

**RESISTENCIA A LA FRACTURA EN RESTAURACIONES ADHESIVAS Y SU  
RELACIÓN CON EL USO DE LA CLORHEXIDINA**

**JAVIER ENRIQUE MÉNDEZ SILVA  
LINA PAOLA ÁVILA GONZÁLEZ  
CARLOS ANDRÉS GONZÁLEZ RODRÍGUEZ  
ELVIRA ELENA VELEZ CARVAJAL**

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
CARTAGENA DE INDIAS D. T. y C.  
2014**

**RESISTENCIA A LA FRACTURA EN RESTAURACIONES ADHESIVAS Y SU  
RELACIÓN CON EL USO DE LA CLORHEXIDINA**

**INVESTIGADOR PRINCIPAL**

**JAVIER MÉNDEZ SILVA**

Odontólogo, universidad de Cartagena.  
Rehabilitador, universidad católica de Buenos aires, Argentina.  
Implantólogo, universidad de Buenos Aires, Argentina.  
Magister en genética, universidad Simón Bolívar, Colombia.  
Docente catedrático universidad de Cartagena

**CO-INVESTIGADORES**

**LINA PAOLA ÁVILA GONZÁLEZ**

**CARLOS ANDRÉS GONZÁLEZ RODRÍGUEZ**

**ELVIRA ELENA VÉLEZ CARVAJAL**

Estudiantes X semestre

**TRABAJO DE GRADO**

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
CARTAGENA DE INDIAS D. T. y C.**

**2014**

**NOTA DE APROBACIÓN DEL JURADO**

---

---

---

---

**PRESIDENTE DEL JURADO**

---

**JURADO**

---

**JURADO**

***La Universidad de Cartagena ni el jurado examinador, se hacen responsables de los conceptos emitidos en el presente trabajo.***

**CARTAGENA DE INDIAS D. T. y C. 2014**

## **AGRADECIMIENTOS**

En primera instancia agradecemos a Dios, por darnos fortaleza y constancia para formarnos y superar con éxito cada uno de los obstáculos, logrando culminar de manera satisfactoria este proyecto de investigación.

A los docentes Miguel Simancas Pallares y José María Bustillo, por asesorarnos y brindarnos el apoyo incondicional que nos permitió alcanzar el desarrollo del proyecto. A Alicia Zamora Franco y Ángel Camacho Vergara, por su colaboración oportuna con la obtención y preparación de las muestras; porque de manera desinteresada aportaron un grano de arena inmenso para la culminación de este trabajo.

A nuestras familias por el apoyo, comprensión y compañía en este nuevo proceso de formación personal y profesional.

## **DEDICATORIA**

Queremos dedicar este trabajo a nuestros compañeros, a nuestros docentes y a nuestras familias, porque nos alentaron a no perder la esperanza en ningún momento, a trabajar arduo por nuestros sueños y contribuyeron de una u otra forma en nuestra formación personal y académica.

Dedicamos todos nuestros logros a Dios, porque sin la vida, la salud y todas sus bendiciones no hubiera sido posible alcanzar esta meta.

## CONTENIDO

	<b>Pag.</b>
RESUMEN .....	3
1.INTRODUCCIÓN .....	5
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	7
3. JUSTIFICACIÓN.....	11
4. OBJETIVOS.....	13
4.1 OBJETIVO GENERAL .....	13
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
5. MARCO TEÓRICO .....	14
5.1 HISTOLOGÍA DENTAL.....	15
5.1.1 Esmalte.....	15
5.1.2 Dentina.....	15
5.2.1.2 Túbulos dentinarios .....	15
5.2.1.3 Dentina peritubular .....	16
5.2.1.4 Dentina intertubular .....	16
5.2 GENERALIDADES DE LA ODONTOLOGÍA RESTAURADORA .....	16
5.3 LOS SISTEMAS ADHESIVOS.....	17
5.4 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS ADHESIVOS.....	19
5.4.1 PRIMERA GENERACIÓN .....	19
5.4.2 SEGUNDA GENERACIÓN .....	19
5.4.3 TERCERA GENERACIÓN .....	19
5.4.4 CUARTA GENERACIÓN .....	20
5.4.5 QUITA GENERACIÓN .....	20
5.4.6 SEXTA GENERACIÓN .....	21

5.4.7 SÉPTIMA GENERACIÓN .....	22
5.5 FACTORES INFLUYENTES EN LA ADHESIÓN .....	22
6. METODOLOGÍA .....	27
6.1 TIPO DE ESTUDIO .....	27
6.2 POBLACIÓN Y MUESTRA .....	27
6.2.1 Definición de la población .....	27
6.2.2 Determinación del tamaño de muestra .....	27
6.2.3 Determinación del método de selección de muestra .....	28
6.3 CRITERIOS DE SELECCIÓN .....	28
6.3.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN .....	28
6.3.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN .....	28
6.4 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES .....	28
6.4.1 VARIABLES DEPENDIENTES .....	29
6.4.2 VARIABLES INDEPENDIENTES.....	29
6.4.3 VARIABLES INTERVINIENTES .....	29
6.5 RECOLECCIÓN DE DATOS .....	29
6.5.1 PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN.....	29
6.6 ANÁLISIS DE DATOS .....	20
7. RESULTADOS .....	31
7.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO .....	31
7.2 ANÁLISIS DE NORMALIDAD .....	32
7.3 PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS .....	34
8. DISCUSIÓN .....	36
9. CONCLUSIONES .....	39
RECOMENDACIONES .....	40
BIBLIOGRAFÍA .....	41
ANEXOS .....	48



## LISTA DE TABLAS

	<b>Pag.</b>
Tabla 1. Análisis descriptivo.....	31
Tabla 2. Pruebas de normalidad .....	32
Tabla 3. Prueba de Mann – Whitney .....	34
Tabla 4. Protocolo de aplicación de adhesivos convencionales usando clorhexidina .....	37

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pag.</b>
Figura 1. Anatomía dental .....	14
Figura 2. Vista lateral de un túbulo dentinario .....	18
Figura 3. Gráfica de normalidad .....	33
Figura 4. Gráfico de igualdad de varianza .....	33
Figura 5. Relación de máxima fuerza aplicada y el desplazamiento de la restauración de muestras sin tratamiento de clorhexidina .....	35
Figura 6. Relación de máxima fuerza aplicada y el desplazamiento de la restauración de muestras con tratamiento de clorhexidina.....	35

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pag.</b>
Anexo 1. Tabla matriz de resultados .....	49

## RESUMEN

**Problema:** Actualmente la odontología restauradora es uno de los campos con mayor demanda dentro de la población; la cual además de exigir alta estética, también requiere que los tratamientos realizados posean la mayor durabilidad posible. Los sistemas adhesivos, que incluyen las resinas compuestas, constituyen el grupo de materiales que responden mayormente a estas exigencias, pero cuyas ventajas contrastan con algunas debilidades en cuanto a potencia de unión y permeabilidad. Se ha demostrado, que la longevidad de las restauraciones se encuentra directamente relacionada con la integridad de la capa híbrida formada en la interfase resina/dentina, la cual normalmente es destruida por enzimas proteolíticas denominadas metaloproteinasas, responsables de degradar el colágeno infiltrado por los monómeros de resina que no son polimerizados, contribuyendo de esta manera a una menor resistencia de unión, aumento de microfiltraciones y por ende al fracaso de las restauraciones.

**Objetivo:** Evaluar el desempeño del digluconato de Clorhexidina al 2% en relación a la resistencia a la fractura de las restauraciones adhesivas cuando son sometidas a pruebas de resistencia, a fin de corroborar su concordancia en el mantenimiento de la capa híbrida y por tanto en la optimización o no, de las restauraciones adhesivas.

**Métodos:** La población se constituyó por 40 dientes, premolares superiores e inferiores; éstos se dividieron aleatoriamente en 2 grupos de estudio con base al uso de la clorhexidina. En el grupo 1 se realizó restauración del reborde mesial/distal en resina utilizando el protocolo convencional; en el grupo 2 se adicionó al protocolo la utilización de clorhexidina 2% antes de aplicar el adhesivo.

Éstas se sometieron a prueba de resistencia en un texturómetro SHIMADZU modelo EZ-S a una velocidad transversal de 60mm/min calculando en Newton (N) la superficie de adhesión. Los resultados se analizaron estadísticamente usando las pruebas de u de mann Whitney-Wilconxon y Shapiro Wilk.

**Resultados:** El análisis de las variables arrojó datos con tendencia anormal, determinando a través del valor de la mediana que existe una mayor resistencia a la compresión en el grupo MC, tratado con clorhexidina, donde el desplazamiento (mm) fue mínimo en comparación con la máxima fuerza aplicada, contrario al grupo M donde hubo mayor desplazamiento aplicando menor fuerza.

**Conclusiones:** El digluconato de clorhexidina favorece la adhesión de las restauraciones con resina compuesta al sustrato dental a partir de la inhibición de enzimas proteolíticas que degradan la capa híbrida, de esta manera la resistencia a la fractura aumenta y con ésta, la longevidad de nuestros procesos de rehabilitación con resina compuesta.

**Palabras clave:** biomateriales, adhesivo, clorhexidina, resistencia, dentina.

## 1. INTRODUCCIÓN

La presente investigación se realizó con el fin de determinar la resistencia de las restauraciones adhesivas al ser sometidas a fuerzas compresivas, habiendo incluido el digluconato de clorhexidina a una concentración de 2% en el protocolo de reconstrucción con resina compuesta de un reborde marginal mesial o distal, adicionándolo antes de la aplicación del adhesivo.

El proceso evolutivo de las civilizaciones trajo consigo una serie de cambios en la mayoría de la población en cuanto a la concepción de estética, especialmente a nivel bucal; así, para muchos las incrustaciones con oro o diamante, los dientes pequeños o la ausencia de éstos dejaron de parecer atractivos, exigiendo al profesional mayor mimetización del material restaurador con el sustrato dental y durabilidad del mismo. Es así como los diferentes estudios e investigaciones en odontología restauradora, se han direccionado en el perfeccionamiento de materiales y técnicas que si bien funcionaban correctamente hace algunos años, hoy se encuentran revaluados; como por ejemplo, la confección de cavidades retentivas, la utilización de metales como material obturador, materiales de impresión traumáticos, etc. Los sistemas adhesivos, corresponden a los biomateriales dentales que cumplen mayormente las demandas estéticas y funcionales, pero que continúan siendo objeto de estudio debido a la presencia de algunas debilidades en cuanto a potencia de unión y microfiltraciones.

