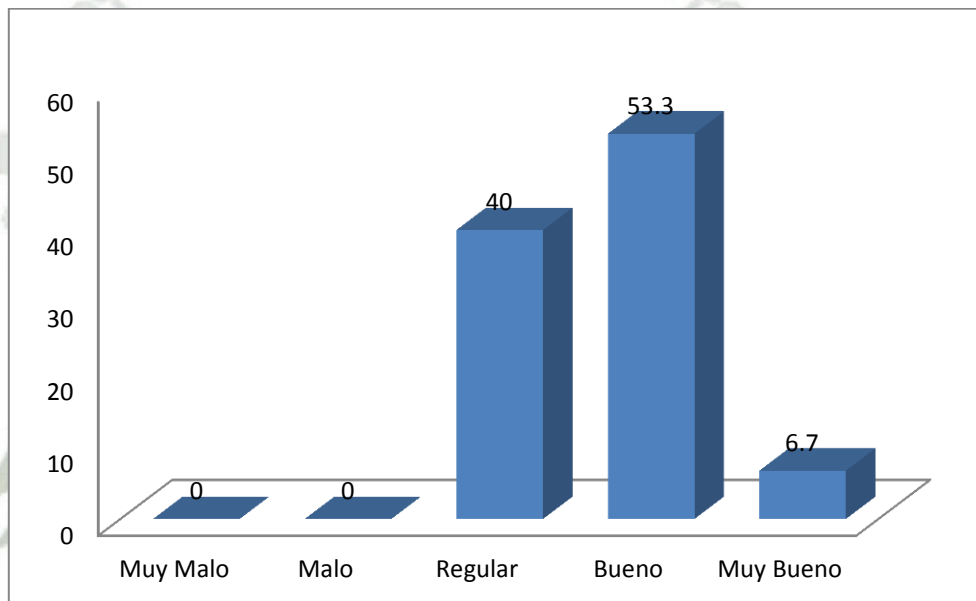
FUERZA DE TRACCIÓN ADHESIVO 4TA. GENERACIÓN	N°	%
Muy Malo	0	0.0
Malo	0	0.0
Regular	6	40.0
Bueno	8	53.3
Muy Bueno	1	6.7
Total	15	100.0
Media Aritmética	22.401	
Desviación Estándar	3.406	
Valor Mínimo	17.084	
Valor Máximo	31.170	

Fuente: Matriz de registro de datos.

Aquí se puede observar, que el mayor porcentaje de molares (53.3%) la fuerza de adhesión es buena, el 40% de las muestras es regular y el 6.7% es muy bueno, no existiendo muestras que tengan valores de malo y muy malo.

### Gráfico No 1

#### Unidades experimentales del adhesivo de cuarta generación Optibond FL de KERR.



**Fuente:** Matriz de registro de datos.

**Elaboración:** Propia.

Cuadro No 2.

Unidades experimentales del adhesivo de quinta generación A (AMBAR de FGM) según la fuerza de tracción.

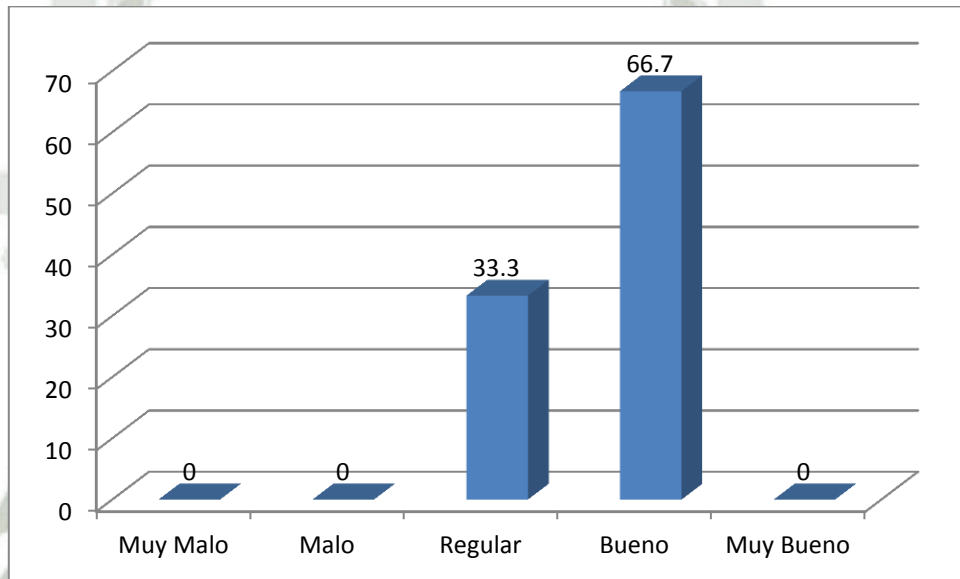
FUERZA DE TRACCION ADHESIVO 5TA. GENERACIÓN A	N°	%
Muy Malo	0	0.0
Malo	0	0.0
Regular	5	33.3
Bueno	10	66.7
Muy Bueno	0	0.0
Total	15	100.0
Media Aritmética	21.768	
Desviación Estándar	1.620	
Valor Mínimo	19.548	
Valor Máximo	24.350	