El recambio de obturaciones de amalgama, por resina compuesta, constituye uno de los principales motivos de consulta en las clínicas de odontología, desde los primeros hasta los últimos estratos socio-económicos en todo el mundo, por lo tanto, aunque está incluida dentro de las premisas odontológicas la de que no se puede garantizar al 100% un tratamiento, es indispensable buscar las herramientas para satisfacer las necesidades tanto estéticas, como funcionales y

económicas del paciente de la mejor manera posible, de manera que el tiempo transcurrido entre un tratamiento y otro sea el mayor.

Muchas investigaciones han arrojado que el uso de ciertos materiales, como el digluconato de clorhexidina, contribuye al aumento de la resistencia de las restauraciones con resina, ya que colaboran con el mantenimiento de la interfase resina/dentina al inhibir ciertas enzimas que en condiciones normales degradan el colágeno que queda expuesto una vez realizado el grabado ácido, favoreciendo así la microfiltración y posterior desadaptación de los márgenes de la restauración, lo que conlleva a un fracaso de la misma en un corto plazo de tiempo.

Se hace indispensable entonces, la búsqueda de soluciones o alternativas para la optimización de recursos y procesos que conlleven al mejoramiento de la rehabilitación que se realiza a los pacientes, en especial a los que acuden a las clínicas de la facultad de odontología de la universidad de Cartagena.

Con base en esto, se pretende a través de este trabajo de investigación, evaluar el desempeño de las restauraciones con resina compuesta al ser sometidas a pruebas de compresión, habiendo utilizado digluconato de clorhexidina, determinando de esta manera si la adición de éste en el protocolo de manejo del material mejora o no, la adhesión y por tanto la estancia de nuestras restauraciones en boca.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los avances de la odontología moderna se orientan cada vez más, hacia el perfeccionamiento de los materiales y técnicas clínicas, debido a la gran demanda de estética y resultados con soluciones a largo plazo. En la actualidad, se dispone de una gran variedad de materiales restauradores, siendo la escogencia de cada uno de ellos un proceso crítico y fundamental para el profesional, ya que cada procedimiento que se realice debe asegurar no solo una práctica correcta, sino también la tranquilidad de ofrecer tratamientos confiables, que cumplan las expectativas.<sup>1</sup>

De todos los materiales relacionados con este tipo de demandas, los sistemas adhesivos son los que responden de la manera más adecuada al garantizar una íntima unión entre el sustrato dental y el material restaurador; no obstante, cabe resaltar que el éxito de los composites se basa en gran parte en la unión al tipo de sustrato dental: la unión al esmalte o la unión a la dentina. El esmalte es un tejido homogéneo casi exclusivamente mineral donde la adhesión es más segura y duradera. Sin embargo, la dentina es un tejido muy heterogéneo, con gran contenido acuoso y orgánico, donde la adhesión es mucho más compleja y donde todavía no se ha conseguido una unión segura y duradera<sup>2</sup>.

Los estudios sobre adhesión a los distintos sustratos dentarios constituyen gran parte de las investigaciones realizadas en odontología, siendo las principales

---

<sup>1</sup> PARRA LOZADA, Maritza y GARZÓN RAYO, Herney. Sistemas adhesivos autograbadores, resistencia de unión y nanofiltración: una revisión. En: Revista Facultad Odontología Universidad de Antioquia. Noviembre, 2012.vol. 24, no.1, p.133-150.

<sup>2</sup> MEERBEEK B, Van. et al. Adhesion to Enamel and Dentin: Current Status and Future Challenges En: Operative Dentistry. Febrero, 2003. No. 28-3. p., 215-235.



variables estudiadas la microfiltración y la resistencia adhesiva<sup>3</sup>. La estrategia de unión de los adhesivos convencionales consiste en la desmineralización de la dentina con un ácido para exponer las fibras colágenas, seguido por la infiltración de monómeros resinosos sobre estas fibras expuestas, y finalmente la polimerización *in situ* de estos monómeros para formar la denominada capa híbrida.<sup>2</sup>. Esta capa es el resultado del proceso de difusión e impregnación de monómeros dentro de la subsuperficie de la dentina pretratada como sustrato y su polimerización; ésta contienen altos porcentajes de monómeros hidrófilos, resultados en la formación de una interfaz porosa unida que se comporta como una membrana permeable que permite la elución de los monómeros sin reaccionar, la absorción de agua y la hidrólisis de resina<sup>4</sup>. La capa híbrida, también se puede conocer como: La zona de interdifusión de resina con la dentina, dentina infiltrada con primer-resina, capa de dentina impregnada con resina, zona de interdifusión o zona de interpenetración<sup>2, 3</sup>. Desafortunadamente los monómeros resinosos no consiguen infiltrar completamente las fibras colágenas expuestas resultando en una zona de dentina desmineralizada debajo de la capa híbrida, propiciando que las uniones resina-dentina presenten degradación con el tiempo, tanto por hidrólisis del adhesivo como de las fibras colágenas<sup>5</sup>.

Las fibras colágenas no protegidas de las regiones adhesivas pueden ser degradadas por enzimas proteolíticas endógenas que se encuentran en la dentina llamadas metaloproteinasas de la matriz (MMPs) Han sido identificadas 4 tipos de MMPs en la dentina: MMP-2 y MMP-9 (gelatinasas), MMP-8 (colagenasa), y MMP-20 (enamelisina)<sup>6</sup>. Estas enzimas son responsables de la degradación de la matriz

---

<sup>3</sup> BRESCHI, Lorenzo , et al. Chlorhexidine stabilizes the adhesive interface: a 2 year in vitro study. En: NIH Public Access. Abril, 2010. Vol. 26, no 4, p. 153.

<sup>4</sup> PERDIGÃO, Jorge. Dentin bonding—Variables related to the clinical situation and the substrate treatment. En: Dental materials. Noviembre, 2009, e24–e37.

<sup>5</sup> COSTA, trf. et al. Durability of Surface Treatments and Intermediate Agents Used for Repair of a Polished Composite. En: Operative Dentistry.2010.no 35-2 p 231-23.

<sup>6</sup> SHAN-CHUAN ZHANG, Matthias Kern. The role of Host-derived dentinal Matrix Metalloproteinases in reducing dentin bonding of resin adhesives. En: International Journal of Oral Science. Agosto, 2009.vol.1. no 4. p. 163–176.

extracelular en diferentes procesos fisiológicos (morfogénesis de los dientes) y patológicos (caries dental). Estas formas latentes son liberadas a partir de la dentina por la disolución de componentes inorgánicos como resultado de la disminución del pH durante los procesos de grabado ácido<sup>6</sup>.

Cuando la dentina desmineralizada no es infiltrada completamente por el sistema adhesivo, se crean zonas de dentina expuesta, esta dentina y fibras de colágeno expuestas son vulnerables a la degradación hidrolítica mediada por las metaloproteinasas exhibidas durante el grabado ácido, incrementando la formación de porosidades en la capa híbrida, convirtiéndose en una membrana permeable para la absorción de agua y la consecuente nanofiltración, hidrólisis y degradación del colágeno expuesto en la base de la capa híbrida<sup>7</sup>.

Se ha demostrado que diversos materiales, dentro de los que se incluyen las soluciones de digluconato de clorhexidina en concentraciones que van desde 0,02 hasta 2%, son capaces de inhibir la actividad de las metaloproteinasas y reducir la solubilidad de las fibras colágenas en un medio acuoso, de manera que su acción sobre la dentina grabada no influye negativamente sobre la resistencia de unión microtensil de los sistemas adhesivos<sup>8,9</sup>, por el contrario se ha encontrado que además de su efecto antimicrobiano, previene o desacelera la degradación de las fibras de colágeno expuestas por acción de las metaloproteinasas, cuando es aplicado después del grabado ácido, en los sistemas adhesivos de grabado y lavado, favoreciendo la adhesión a la dentina a mediano y largo plazo, sin efectos citotóxicos<sup>6</sup>.

---

<sup>7</sup> SAMPAIO DE-MELO, Mary Anne. et al. Effect of chlorhexidine on the bond strength of a self-etch adhesive system to sound and demineralized dentin. En: Braz Oral Res. Febrero 2013.

<sup>8</sup> BRESCHI, Lorenzo, et al. Use of a specific MMP-inhibitor (galardin) for preservation of hybrid layer. En: Dental materials. Febrero, 2010. vol. 26. P. 571–578

<sup>9</sup> ISLAM, Md.Sofiqul, et al. In vitro effect of hesperidin on root dentin collagen and de/re-mineralization. En: Dental Materials Journal. Enero 2012. Vol. 31(3). P. 362–367.

Muchos problemas clínicos a los que se enfrenta la odontología restauradora a diario, están asociados con la microfiltración que ocurre en el espacio que se forma en la interfase entre el material y las paredes de la preparación en el diente.<sup>10, 11</sup>. El fenómeno de microfiltración ha estado siempre asociado con los materiales dentales restauradores y en sí, con la discrasia que se produce por la penetración de agentes dañinos en la interfase entre el diente y la restauración. Como consecuencia de esto, la irritación pulpar y la caries secundaria, son los dos problemas más frecuentes causados por la presencia de actividad bacteriana ocasionada por la microfiltración. Estos problemas y sus secuelas, pueden ser virtualmente eliminados en cuanto se establezca una real y verdadera adhesión entre el material restaurador y el sustrato dentinario que selle completamente la interfase.<sup>11</sup>

Teniendo en cuenta que la población que acude generalmente a consulta, lo hace en busca de soluciones que posean un bajo costo y la mayor durabilidad posible, nuevas técnicas apuntan al uso de cierta concentración de digluconato de Clorhexidina inmersa en los acondicionadores de ácido para inhibir las metaloproteinasas, que son las encargadas de degradar el colágeno infiltrado por los monómeros de resina que no son polimerizados y que destruyen paulatinamente la capa híbrida formada en la interfase resina/dentina<sup>2, 6, 7, 11,;</sup> contribuyendo a una mayor resistencia de unión, disminución de microfiltraciones y por ende al mantenimiento de la estética.

Con base a lo anterior, se pretende responder a través del presente estudio el siguiente interrogante: *¿El uso de la clorhexidina se relaciona con el aumento en la resistencia a la fractura en las restauraciones adhesivas?*

---

<sup>10</sup> STANISLAWCZUK ,Rodrigo; REIS Alessandra y LOGUERCIO Alessandro D. A 2-year in vitro evaluation of a chlorhexidine-containing acid on the durability of resin–dentin interfaces. En: journal of dentist r y 2 0 1 1. no. 3 9; p. 4 0 – 4 7.

<sup>11</sup> KIM, Jongryul . et al. Chlorhexidine binding to mineralized versus demineralized dentin powder. En: journal of dentistry 2010. no. 2 6 p. 771–778.

ALVES CAMPOS, Edson. Chlorhexidine diminishes the loss of bond strength over time under simulated pulpal pressure

### 3. JUSTIFICACIÓN

El surgimiento y desarrollo de los sistemas adhesivos modificaron completamente la práctica de la Odontología, tal revolución no sólo alteró los conceptos de preparación cavitaria, sino también permitió la mayor preservación de la estructura dentaria remanente sana, siendo ésta la más significativa conquista alcanzada por el uso de este material. Posteriormente y gracias a los avances de los materiales, se reconocen mejoras en sus propiedades tales como la resistencia al desgaste, manipulación y estética, adicionando la posibilidad de obtener color, translucidez y opacidad, para de esa forma imitar el color de los dientes naturales, haciendo de ellas el material más estético de restauración directa. Igualmente, las técnicas adhesivas se han perfeccionado de tal forma que la adhesión entre la resina compuesta y la estructura dental es más confiable, reduciendo la filtración marginal y la caries secundaria.

No obstante, las fibras colágenas no protegidas de las regiones adhesivas pueden ser degradadas por enzimas que se encuentran en la dentina llamadas metaloproteinasas de la matriz (MMPs). Estas enzimas son responsables de la degradación de la matriz extracelular en diferentes procesos fisiológicos y patológicos al ser liberadas a partir de la dentina por la disolución de componentes inorgánicos como resultado de la disminución del pH durante los procesos de grabado ácido. Cuando la dentina desmineralizada no es infiltrada completamente por el sistema adhesivo, se crean zonas de dentina expuesta, esta dentina y fibras de colágeno expuestas son vulnerables a la degradación hidrolítica mediada por las metaloproteinasas exhibidas durante el grabado ácido, incrementando la formación de porosidades en la capa híbrida, convirtiéndose en una membrana permeable para la absorción de agua, bacterias y demás residuos, lo cual predispondrá a la degradación del colágeno expuesto en la base de la capa híbrida y por tanto desadaptación de los márgenes de la restauración.

Numerosos estudios han demostrado que el uso de digluconato de Clorhexidina (CHX) en concentraciones que van desde 0.02 hasta el 2.0% dentro del protocolo de restauraciones con resinas compuestas, favorece sustancialmente el potencial de unión entre el material y la dentina; mediante la inhibición de la actividad de las MMPs, de manera que su acción sobre la dentina grabada no influye negativamente sobre la resistencia de unión de los sistemas adhesivos.

De este modo, mediante el presente proyecto se busca comprobar la veracidad de lo anteriormente expuesto con el fin de aplicarlo en la práctica clínica cotidiana para no solo prevenir fenómenos indeseados como la microfiltración la cuál conllevará a problemas a los que normalmente estamos expuestos como caries secundarias, irritación pulpar e incluso el fracaso de las restauraciones; sino a su vez poder brindar a nuestros pacientes la posibilidad de recibir tratamientos de amplia durabilidad, alta confiabilidad y la posibilidad de mantener la alta estética que hasta este momento tenemos a nuestra disposición.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la resistencia a la fractura de restauraciones de resina compuesta, en presencia y ausencia de clorhexidina cuando son sometidas a fuerza de compresión.

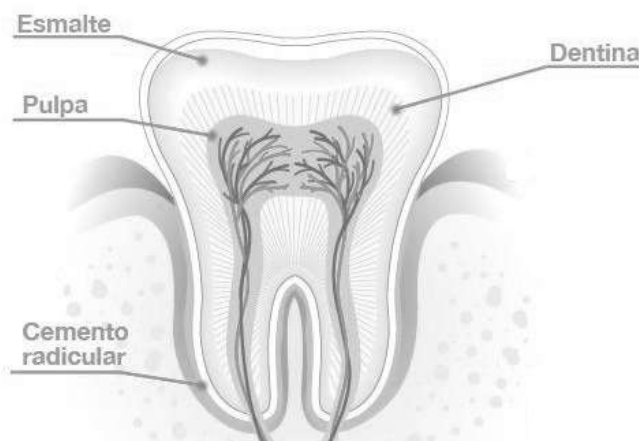
### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la resistencia de restauraciones adhesivas a la fractura, haciendo uso de clorhexidina previamente a la aplicación de adhesivo en dentina humana.
- Determinar la resistencia a la fractura cuando se hace uso de resina compuesta micro híbrida sin tratamiento previo con clorhexidina en dentina humana.
- Comparar la resistencia a la fractura a nivel coronal entre dientes con y sin tratamiento de superficie con clorhexidina previamente a la aplicación del adhesivo en restauraciones con resina compuesta.

## 5. MARCO TEÓRICO

Los dientes son estructuras de tejido mineralizado que comienzan a desarrollarse desde la vida embrionaria e inician su erupción en los primeros meses de vida, éstos ayudan al proceso de la masticación de los alimentos para el mantenimiento de una buena digestión. En los procesos de adhesión se encuentran involucrados el esmalte y el complejo dentino-pulpar, estructuras que hacen parte de la corona dental las cuales además de poseer una constitución morfológica e histológica diferente, también cumplen una función determinada<sup>12</sup>.

**Figura 1.** Anatomía dental



Los procesos cariosos y traumas dentoalveolares que afectan las estructuras dentales, requieren de restauraciones eficientes que además de reemplazar la funcionalidad perdida, recreen la naturalidad del segmento que se ha perdido. Por fortuna, la odontología restauradora evolucionó en los últimos años de tal manera que actualmente responde de forma positiva a las exigencias estéticas demandadas por la sociedad y a la preocupación del clínico por mejorar los tiempos y costos biológicos del tratamiento<sup>13</sup>.

---

<sup>12</sup> HASHIMOTOA, M. et al. The effect of hybrid layer thickness on bond strength: demineralized dentin zone of the hybrid layer. *En: Dental materials*. Abril, 2000.vol. 16. p. 406-411

<sup>13</sup> ALVES DE CASTRO, Fabrício Luscino, et al. Effect of 2% chlorhexidine on microtensile bond strength of composite to dentin. *En: J Adhes Dent*. Noviembre, 2002. Vol. 5. P. 129-138.

## 5.1 HISTOLOGIA DENTARIA

**5.1.1. ESMALTE:** Es un tejido derivado del ectodermo, hipermineralizado que recubre y protege el complejo dentinopulpar. El esmalte maduro, en su estructura está compuesto por cristales de hidroxiapatita en un 96%, tiene un 3% de agua y una matriz orgánica que constituye el 1%. Según varios autores es un tejido micro cristalino, microporoso y anisótropo, acelular, avascular, aneuronal, de alta mineralización y de extrema dureza, que presenta como característica fundamental su única y particular forma de reaccionar ante cualquier cosa física, química y biológica, que es con pérdida de sustancia, cuya magnitud está en relación directa con la intensidad del agente causal.<sup>5, 12</sup>. El esmalte no posee poder de regenerarse, y es afectado por la desmineralización, que puede ser: acida (caries, erosión y acondicionamiento ácido), por trauma oclusal, también es afectado por sustancias o instrumentos abrasivos y por los traumatismos. La forma de defensa que posee es la remineralización pero nunca la reconstrucción.<sup>14</sup>

**5.1.2 DENTINA** Es un tejido derivado del ectodermo, es producto de la secreción de los odontoblastos y sus procesos, entre sus funciones está la de proteger la pulpa dentaria, amortiguador de fuerzas externas por ser una estructura elástica. Está compuesta por cristales de hidroxiapatita, en un 70%, su componente orgánico es del 18% formado por una red entrecruzada de fibras colágenas, glicosaminoglicanos, proteoglicanos y las prolongaciones de los odontoblastos, el restante 12% formado por agua. Morfológicamente está formado por: túbulos dentinarios, dentina peritubular y dentina intertubular<sup>12</sup>.

**5.1.2.1 Túbulos Dentinarios** Se extienden desde el límite amelodentinario hasta la pulpa, en su interior contiene odontoblastos y fluido dentinario, que va variar dependiendo la profundidad con que se examine<sup>15</sup>.

---

<sup>14</sup> HIRAISHI, N. et al. Effect of 2% chlorhexidine on dentin microtensile bond strengths and nanoleakage of luting cements  
En: journal of dentistry. 2009. no. 37 p. 440 – 448.

<sup>15</sup> HENOSTROZA, Gilberto, et al. Adhesión en odontología restauradora. Editorial MAIO, primera edición. 2003. p.77 – 79,



**5.1.2.2 Dentina Peritubular:** Se encuentra rodeando los túbulos dentinarios, con abundante cantidad de cristales de hidroxiapatita y carencia de fibras colágenas. Esta estructura va a sufrir variaciones con la edad, porque aumenta en espesor, disminuyendo el diámetro de los túbulos dentinarios<sup>12</sup>. Esta dentina es denominada también dentina esclerótica fisiológica, para diferenciarla de la dentina esclerótica reactiva o reaccional que se produce en respuesta a estímulos externos de baja intensidad<sup>15</sup>.