Fuente: Matriz de registro de datos.

Aquí se puede observar, que el mayor porcentaje de molares (66.7%) la fuerza de adhesión es buena, el 33.3% de las muestras es regular y no existió ninguna muestra que tenga muy mala, mala o muy buena fuerza de adhesión. El mayor porcentaje de las unidades oscila en los 21.768 MPa, clasificándose en el grado de bueno.

Gráfico No 2.

**Unidades experimentales del adhesivo de quinta generación A  
AMBAR de FGM.**



**Fuente:** Matriz de registro de datos.

**Elaboración:** Propia.

Cuadro No 3.

Unidades experimentales del adhesivo de quinta generación B (OPTIBOND de KERR) según la fuerza de tracción.

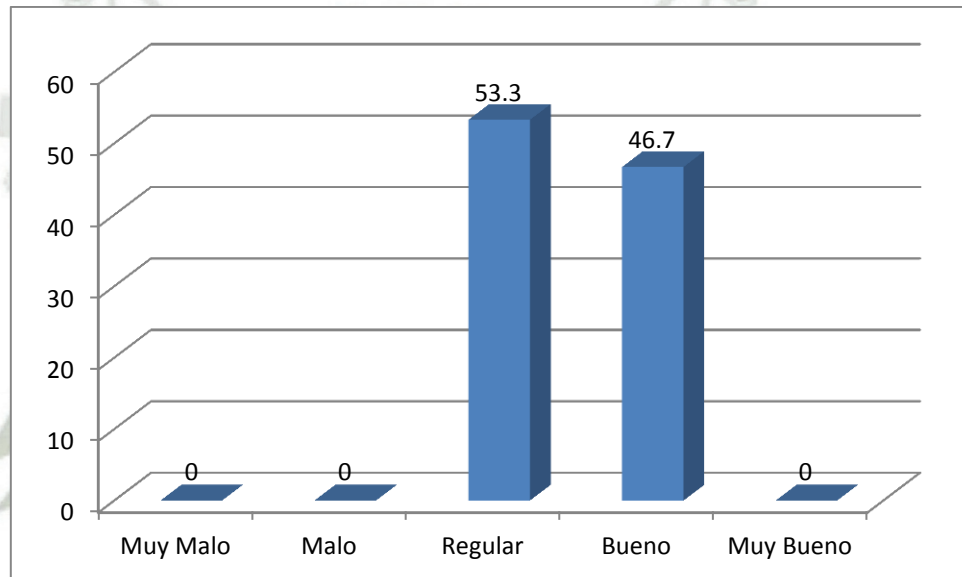
FUERZA DE TRACCION ADHESIVO 5TA. GENERACIÓN B	N°	%
Muy Malo	0	0.0
Malo	0	0.0
Regular	8	53.3
Bueno	7	46.7
Muy Bueno	0	0.0
Total	15	100.0
Media Aritmética	20.901	
Desviación Estándar	2.253	
Valor Mínimo	17.173	
Valor Máximo	25.449	

**Fuente:** Matriz de registro de datos.

Aquí se puede observar, que el mayor porcentaje de molares (53.3%) la fuerza de adhesión es regular, el 46.7% de las muestras es buena y no existió ninguna muestra que tenga muy mala, mala o muy buena fuerza de adhesión. El mayor porcentaje de las unidades oscila en los 20.901 MPa, clasificándose en el grado de Bueno.