**5.1.2.3. Dentina intertubular:** Formada por fibras colágenas, glicosaminoglicanos, proteoglicanos, factores de crecimiento y proteínas dentinogénicas, que sostienen a los cristales de hidroxiapatita. Las proteínas participan activamente en los mecanismos de adhesión: el colágeno oponiéndose a las fuerzas de compresión desarrolladas y los glicosaminoglicanos y proteoglicanos oponiéndose a fuerzas de tensión-deformación<sup>15</sup>.

## **5.2 GENERALIDADES DE LA ODONTOLOGÍA RESTAURADORA**

Se dispone de una amplia gama de materiales cuya función se basa en la reparación de la estructura y en la recuperación de la función; lo que obliga a adquirir un sentido crítico para la escogencia del material adecuado, en dependencia del caso clínico particular<sup>2</sup>. Uno de los primeros hallazgos odontológicos de los que se tiene conocimiento, se sitúa en las culturas precolombinas de incas y mayas, entre el 300 y el 900 d.C., los cuales realizaban incrustaciones de piedras preciosas en incisivos superiores e inferiores, e incluso en primeros molares, que colocaban sobre dientes a los que previamente se les había perforado, mediante el uso de un taladro de cuerda que atravesaba el esmalte y llegaba a la dentina creando una cavidad, que era ocupada con mucha exactitud por la piedra, apreciándose en los hallazgos arqueológicos la presencia de cementos a base de fosfato cálcico, no se sabe si utilizado para sellar o si formaba parte del abrasivo para taladrar. La gran revolución de la odontología

restauradora llegaría muchos años después, a principios del siglo XIX, donde los materiales y técnicas facilitarían la reconstrucción del material dental perdido buscando la mejoría en cuánto a biocompatibilidad y sellado marginal.

Dentro de los biomateriales más estudiados y controvertidos, relacionados con la mayoría de procedimientos de restauraciones estéticas actuales se encuentran los sistemas adhesivos, de éstos, las variables de interés y por tanto las más estudiadas son la microfiltración y la resistencia adhesiva<sup>3, 5, 7</sup>, ya que al ser el objetivo final una adaptación íntima del sustrato dental y el material, se debe garantizar una interfase óptima entre ambas superficies y un mínimo daño a la estructura biológica, con respuesta mínima o nula de la pulpa.

Muchas son las ventajas que reportan estos sistemas adhesivos en cuanto a su fácil manejo y a sus reducidos tiempos de aplicación; sin embargo, estas ventajas contrastan con su deficiencia en cuanto a potencia de unión y permeabilidad que permite la formación de espacios en su interfase adhesiva favoreciendo la nano y microfiltración<sup>16</sup>. A pesar de esto, el mecanismo de los sistemas adhesivos ha ido desplazando paulatinamente la preparación de cavidades con paredes retentivas, garantizando procedimientos menos invasivos basados en la desmineralización de la estructura dental, ya sea esmalte o dentina, con un ácido a fin de exponer las fibras colágenas e infiltrar los túbulos dentinarios expuestos<sup>17</sup>.

### **5.3- LOS SISTEMAS ADHESIVOS**

En el desarrollo de los sistemas adhesivos se ha podido diferenciar varias rutas con el propósito de adhesión, de los que sobresale dos grandes grupos: Uno que busca obtener adhesividad a los tejidos dentales (esmalte, dentina) y el otro grupo

---

<sup>16</sup> PARRA, Maritza; GARZÓN, Herney. Self-etching adhesive systems, bond strength and nanofiltrati on: A review. Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia. Segundo semestre de 2012. Vol. 24.

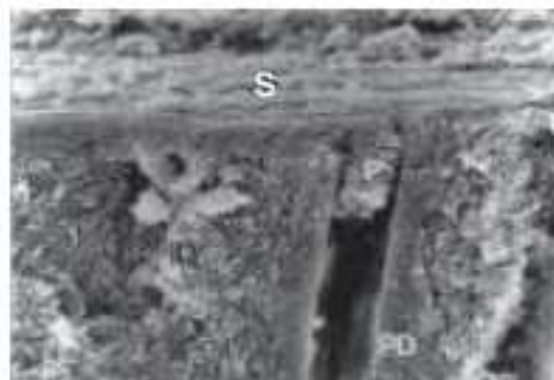
<sup>17</sup> LOGUERCIO, Alessandro D, et al. Influence of chlorhexidine digluconate concentration and application time on resin–dentin bond strength durability. En: European Journal of Oral Sciences. Mayo 2009. Vol. 117. P. 587–596

<sup>18</sup> HARPREET, Singh, et al. Evaluation of substantivity of chlorhexidine to human dentin and its application in adhesive dentistry—an in vitro analysis. En: Indian Journal of Dentistry. Abril 2011. Vol 2.

busca adhesión a materiales artificiales (polímeros, metálicos, cerámicos) que son materiales utilizados en las restauraciones directas e indirectas<sup>18</sup>.

El marco referencial del cambio ocasionado por la aparición de los sistemas adhesivos en la odontología restauradora corresponde al trabajo de Michael Bounocore<sup>18,19, 20</sup>, quien utilizando técnicas de adhesión industrial, postula en 1955 la utilización del ácido fosfórico para el mejoramiento en la duración de la adhesión a tejidos dentales, sugiriendo que la causa principal de ésta corresponde a la formación de interdigitaciones de resina (*Resin tags*) que se forman al remover la capa superficial del *smear layer* resultante del procedimiento del corte que, junto con remanentes del substrato seccionado, sangre, saliva, bacterias, fragmentos del abrasivo, y aceite, se unen a la dentina intertubular y penetran en los túbulos dentinarios formando los *smear plugs*<sup>19</sup> (fig. 2).

**Figura 2.** Vista lateral de un túbulo dentinario. En detalle, la dentina peritubuar (PD) y el *smear plug* (P) obliterando el túbulo. En la parte superior hay *smear layer*.



Ésta remoción contribuye por consiguiente a la exposición de la malla colágena, aumentando así la permeabilidad de los túbulos dentinales, los cuales serán infiltrados posteriormente con el sistema adhesivo<sup>5, 8, 13</sup>. Estas declaraciones fueron objeto de gran resistencia por parte de la comunidad científica debido a la desconfianza en cuanto a la biocompatibilidad; no obstante, gracias a la

<sup>19</sup> MEERBEEK, Bart, et al. Adhesion to Enamel and Dentin: Current Status and Future Challenges. *En: Operative Dentistry*. 2003.

<sup>20</sup> POMACONDOR HERNANDEZ, Cesar. Papel de la clorhexidina en la odontología restauradora. Artículo de revisión. *En: Odontología Sanmarquina*. noviembre, 2010. Vol. 13, no 2, p. 46-49.

continuidad de sus investigaciones logró establecer la seguridad biológica en su técnica,<sup>15, 19</sup>.

## **5.4 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS ADHESIVOS**

La clasificación de los sistemas adhesivos contemporáneos más comúnmente utilizada es la que se basa en el tratamiento dado a la dentina y la cronología de aparición de estos materiales en el mercado, separándolos en generaciones; esta clasificación fue propuesta por Kugel y colaboradores<sup>5, 12</sup>,

**5.4.1 Primera generación:** La primera generación de sistemas adhesivos se basó en el uso de dimetacrilatos de ácido glicerofosfórico (GMDP), para mejorar la unión de la resina al esmalte, el cual fue desarrollado por Buonocore y colaboradores, en el año 1956.<sup>11</sup> Más tarde evolucionaría a la molécula bifuncional N-fenilglicil y glicidil metacrilato (NPG-GMA), pero la resistencia de unión era muy pobre, de solo 1 a 3 MPa.<sup>7</sup>

**5.4.2 Segunda generación:** La segunda generación se enfocó hacia el mejoramiento de los agentes de unión de los adhesivos, es así como a comienzos de la década de 1970 se incorporan ésteres halofosforados, bisfenol al glicidil metacrilato (bis-GMA) o al hidroxietil metacrilato (HEMA), basando su acción en la unión iónica al calcio por los grupos clorofosfatos sin embargo, la resistencia de unión seguía siendo muy baja, de 5 a 7 MPa, lo que permitía la hidrólisis por la exposición a la saliva causando microfiltración<sup>15</sup>.

**5.4.3 Tercera generación:** En la tercera generación a finales de la década de los 70, el grabado ácido parcial de la dentina, se introduce para modificar parcialmente el smear layer, incrementando la permeabilidad dentinal. La utilización de dos componentes como son: el imprimador (primer) con moléculas de monómeros bifuncionales con un extremo hidrofílico y otro extremo hidrófobo (extremo carboxilo), que tienen la capacidad de transportar una molécula hidrófoba como son los monómeros adhesivos a un tejido con humedad relativa

como la dentina, al cual tiene la capacidad de unirse por su extremo hidroxilo a los monómeros hidrófobos del adhesivo por su extremo carboxilo, permitiendo incremento significativo de la fuerza de adhesión a la dentina, entre 8 y 15 MPa, lo que eliminó la necesidad de preparaciones cavitarias retentivas para las restauraciones adhesivas, disminuyendo de igual manera la sensibilidad posoperatoria<sup>15</sup>.