**Gráfico No 3.**

**Unidades experimentales del adhesivo de quinta generación B  
OPTIBOND de KERR.**



**Fuente:** Matriz de registro de datos.

**Elaboración:** Propia.

Cuadro No 4.

Unidades experimentales del adhesivo de séptima generación OPTIBOND AIO de KERR según la fuerza de tracción.

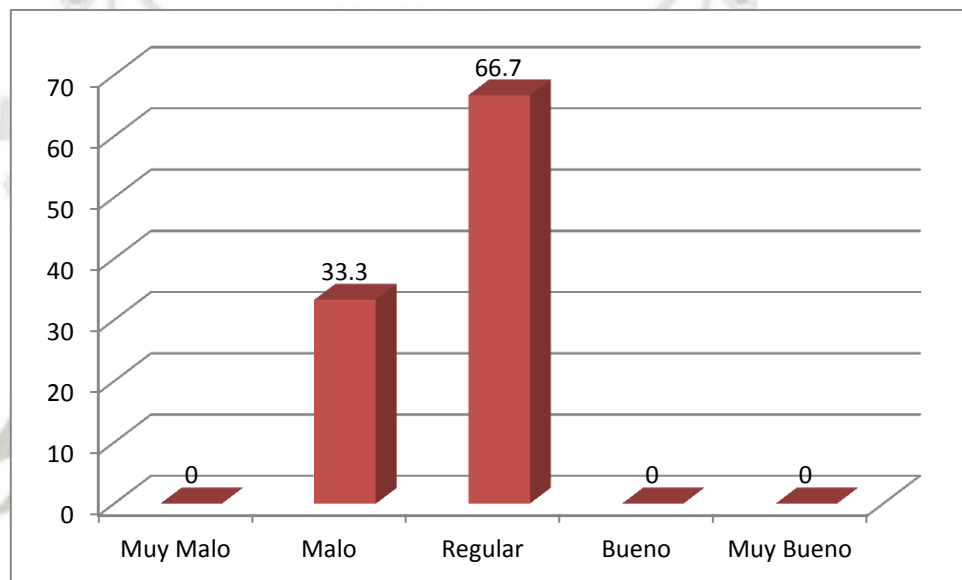
FUERZA DE TRACCION ADHESIVO 7MA. GENERACIÓN	N°	%
Muy Malo	0	0.0
Malo	5	33.3
Regular	10	66.7
Bueno	0	0.0
Muy Bueno	0	0.0
Total	15	100.0
Media Aritmética	16.416	
Desviación Estándar	2.859	
Valor Mínimo	12.320	
Valor Máximo	20.973	

Fuente: Matriz de registro de datos.

Aquí se puede observar, que el mayor porcentaje de molares (66.7%) la fuerza de adhesión es regular, el 33.3% de las muestras es mala y no existió ninguna muestra que tenga muy mala, buena o muy buena fuerza de adhesión. El mayor porcentaje de las unidades oscila en los 16.416 MPa, clasificándose en el grado de Regular.

**Gráfico No 4.**

**Unidades experimentales del adhesivo de séptima generación  
OPTIBOND AIO de KERR.**



**Fuente:** Matriz de registro de datos.

**Elaboración:** Propia.

Cuadro No 5.

Medidas estadísticas cualitativas.

Fuerza de Adhesión	Grupo de Estudio							
	Adhesivo 4ta. Generación		Adhesivo 5ta. Generación A		Adhesivo 5ta. Generación B		Adhesivo 7ma. Generación	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Malo	0	0.0	0	0.0	0	0.0	5	33.3
Regular	6	40.0	5	33.3	8	53.3	10	66.7
Bueno	8	53.3	10	66.7	7	46.7	0	0.0
Muy bueno	1	6.7	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Total	15	100.0	15	100.0	15	100.0	15	100.0

$P = 0,001 (P < 0,05)$  S.S.