**5.4.4 Cuarta generación:** Hacia 1980, con la cuarta generación de los sistemas adhesivos, se introdujo la técnica de grabado total, que permite remover completamente el smear layer, grabando simultáneamente esmalte y dentina con la utilización de ácido fosfórico; sin embargo, la principal preocupación era evitar el colapso de la red de fibras colágenas expuestas en la capa de dentina desmineralizada y favorecer la formación de las interdigitaciones de resina (resin tags) y ramificaciones laterales (lateral branches) en los túbulos dentinales, lo que conforma la denominada capa híbrida, descrita por Nakabayashi en 1982, quien la define como la zona de interdifusión dentina-resina, formada por la infiltración de monómeros del imprimador y el adhesivo en la red de fibras colágenas expuestas por la acción del acondicionador ácido sobre la dentina peri intertubular, estos componentes pueden ser utilizados por separado o mezclados al momento de la aplicación lo que podría aumentar la sensibilidad de la técnica.<sup>7,13,15</sup> Algunas de las ventajas incorporadas con el grabado total mediante ácido fosfórico fueron: incrementar el área de contacto superficial, aumentar la energía superficial para mejorar la humectabilidad sobre la superficie del adherente, facilitar la formación de las interdigitaciones de resina (resin tags) y aumentar la retención micromecánica, logrando valores de resistencia de unión de aproximadamente 31 MPa.<sup>16,17</sup>

**4.4.5 Quinta generación:** La quinta generación permitió simplificar el procedimiento clínico de aplicación del sistema adhesivo, reduciendo relativamente el tiempo de trabajo, sin embargo, al igual que en la cuarta generación se debía evitar el colapso de la red de fibras colágenas durante el

proceso de grabado total. En la década de 1990, esta generación inicia el “sistema de un frasco”, combinando el imprimador y el adhesivo dentro de una solución aplicada después del grabado de esmalte y dentina con ácido fosfórico al 35-37% por 15 a 20 segundos, permitiendo la formación de las interdigitaciones de resina y de la capa híbrida, creando una retención micromecánica de la resina al sustrato desmineralizado<sup>16, 19</sup>, lo cual demostró valores de resistencia de unión tanto a esmalte como a dentina de aproximadamente 29 MPa.<sup>7, 15,17</sup>

**5.4.6 Sexta generación:** La constante evolución de los sistemas adhesivos enfocada hacia la simplificación de los procedimientos clínicos, tiempos de trabajo y sensibilidad de la técnica operatoria favoreció el desarrollo a mediados de la década de 1990 de los sistemas adhesivos de sexta generación o sistemas autograbadores, estos permitieron eliminar el paso del grabado ácido, realizando el grabado simultáneo del sustrato dentario y su acondicionamiento para recibir el adhesivo, empleando imprimadores autograbadores y mezclas de adhesivos con imprimadores, generando retención micromecánica en los tejidos duros, permitiendo la unión directamente sobre el smear layer que cubre la dentina.<sup>20,21,22</sup> Este nuevo sistema se diferencia de los adhesivos de grabado y lavado en varios aspectos como su pH inicial, el tipo de monómeros acídicos, el número de frascos, y pasos, la concentración de agua y solventes e hidrofiliidad de la capa de unión.<sup>23, 24</sup> Estos sistemas a su vez, pueden clasificarse de acuerdo con su técnica de aplicación como sexta generación tipo I, donde es aplicado inicialmente el primer autograbador, es aireado, posteriormente se aplica el adhesivo, de nuevo se airea y se fotopolimeriza. La sexta generación tipo II mezcla el imprimador y el adhesivo, previo a su aplicación en el diente, la primera capa es aireada por diez segundos y la segunda se fotocura. La acidez del agente adhesivo puede interferir en el fraguado de la resina compuesta. Esta incompatibilidad se produce debido a que la polimerización química de resinas se da mediante un sistema binario de curado dual o Redox que consiste en un peróxido y una amina terciaria aromática.<sup>15</sup>

5.4.7 **Séptima generación:** Los sistemas adhesivos de séptima generación son adhesivos autograbadores de un frasco y un solo paso “All in one”, en los cuales la técnica ha sido simplificada al máximo permitiendo mantener en una solución los componentes de monómeros acídicos hidrofílicos, solventes orgánicos y agua, indispensables para la activación del proceso de desmineralización de la dentina y el funcionamiento del sistema.<sup>12</sup> Los solventes como acetona o alcohol son mantenidos en la solución, pero al ser dispensados se inicia la evaporación de los solventes, la cual dispara la reacción de la fase de separación, la formación de múltiples gotas de agua y la inhibición por el oxígeno, disminuye su grado de conversión, lo cual favorece la degradación hidrolítica, afectando la capacidad de unión en la interfase adhesiva. Se reportan valores de resistencia de unión de aproximadamente 20 MPa. En contraste con las ventajas de la simplificación del procedimiento, disminución de la sensibilidad de la técnica, desmineralización e infiltración simultánea de la resina, disminución en el tiempo de trabajo y sensibilidad posoperatoria, los resultados en cuanto a la resistencia de unión y nanofiltración ponen en duda la efectividad clínica de los sistemas adhesivos de séptima generación, debido a su inestabilidad en el tiempo.<sup>7, 11, 15</sup>

## 5.5 FACTORES INFLUYENTES EN LA ADHESIÓN

La humedad de la superficie, el espesor de la dentina, la presencia de la presión de la pulpa y de materiales orgánicos como el colágeno, corresponden a variables extremadamente importantes durante los procedimientos de unión a la dentina, especialmente cuando se prueba la resistencia de la unión de los materiales adhesivos *in vitro* con la intención de simular las condiciones *in vivo*<sup>5</sup>. Tras la remoción del grabado ácido por el lavado con agua, se da la aplicación del *primer*, el cual presenta monómeros como HEMA, BPDN o 4-META; correspondientes a moléculas anfipáticas que penetran e infiltran la dentina desmineralizada y la red colágena expuesta aumentando la energía libre de la superficie dentinal por la disminución del contenido proteico; al aplicar el adhesivo a la superficie impregnada con *primer*, éstos se copolimerizan y forman una capa de

resina/dentina ácido resistente con interdifusión de resina, fibras colágenas y dentina parcialmente desmineralizada que se denomina capa híbrida<sup>2, 6</sup>. Como la presencia de oxígeno inhibe la polimerización completa de adhesivo, tras la fotopolimerización permanece aún la capa híbrida (capa superficial de adhesivo no polimerizada), con un espesor de alrededor de 10  $\mu\text{m}$ <sup>7</sup>.

Se ha demostrado, que la longevidad de las restauraciones se encuentra directamente relacionada con la integridad de la capa híbrida<sup>5, 6</sup>, por lo que el éxito a largo plazo de unión a la dentina sigue siendo un desafío. Muchos estudios han demostrado que la unión resina-dentina creada por adhesivos hidrófilos contemporáneos se deterioran con el tiempo<sup>7</sup>.

En varios estudios *in vivo*, se han encontrado evidencias morfológicas de una degradación hidrolítica de las matrices de colágeno ubicadas en la interfase resina/dentina, que corresponden a la capa híbrida<sup>2, 6, 7</sup>. Esta degradación se ha atribuido a la presencia de enzimas proteolíticas endógenas identificadas como metaloproteinasas de la matriz (MMP's), expresadas por odontoblastos y otras células pulpares durante la síntesis de la matriz extracelular<sup>8</sup>, estas son las gelatinasas (MMP2-9), colagenasas (MMP1-8) y las estromalinas (MMP 10-11)<sup>21, 22,23</sup> intervienen en diversos procesos fisiológicos y patológicos del organismo. Regulan, por ejemplo, las vías de señalización que controlan el crecimiento celular, la inflamación y la angiogénesis, e intervienen en los procesos de organogénesis, cicatrización, involución uterina y también en diversas condiciones patológicas como la inflamación, enfermedades autoinmunes y carcinogénesis; las MP's tienen como sustrato a las proteínas de la matriz extracelular (MEC)<sup>24, 25</sup>,

---

<sup>21</sup> GENDRON, Renee, et al. Inhibition of the activities of matrix Metalloproteinases 2, 8, and 9 by Chlorhexidine. En: Clinical and diagnostic laboratory immunology. Mayo, 1999. Vol. 6, N°. 3. p.437±439

<sup>22</sup> HARPREET, Singh, et al. Evaluation of substantivity of chlorhexidine to human dentin and its application in adhesive dentistry—an in vitro analysis. En: Indian Journal of Dentistry. Enero, 2011.

<sup>23</sup> G, Maria Carolina. Dentin treatment with MMPs inhibitors does not alter bond strengths to caries-affected dentin. En: journal of dentistry.2008. N° 36 p. 1068 – 1073.

<sup>24</sup> BOUSHELL, Lee W. et al. Distribution and relative activity of matrix metalloproteinase-2 in human coronal dentin. En: Int J Oral Sci. 2011. no 3 p.192-199.

<sup>25</sup> CORONATO, Silvia; LAGUENS, Graciela y GIROLAMO, Vanda di. Rol de las metaloproteinasas y sus inhibidores en patología tumoral. En: Medicina (Buenos Aires).2012. vol. 72. p. 495-502.



las cuales se encuentran formada por diversos componentes entre los que se encuentran proteoglicanos, glicosaminoglicanos, proteínas estructurales tales como colágeno y elastina, proteínas de adhesión, entre otras<sup>21, 22</sup>.

Cuando la armadura inorgánica que rodea a las fibrillas de colágeno de la dentina está ausente debido a la caries y / o grabado ácido, las fibras de colágeno quedan expuestas en la capa híbrida y la actividad de las MMP's se expresa, lo cual comienza el proceso de degradación<sup>21</sup>. La degradación provocada por la acción de las metaloproteinasas en las fibras de colágeno presentes en la capa híbrida ocasiona la aparición de pequeñas zonas propensas a la absorción de agua y otras sustancias, y por lo tanto la nano y microfiltración, lo que conlleva al fracaso de la restauración en un período corto de tiempo. El sellado de los márgenes protege contra la microfiltración y posteriores complicaciones como decoloración marginal, sensibilidad postoperatoria y caries recurrente, por tanto, las últimas investigaciones en sistemas de adhesión se han dirigido a encontrar la forma de inhibir la función degradadora de las metaloproteinasas a fin de preservar la capa híbrida por el mayor tiempo posible<sup>21, 22</sup>.

Muchas son las sustancias que se han utilizado en varios estudios *in vitro*, con el objetivo de inactivar la función de las MMP's sobre el colágeno presente en la capa híbrida; entre éstos se encuentran el cloruro de benzalconio 0,5 – 1 %, el ácido polivinil fosfónico, ácido etilendiaminotetraacético (EDTA), tetraciclinas y alcohol<sup>8, 9, 27, 28</sup>. El digluconato de clorhexidina (CHX), a dos concentraciones: 0,2 % y 2 %, ha demostrado recientemente la supresión de la actividad colagenolítica/gelatinolítica de las MMP's en las matrices de dentina humana, lo cual es beneficioso en la conservación de la capa híbrida tanto *in vivo* como *in vitro*<sup>21</sup>.