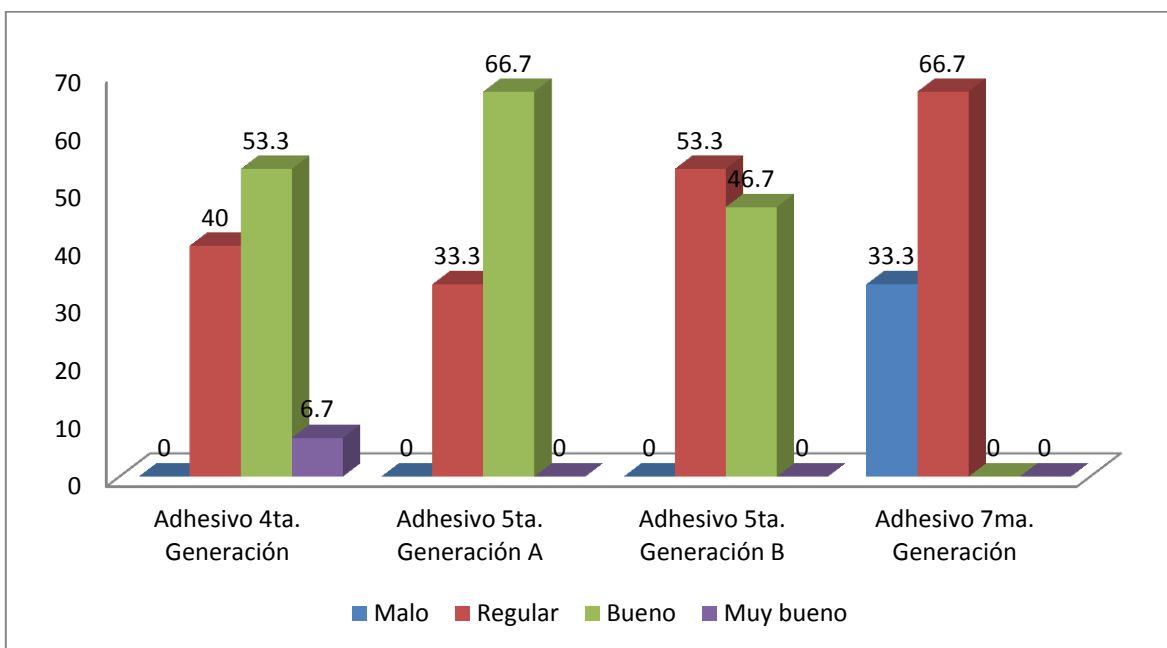
$P_{4ta. - 5ta.A} = 0,519 (P \geq 0,05)$  N.S.

Este cuadro da como resultado una diferencia significativa, lo cual indica que los grupos son diferentes.

Entre el grupo de cuarta generación y el de quinta A nos dio como resultado que la diferencia no es significativa, indicando que la adhesión de estos dos grupos fue buena.

**Gráfico No 5.**

**Medidas estadísticas cualitativas de los cuatro grupos de investigación.**



**Fuente:** Matriz de registro de datos.

**Elaboración:** Propia.

El gráfico No 5 muestra los resultados de los porcentajes de todas las muestras estudiadas clasificándolos en muy malo, malo, regular, bueno y muy bueno. En el adhesivo de cuarta generación tenemos que el 40% dio como resultado una adhesión regular, el 53.3% fue bueno y el 6.7% tuvo un resultado muy bueno. El adhesivo de quinta A tuvo un 33.3% regular, un 66.7% bueno, no existiendo resultados malos ni muy buenos. El adhesivo de quinta B obtuvo un 53.3% regular y un 46.7% bueno no teniendo valores de malo ni muy bueno y el adhesivo de séptima generación presentó un 33.3% malo y un 66.7% bueno, no existiendo valores entre bueno y muy bueno.

Cuadro No 6.

Medidas estadísticas cuantitativas (intervalos de confianza de los grupos de estudio de los adhesivos de cuarta, quinta A y B y séptima generación)

Fuerza de Adhesión	GRUPOS DE ESTUDIO			
	Adhesivo 4ta. Generación	Adhesivo 5ta. Generación A	Adhesivo 5ta. Generación B	Adhesivo 7ma. Generación
Media Aritmética	22.401	21.768	20.901	16.416
Desviación Estándar	3.406	1.620	2.253	2.859
Valor Mínimo	17.084	19.548	17.173	12.320
Valor Máximo	31.170	24.350	25.449	20.973
Total	15	15	15	15

$P = 0.001$  ( $P < 0.05$ ) S.S.