---

<sup>27</sup> TEZVERGIL-MUTLUAYA, Arzu et al. The inhibitory effect of polyvinyl phosphonic acid on functional matrix metalloproteinase activities in human demineralized dentin. En: Acta biomater. Agosto, 2010. vol. 6. p. 4136-4142.

<sup>28</sup> TEZVERGIL-MUTLUAY, Arzu, et al. Inhibition of MMPs by alcohols. En: Dent Mater. Septiembre, 2011. Vol. 27. P. 926-933.

La Clorhexidina (CHX) es una bis-biguanida que ha demostrado considerablemente sus propiedades antimicrobianas, por lo cual se ha utilizado de manera amplia en el tratamiento de infecciones endodónticas y enfermedades periodontales<sup>3, 7</sup>; no obstante, varias investigaciones apuntan a su efectividad en el mantenimiento de la capa híbrida debido a su acción inhibitoria de MMP-2, MMP-8 y MMP-9 a través de su aplicación en los acondicionadores de ácido, y por tanto su constitución como una alternativa valiosa para el mejoramiento de la resistencia de unión, la microfiltración y el retraso del deterioro de las restauraciones adhesivas<sup>29, 30, 31</sup>. La CHX se une a varias proteínas por un mecanismo de quelación<sup>2, 14</sup>, previniendo la unión de los iones zinc o calcio a las metaloproteinasas e inhibiendo su actividad catalítica. Por lo tanto, se ha evaluado en estudios *in vitro* que la incorporación de digluconato de Clorhexidina en el imprimador de algunos adhesivos autograbadores de dos pasos, produce un efecto inhibitorio de las metaloproteinasas hasta cierto punto y no afecta la resistencia de unión inmediata, mientras que su utilización como agente desinfectante, es decir previo a la utilización de adhesivos autograbadores de un frasco en cavidades restauradas con resinas de fotocurado, incrementa la microfiltración<sup>30</sup>.

Con base a esta información y con la evidencia morfológica de que las uniones resina-dentina presentan deterioro marginal ocasionado por la degradación de las fibras colágenas con el paso del tiempo, se han llevado a cabo numerosos estudios; en los cuales se ha demostrado la eficacia de la Clorhexidina en cuanto al aumento en la longevidad y en la calidad adhesiva de las restauraciones que conforman este sistema. Es así como ciertos autores han estudiado los efectos de la Clorhexidina en dientes deciduos y permanentes<sup>3, 7, 12, 13, 14, 17, 30, 31</sup>,

---

<sup>29</sup> CARRILHO, Marcela, et al. Substantivity of chlorhexidine to human dentin. En: Dental materials. Febrero, 2010. Vol. 26. P.779–785.

<sup>30</sup> DE SOUSA VIEIRA, Ricardo; DA SILVA Ivo Alves Jr. Bond strength to primary tooth dentin following disinfection with a chlorhexidine solution: an in vitro study. En: Pediatric Dentistry .2003. no. 25; p. 1-52.

<sup>31</sup> STANISLAWCZUK, R. et al. Chlorhexidine-containing Acid Conditioner Preserves the Longevity of Resin-dentin Bonds. En: OperativeDentistry.2009.no.34-4. P, 481-490.

argumentando su efectividad a partir de la observación en la interacción de dicho componente con la estructura dentinal desde el punto de vista micro y macroscópico, realizando la desmineralización parcial de cortes de dentina en presencia y ausencia de *primers* que contienen el digluconato de Clorhexidina y evaluando la resistencia a la fractura cuando se le someten a fuerzas compresivas y/o tangenciales; sin embargo, las condiciones dadas en un ambiente bucal real no están siendo representadas correctamente ya que en algunas investigaciones la metodología utilizada durante la recolección de información no se presenta claramente y en algunos casos no se incluye la colocación de una restauración con resina en los dientes en los que se realiza la aplicación de Clorhexidina, teniendo en cuenta que lo que se desea evaluar es la condición de la interfase entre ésta y la dentina en un periodo de tiempo determinado.

## 6. METODOLOGÍA

### 6.1 TIPO DE ESTUDIO

El presente estudio es de tipo experimental, *in vitro*.

### 6.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

#### 6.2.1 Definición de la población

La población se constituyó por dientes premolares superiores e inferiores, extraídos debido a problemas periodontales, motivos protésicos y ortodóncicos.

#### 6.2.2 Determinación del tamaño de la muestra

La determinación del tamaño de la muestra se realizó aplicando la fórmula para comparación de medias:

$$n = \frac{2(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 * S^2}{d^2}$$

Dónde:

- $n$  = sujetos necesarios en cada una de las muestras
- $Z_{\alpha}$  = Valor Z correspondiente al riesgo deseado---1.96
- $Z_{\beta}$  = Valor Z correspondiente al riesgo deseado---0.842
- $S^2$  = Varianza de la variable cuantitativa que tiene el grupo control o de referencia - 1.0816 (elevar al cuadrado la desviación estándar del grupo control que es 1.04)
- $d$  = Valor mínimo de la diferencia que se desea detectar (datos cuantitativos)

Ajustando el tamaño de las muestras con un 15% de pérdidas de seguimiento el resultado corresponde a una muestra de 40 dientes en total. Es decir, 20 dientes en cada grupo de estudio.

### **6.2.3 Determinación del método de selección de muestra.**

La selección de la muestra se realizó a partir de los criterios de inclusión y exclusión aplicando un muestreo consecutivo hasta completar el tamaño de la muestra. Para la asignación de los dientes en cada grupo se optó por utilizar el método aleatorio simple, a fin de evitar la presencia de sesgos de selección.

## **6.3 CRITERIOS DE SELECCIÓN**

### **6.3.1 Criterios de inclusión:**

- Ser premolares superiores o inferiores permanentes.
- Presentar similitud morfológica en su anatomía de acuerdo a su tipología.
- Presentar formación radicular completa.

### **6.3.2 Criterios de exclusión:**

- Procesos cariosos
- Fracturas verticales y horizontales.

## **6.4 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES**

La principal variable que se analizó en este estudio fue la “resistencia” a la fractura, la cual es de naturaleza cuantitativa ya que asume valor numérico y tiene lógica aritmética, presentando un nivel de medición de tipo razón porque se midió plenamente cómo se obtuvo, proporcionando mayor precisión. La unidad de medida que se utilizó fue en Newton (N).

#### **6.4.1 Variables dependientes:**

- Resistencia en newton (N) a la fractura compresiva.

#### **6.4.2 Variables independientes:**

- Morfología coronal.
- Espesor de paredes dentinarias.
- Número de túbulos dentinales.

#### **6.4.3 Variables intervinientes:**

- Tratamiento previo de superficie con clorhexidina
- Superficie sin tratamiento previo de superficie.

### **6.5 PLAN DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **6.5.1 Procedimientos y técnicas de recolección**

La primera etapa constituye la recolección de las muestras correspondientes, en las diferentes clínicas de la facultad de odontología. Los dientes extraídos, ya sea por motivos periodontales, ortodónticos o protésicos, son depositados inmediatamente en suero fisiológico a temperatura ambiente.

Seguidamente se procede a eliminar el reborde marginal mesial o distal, con fresa troncocónica de diamante, en pieza de mano de alta velocidad refrigerada con agua, realizando un corte lineal en diagonal extendido desde oclusal hasta final de tercio medio. posteriormente se procede a la reconstrucción de este tercio utilizando resina compuesta de fotocurado Te-Econom Plus® Composite de la casa comercial Ivoclar Vivadent híbrido fotopolimerizable y radiopaco dando a cada grupo un manejo diferente con base al uso de la clorhexidina; **Grupo 1:** Desmineralización de la dentina con Eco-Etch® Gel de ácido fosfórico al 37% para la técnica de grabado total durante 15 segundos, posterior limpieza con abundante

agua y secado con aire, seguidamente se aplicó adhesivo Te-Econom bond® y se fotopolimerizó durante 20 segundos prosiguiendo a restaurar el reborde marginal, fotopolimerizando durante 40 segundos la resina compuesta; **grupo 2:** Desmineralización de la dentina con Eco-Etch® Gel de ácido fosfórico al 37% para la técnica de grabado de la superficie con durante 15 segundos, lavado con abundante agua y secado con aire; aplicación de clorhexidina al 2 % con una torunda de algodón, secado con papel absorbente y aplicación de adhesivo Te-Econom Bond®, durante 20 segundos; seguidamente se procede a realizar la restauración; la resina compuesta utilizada fue fotopolimerizada con lámpara LED de fotocurado Elipar™ S10 (3M ESPE, Seefeld, Germany) durante 40 segundos, con una energía superior a 1000 mW/mm, verificada previamente con un radiómetro. Posteriormente se realizó el almacenamiento de los mismos en una solución de suero fisiológico por 24 horas; limpieza y apomazado con cepillo profiláctico y piedra pómez durante 30 segundos.

Finalmente, la tercera etapa constituiría la medición de la resistencia a la fractura de las restauraciones realizadas, sometiéndolas a fuerza compresiva utilizando un texturómetro universal Tester SHIMADZU modelo EZTest EZ-S.

## **6.6 PLAN DE ANÁLISIS DE DATOS**

Los resultados obtenidos se deducen en base a la superficie de adhesión calculada en Newton (N), luego de realizadas las respectivas pruebas de resistencia. Los datos fueron analizados en el programa SPSS versión 20 IBM y con base a los resultados obtenidos en los test de normalidad, se logró determinar la significancia del uso de Clorhexidina en el mantenimiento de la capa híbrida y por lo tanto su relación con la longevidad de las restauraciones adhesivas.

## 7. RESULTADOS

### 7.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO

El análisis de las variables llevadas a cabo mediante el estudio de 40 muestras divididas en 2 grupos, a partir de una comparación entre la máxima fuerza calculada al someter las muestras restauradas con resina compuesta comprobando su resistencia a la compresión por medio de un texturómetro para los especímenes divididos con base al tratamiento con clorhexidina (**Grupo M:** sin tratamiento de clorhexidina y **Grupo MC:** con tratamiento de clorhexidina) (Tabla 1), arrojó los resultados que se muestran en la tabla 2.