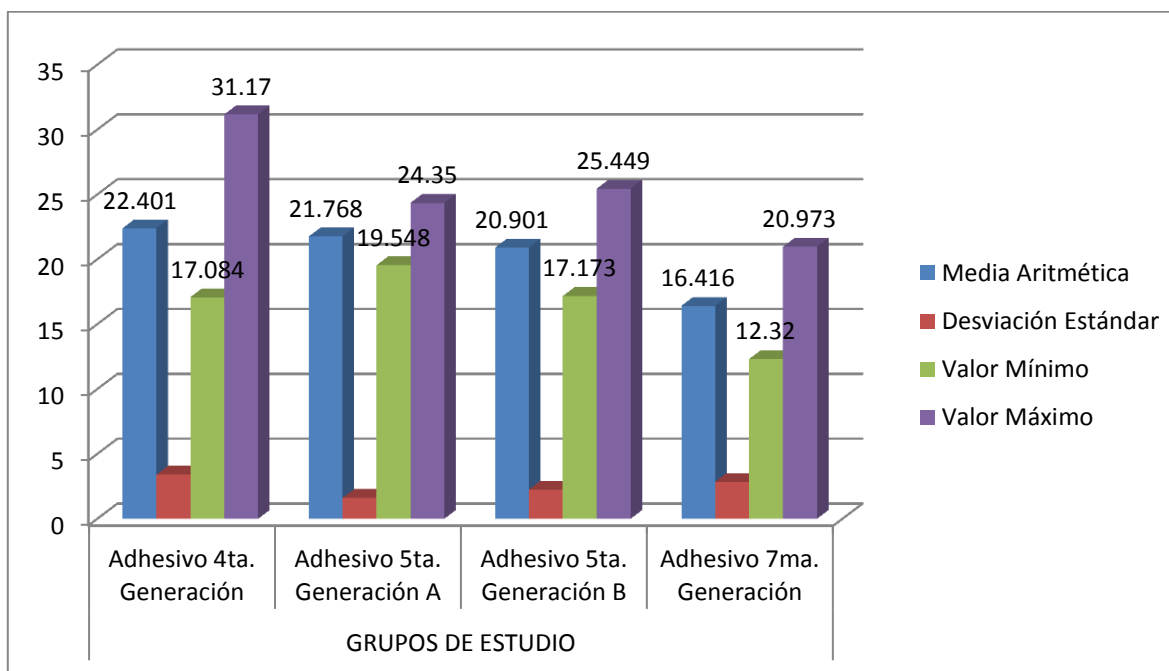
4ta. = 5ta. A = 5ta. B > 7ma.

Este cuadro da como resultado una diferencia significativa, lo cual indica que los grupos son diferentes.

También este cuadro nos indica que entre los adhesivos de cuarta y quinta generación A y B no existe una diferencia significativa en la fuerza de adhesión, mientras que el adhesivo de séptima generación sí tiene diferencia significativa con los anteriores mencionados.

**Gráfico No 6.**

**Intervalos de confianza de los grupos de estudio de los adhesivos de cuarta, quinta A y B y séptima generación.**



**Fuente:** Matriz de registro de datos.

**Elaboración:** Propia.

El gráfico No 6 nos muestra que la media aritmética del adhesivo de cuarta es de 22.401, el de quinta A 21.768 y el de quinta B 20.901, lo que nos indica que estos tres adhesivos tienen un valor bueno para la adhesión y su diferencia no es significativa, mientras que el adhesivo de séptima generación muestra un valor de 16.416 MPa promedio, lo que nos da una diferencia significativa con los demás adhesivos.

## 1. Conclusiones.

- a) **Primero:** La fuerza de adhesión del adhesivo de cuarta generación presenta 53.3% en valores de fuerza de adhesión en el grado de bueno.
- b) **Segundo:** La fuerza de adhesión del adhesivo de quinta generación A (AMBAR) presenta 66.7% en valores de fuerza de adhesión en el grado de bueno.
- c) **Tercero:** La fuerza de adhesión del adhesivo de quinta generación B (OPTIBOND) presenta 53.3% en valores de fuerza de adhesión en el grado de regular.
- d) **Cuarto:** La fuerza de adhesión del adhesivo de séptima generación presenta 66.7% en valores de fuerza de adhesión en el grado de regular.
- e) **Quinto:** Estadísticamente se concluye que el adhesivo de quinta generación A (AMBAR) tiene una mayor fuerza de adhesión a dentina que los demás adhesivos.