**Tabla 1.** Análisis descriptivo

<b>Grupo M</b>	
Media	173,7008
<b>Mediana</b>	<b>157,4080</b>
Varianza	1896,609
Desviación estándar	43, 55007

<b>Grupo MC</b>	
Media	369,7568
<b>Mediana</b>	<b>397,5350</b>
Varianza	2906,364
Desviación estándar	53,91070

**Fuente:** Elaboración propia



## 7.2 ANÁLISIS DE NORMALIDAD

En primer lugar se tuvo en cuenta si los resultados se comportaron bajo el supuesto de normalidad; para esto se realizaron pruebas de Shapiro Wilk y Kolmogorov-Smirnov (Tabla 3).

**Tabla 2.** Pruebas de normalidad

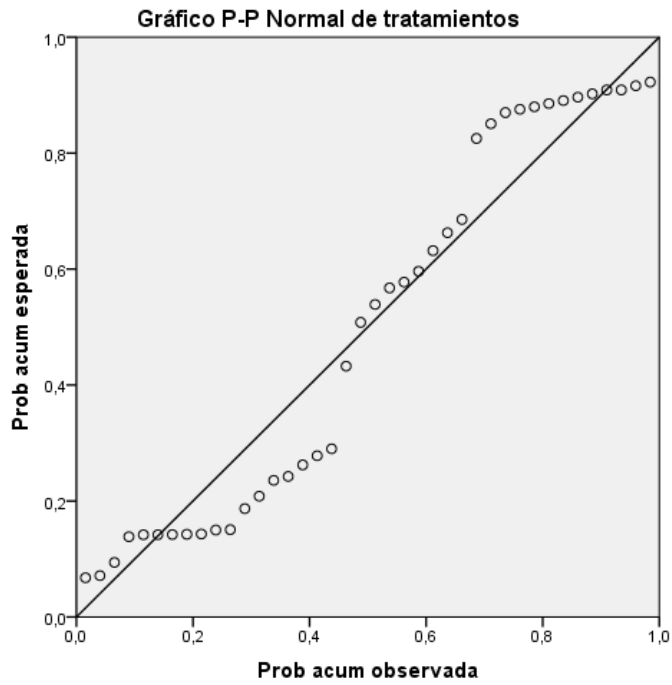
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
<b>GrupoM</b>	0,195	20	0,045	,926	20	0,128
<b>GrupoMC</b>	0,237	20	0,004	,836	20	0,003

**Fuente:** Elaboración propia

A partir de esto, y teniendo en cuenta el P valor arrojado, el cual es  $< 0,05$  para ambos grupos en la prueba Kolmogorov-Smirnov y para el grupo MC en la prueba Shapiro-Wilk, se demuestra la significancia estadística y por tanto se rechaza la hipótesis nula que supone la normalidad de los resultados.

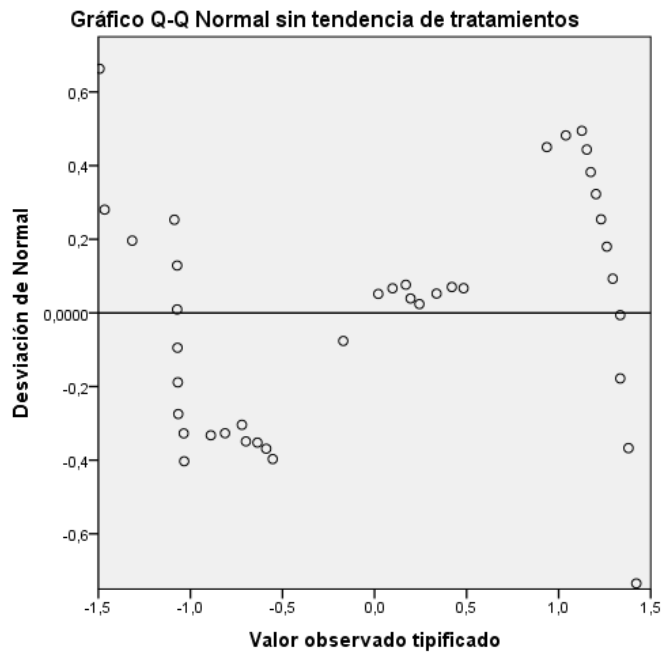
Lo expuesto anteriormente se logra corroborar mediante gráfica de normalidad (Figura 3), en la cual se observan muchos puntos por fuera de la diagonal, y gráfica de igualdad de varianzas (Figura 4) en la cual los puntos no están distribuidos al azar, observándose tendencia de los mismos; de esta manera, ambas gráficas violan el supuesto de normalidad.

**Figura 3.** Gráfica de normalidad



Fuente: Elaboración propia

**Figura 4.** Gráfico de igualdad de varianza



Fuente: Elaboración propia

### 7.3 PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS

Con base en los resultados arrojados al realizar análisis de normalidad, se recurrió a realizar la prueba Mann-Whitney – Wilcoxon, a fin de determinar la significancia de la muestra evaluada (Tabla 3.)

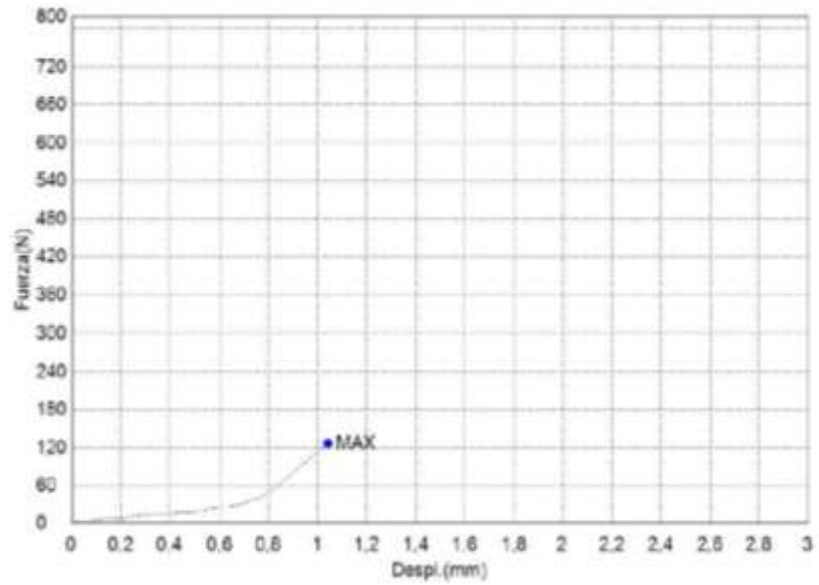
**Tabla 3.** Prueba de Mann-Whitney

	TRATAMIENTOS
U de Mann-Whitney	1,000
W de Wilcoxon	211,000
Z	-5,383
Sig. asintót. (bilateral)	,000
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	,000 <sup>b</sup>

La significancia estadística arrojada (0,000) establece que al comparar la principal variable estudiada de los grupos analizados, el grupo al cual se adicionó digluconato de Clorhexidina 2% en el protocolo de aplicación de resina compuesta presentó una mayor resistencia a la fractura (N) bajo fuerzas compresivas a diferencia del grupo control tratado convencionalmente.

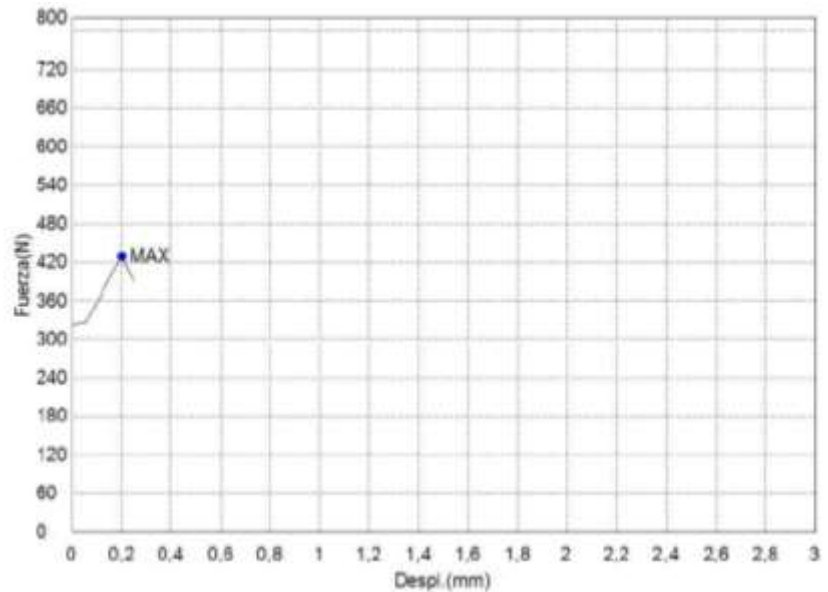
Adicionalmente la medida de la mediana, relevante en casos de tendencia anormal de datos (Tabla 1), fue mayor en el grupo MC (tratado con clorhexidina) que en el grupo M (Sin tratamiento con clorhexidina) corroborando la efectividad de esta sustancia. En las figuras 5 y 6, se muestra la relación entre el desplazamiento (mm) de las restauraciones al ser sometidas a fuerzas compresivas, de acuerdo al protocolo aplicado. En el grupo MC, tratado con clorhexidina, se evidenció un desplazamiento (mm) mínimo en comparación con la máxima fuerza aplicada (N), contrario al grupo M donde hubo mayor desplazamiento aplicando menor fuerza.

**Figura 5.** Relación de la máxima fuerza aplicada y el desplazamiento de la restauración en muestras sin tratamiento de clorhexidina M.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 6.** Relación de la máxima fuerza aplicada y el desplazamiento de la restauración en muestras con tratamiento de clorhexidina MC.



**Fuente:** elaboración propia

## 7 DISCUSIÓN

La limitación principal del presente estudio se relacionó con la dificultad en la recolección de muestras, ya que éstas correspondían solo a dientes premolares; como es sabido, la principal indicación de exodoncias en estos órganos dentarios corresponden a motivos ortodóncicos, y aunque el número de especímenes no representa una cantidad considerable a simple vista, actualmente la ortodoncia también ha evolucionado en miras del mantenimiento de piezas dentales en boca, revaluando la ideología de que el inicio de este tipo de tratamiento concibe de forma inherente la necesidad de extracciones, sobre todo en las clínicas de la facultad de odontología de la universidad de Cartagena, donde el principio de conservación es aplicable para todos los campos.