## 2. Recomendaciones.

- a) **Primero:** A nivel investigativo se recomienda seguir con estudios que amplíen el presente trabajo de investigación.
- b) **Segundo:** A nivel del ejercicio profesional se recomienda el uso de adhesivos con nanopartículas de sílice en el proceso de adhesión.
- c) **Tercero:** A los investigadores, se recomienda probar adhesión con adhesivos con nanopartículas de sílice en diferentes niveles de dentina media y profunda.
- d) **Cuarto:** A los fabricantes, se recomienda elaborar mayor cantidad de adhesivos que contengan nanopartículas para su uso en adhesión en dentina.
- e) **Quinto:** A los estudiantes e investigadores, se recomienda hacer estudios sobre la fuerza de adhesión de adhesivos con nanopartículas en dientes anteriores.

### 3. BIBLIOGRAFÍA

- BARRANCOS MOONEY, Julio. **OPERATORIA DENTAL**. Cuarta edición. Editorial médica panamericana 2006.
- BOTTINO, Marco Antonio. **ODONTOLOGÍA ESTÉTICA**. Editorial Artes Médicas Ltda. Sao Paulo 2008.
- GUZMAN, Humberto José. **BIOMATERIALES ODONTOLÓGICOS DE USO CLÍNICO**. Tercera edición. Editorial Prisma Asociados Ltda. Colombia 2003.
- BARATIERI, Luis Narciso. **ESTÉTICA**. Segunda Edición. Editorial Santos, Sao Paulo Brasil 2004.
- LANATA, Eduardo Julio. **OPERATORIA DENTAL ESTÉTICA Y ADHESIÓN**. Grupo Guía S.A. 2003.
- HENOSTROZA, H.B. **ADHESIÓN EN ODONTOLOGÍA RESTAURADORA**. Editora Maio, Curitiba Brasil 2003.
- REIS, Alessandra. **MATERIALES DENTALES DIRECTOS**. Editora Santos. 2012.
- FIGUN, Mario. **ANATOMIA ODONTOLOGICA FUNCIONAL Y APLICADA**. Segunda edición. Librería editorial El Ateneo. Argentina 2007.
- MACCHI, RL. **MATERIALES DENTALES**. Cuarta edición. Editorial Panamericana; 2001.

- MIYASHITA, E.; SALAZAR, A. **ODONTOLOGÍA ESTÉTICA: EL ESTADO DEL ARTE.** Sao Paulo; Editora Artes Médicas Ltda; 2005.
- GLADWIN, MARCIA – BAGBY, MICHAEL. **ASPECTOS CLÍNICOS DE LOS MATERIALES EN ODONTOLOGÍA.** Primera edición, editorial El manual moderno 2001.
- LEE, HENRY. **COMPUESTOS ADHESIVOS PARA RESTAURACIONES DENTALES.** Editado por farmacéuticas LEE. 1973.
- RAMOS, JOSÉ ANTONIO. **BIOQUÍMICA BUCODENTAL.** Editorial Síntesis España. 2008.
- VEGA, JOSE MARÍA. **MATERIALES EN ODONTOLOGÍA.** Primera edición, ediciones medico dentales Madrid España 1998.
- De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, Van Meerbeek B. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. J Dent Res. 2005;84:118–132.

#### 4. INTERNET

- FGM productos.

**<http://www.fgm.ind.br/site/produtos.php?prd=23&lng=es>**

- Mark A. Latta. William T. Naughton. “Adhesion de composite a dentina y esmalte utilizando adhesivos auto grabadores”.

**<http://www.dentsply.es/Noticias/clinica4404.htm>**

- C.D. Omar J. Neyra Colchado. “Adhesivos dentales autograbadores: (VI) Mas que un solo paso”.

**[http://www.usmp.edu.pe/odonto/servicio/2004\\_v1n1/kiru2004v1n1art5.pdf](http://www.usmp.edu.pe/odonto/servicio/2004_v1n1/kiru2004v1n1art5.pdf)**

- Prof. Robert A. Ramirez Molina. “Adhesión”

**<http://webdelprofesor.ula.ve/odontologia/robertramirez/PDF/13>**

- Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

**<https://skydrive.live.com/?cid=3df75b08418342ed&id=3DF75B08418342ED%21798&sc=documents>**

- Publimed.

**<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>**

- Freedman, George- Leinfelder, Karl. **“Adhesivos de septima generación”** revisión bibliográfica 2008.

<http://www.sdpt.net/OPCH.htm>

- Mg. C.D. Hans Rudolf Morgenstern Orezzaoli. **“Técnicas de secado y resistencia a la tracción de los materiales adhesivos dentinarios”**.

[http://www.usmp.edu.pe/odonto/servicio/2005\\_v2n1/kiru2005v2n1art5.pdf](http://www.usmp.edu.pe/odonto/servicio/2005_v2n1/kiru2005v2n1art5.pdf)

- Self-etching primer, conventional adhesive systems.

<http://www.revistadentaldechile.cl/temas%20agosto%202001/PDF%20AGOST%202001/Sistemas%20Adhesivos%20de%20Autograbado.pdf>

- Paz Pumpido, Francisco. **“Biocompatibilidad de los adhesivos dentinarios”**

<http://dialnet.unirioja.es>

- Dr. Jorge Rengifo Bernardi. **“Principios básicos de adhesión”**.

<http://www.jorgerengifob.com/articulos-detalle.php?idNews=34>

- Universidad Nacional de Colombia.

[http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/odontologia/2004480/capitulos/capitulo5/adhesion\\_estructura\\_dentaria.html](http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/odontologia/2004480/capitulos/capitulo5/adhesion_estructura_dentaria.html)

## 5. ANEXOS

Anexo 1: Datos para el procesamiento estadístico.

Grupo	Número de Muestra	Muy malo 0.000 a 6.999Mpa	Malo 7.000 a 13.999 Mpa	Regular 14.000 a 20.999 Mpa	Bueno 21.000 a 27.999 Mpa	Muy bueno 28.000 a 34.999Mpa
Adhesivo de 4ta	1			20.121		
	2			17.084		
	3				31.170	
	4				21.846	
	5			19.548		
	6				23.717	
	7			18.745		
	8				23.493	
	9				22.743	
	10				25.423	
	11				22.156	
	12				24.909	
	13			19.240		
	14				23.693	
	15				22.140	

Grupo	Número de Muestra	Muy malo 0.000 a 6.999Mpa	Malo 7.000 a 13.999 Mpa	Regular 14.000 a 20.999 Mpa	Bueno 21.000 a 27.999 Mpa	Muy bueno 28.000 a 34.999Mpa
Adhesivo de 5ta A	1				23.320	
	2				21.170	
	3			20.210		
	4				24.350	
	5				23.970	
	6				21.470	
	7			20.770		
	8				23.410	
	9				23.730	
	10			19.548		
	11			20.131		
	12				21.470	
	13				21.522	
	14			19.612		
	15				21.849	

Grupo	Número de Muestra	Muy malo 0.000 a 6.999Mpa	Malo 7.000 a 13.999 Mpa	Regular 14.000 a 20.999 Mpa	Bueno 21.000 a 27.999 Mpa	Muy bueno 28.000 a 34.999Mpa
Adhesivo de 5ta B	1				21.846	
	2				23.666	
	3			19.546		
	4				22.037	
	5			18.745		
	6			20.650		
	7			17.382		
	8				21.546	
	9			20.435		
	10			19.756		
	11			20.277		
	12				25.449	
	13			17.173		
	14				22.168	
	15				22.849	

Grupo	Número de Muestra	Muy malo 0.000 a 6.999Mpa	Malo 7.000 a 13.999 Mpa	Regular 14.000 a 20.999 Mpa	Bueno 21.000 a 27.999 Mpa	Muy bueno 28.000 a 34.999Mpa
Adhesivo de 7ma	1		13.440			
	2		12.320			
	3			17.576		
	4			17.340		
	5		12.610			
	6			18.330		
	7			18.867		
	8		13.260			
	9			20.973		
	10			17.345		
	11			19.532		
	12			15.447		
	13			19.870		
	14			15.732		
	15		13.610			



Anexo 2: Imágenes del proceso.