Otra de las limitaciones correspondió a la improbabilidad en la precisión de la aplicación de la técnica de restauración en todas las muestras recolectadas a pesar de la previa calibración de los instrumentos y la determinación exacta del tiempo; las restauraciones eran elaboradas 24 horas después de ejecutada la exodoncia, lo que implica que muchas de éstas fueron realizadas en diferentes fechas, quedando dichas restauraciones sujetas a la habilidad y estado de ánimo del operador; esto pudo haber sido determinante en el momento de la evaluación de la tendencia de normalidad en los resultados.

Los resultados de ésta investigación confirman que el uso del digluconato de clorhexidina a una concentración de 2% en el protocolo de aplicación de adhesivos convencionales, mejora el potencial de adhesión, favoreciendo la resistencia a la fractura bajo fuerzas compresivas, garantizando a su vez una mejor adaptación y mayor duración de las restauraciones. Dichas afirmaciones coinciden con los trabajos realizados por Sousa Viera et al. (2002), Ebrahimi et al. (2011), Stanislawczuck et al. (2009) y Carrilho et al. (2010).

Se han reportado en la literatura otras investigaciones que estudian *in vivo* el comportamiento de la resistencia de las restauraciones adhesivas y su relación con la inhibición de la actividad de las metaloproteinasas, el protocolo usado en la mayoría de estos estudios fue básicamente el mismo, el cual está sintetizado en la tabla 4. Con el objetivo de analizar y optimizar la forma como debería ser usada la clorhexidina evaluando todas las variables que intervienen.

<b>Tabla 4. PROTOCOLO DE APLICACIÓN DE ADHESIVOS CONVENCIONALES USANDO CLORHEXEDINA</b>
Grabar la dentina con ácido fosfórico por 15 segundos y esmalte por 30 segundos
Lavar con spray de agua y aire
Retirar el exceso de humedad con papel absorbente o bolita de algodón esteriles
Aplicar la solución de digluconato de clorhexidina al 2 % de forma activa por 30 - 60 segundos
Retirar el exceso de humedad con papel absorbente o bolita de algodón esteriles
Aplicar el adhesivo convencional como manda el fabricante y fotoactivar
continuar la restauración con resina compuesta

**Fuente:** POMACONDOR HERNANDEZ, Cesar. Papel de la clorhexidina en la odontología restauradora. Artículo de revisión. En: Odontología Sanmarquina. Noviembre, 2010. Vol. 13, no 2, p. 46-49.

Ellos concluyeron que incluso, el uso de clorhexidina a 0,002% durante 15 segundos parece ser suficiente para preservar las uniones resina-dentina durante un periodo de seis meses *in vitro*. Este bajo valor en la concentración mínima inhibitoria de las MMPs no difiere con los resultados del estudio de Gendron et al. (2009), quienes encontraron inhibición completa de las MMPs -2, -9 y -8 con concentraciones mínimas de clorhexidina a 0,0001%, 0,002 % e 0,01 % respectivamente.

Por otro lado existen autores que reportan la poca o nula acción de la clorhexidina sobre la adhesión y la resistencia a la fractura de las restauraciones; Alves de Castro et al. (2003) no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los valores de resistencia de los grupos tratados, manifestando que la

solución de clorhexidina al 2%, aplicado antes o después del grabado ácido de la dentina, no interfirió con la resistencia de la unión de microtracción de resina compuesta para la dentina tratada. Ensayos *in vitro* realizados por Perdigao et al. (1994) y De castro et al. (2003), con adhesivos convencionales mostraron que la resistencia de unión inmediata a dentina no es afectada cuando se usa clorhexidina antes o después del grabado ácido. Soares et al. (2008) usaron clorhexidina antes, durante (incorporado en el ácido fosfórico) y después del grabado ácido en la cementación de restauraciones indirectas de resina compuesta, y no encontraron diferencia significativa en la resistencia de unión inmediata. Stanislawczuc et al. (2009) hicieron un trabajo a largo plazo evaluando el efecto de la clorhexidina en la resistencia de unión inmediata y después de seis meses con dos adhesivos convencionales cuando era aplicada incorporada en el ácido fosfórico o como *primer* terapéutico. En ambos casos fue efectivo para reducir la degradación de las uniones resina-dentina después de seis meses de almacenamiento en agua sin mostrar diferencias significativas entre ambos grupos de tratamiento.

Los resultados que defienden la teoría de la eficacia de la clorhexidina en el aumento de la resistencia en las restauraciones datan de fechas más actuales, donde los sistemas adhesivos han evolucionado considerablemente en cuanto a sus componentes y propiedades de los mismos, de igual manera, la exigencia de la población en cuanto a mejoramiento de técnicas, resultados, tiempos operatorios y longevidad de las restauraciones también ha ido en constante crecimiento. Por lo tanto, con base al cumplimiento del objetivo de este trabajo, el cual consistía en evaluar a resistencia a la fractura de las restauraciones con resina compuesta habiendo adicionado el uso de la clorhexidina al protocolo, y habiendo determinado la influencia positiva de esta sustancia sobre la adhesión y mejoramiento del sellado marginal, se recomienda aplicarla dentro de la práctica odontológica diaria.

## 8 CONCLUSIONES

La literatura informa de amplios reportes que en general se basan en la necesidad de aumentar la longevidad de las restauraciones, ya sea mediante la aplicación de diferentes técnicas o la simple modificación de los protocolos ya conocidos. En nuestro caso, modificamos el protocolo general de restauración con resinas convencionales, agregando digluconato de clorhexidina al 2% antes de aplicar el adhesivo, obteniendo resultados totalmente favorables.

En síntesis, el digluconato de clorhexidina contribuye a la inhibición de la degradación de la capa híbrida, permitiendo obtener mayor resistencia de adhesión entre el material restaurador y la superficie dentinal, limitando las microfiltraciones y prolongado de esta forma la durabilidad de las restauraciones y por tanto su éxito a través del tiempo.



## 9 RECOMENDACIONES

Con base a los resultados de la presente investigación nos permitimos recomendar lo siguiente:

1. Implementar el uso de digluconato de clorhexidina 2% en la práctica clínica de la facultad de odontología de la universidad de Cartagena
2. Aumentar la cantidad de existencias en las terminales de materiales de las clínicas de la facultad de odontología de la universidad de Cartagena, para que el mayor número de estudiantes posibles tengan acceso a este producto y puedan incluirlo dentro de su protocolo de manejo de materiales adhesivos.
3. Incluir el marco teórico de esta práctica dentro de las temáticas básicas para aplicación de esta técnica desde los primeros inicios clínicos de los estudiantes.

## BIBLIOGRAFÍA

PARRA LOZADA, Maritza y GARZÓN RAYO, Herney. Sistemas adhesivos autograbadores, resistencia de unión y nanofiltración: una revisión. En: Revista Facultad Odontología Universidad de Antioquia. Noviembre, 2012.vol. 24, no.1, p.133-150.

MEERBEEK B, Van. et al. Adhesion to Enamel and Dentin: Current Status and Future Challenges En: Operative Dentistry. Febrero,2003. No. 28-3. p., 215-235.

BRESCHI, Lorenzo , et al. Chlorhexidine stabilizes the adhesive interface: a 2 year in vitro study. En: NIH Public Access. Abril, 2010. Vol. 26, no 4, p. 153.

PERDIGÃO, Jorge. Dentin bonding—Variables related to the clinical situation and the substrate treatment. En: Dental materials. Noviembre, 2009, e24–e37.

COSTA, trf. et al. Durability of Surface Treatments and Intermediate Agents Used for Repair of a Polished Composite. En: Operative Dentistry.2010.no 35-2 p 231-23.

SHAN-CHUAN ZHANG, Matthias Kern. The role of Host-derived dentinal Matrix Metalloproteinases in reducing dentin bonding of resin adhesives. En: International Journal of Oral Science. Agosto, 2009.vol.1. no 4. p. 163–176.

SAMPAIO DE-MELO, Mary Anne. et al. Effect of chlorhexidine on the bond strength of a self-etch adhesive system to sound and demineralized dentin. En: Braz Oral Res.Febrero2013.

BRESCHI, Lorenzo, et al. Use of a specific MMP-inhibitor (galardin) for preservation of hybrid layer. En:Dental materials. Febrero, 2010.vol. 26.P. 571–578

ISLAM, Md.Sofiqul, et al. In vitro effect of hesperidin on root dentin collagen and de/re-mineralization. En: Dental Materials Journal. Enero 2012. Vol. 31(3). P. 362–367.

STANISLAWCZUK ,Rodrigo; REIS Alessandra y LOGUERCIO Alessandro D. A 2-year in vitro evaluation of a chlorhexidine-containing acid on the durability of resin–dentin interfaces. En: journal of dentistry 2011. no. 39; p. 40 – 47.

KIM, Jongryul . et al. Chlorhexidine binding to mineralized versus demineralized dentin powder. En: journal of dentistry 2010. no. 26 p. 771–778.

ALVES CAMPOS, Edson. Chlorhexidine diminishes the loss of bond strength over time under simulated pulpal pressure and thermo-mechanical stressing. En: journal of dentistry 2009 n° 37 p.108 – 114.

HASHIMOTOA, M. et al. The effect of hybrid layer thickness on bond strength: demineralized dentin zone of the hybrid layer. En: Dental materials. Abril, 2000.vol. 16. p. 406-411

ALVES DE CASTRO, Fabrício Luscino, et al. Effect of 2% chlorhexidine on microtensile bond strength of composite to dentin. En:J Adhes Dent. Noviembre, 2002. Vol. 5. P. 129–138.

HIRAISHI, N. et al. Effect of 2% chlorhexidine on dentin microtensile bond strengths and nanoleakage of luting cements En: journal of dentistry.2009. no. 37 p. 440 – 448.

HENOSTROZA, Gilberto, et al. Adhesión en odontología restauradora. Editorial MAIO, primera edición. 2003. p.77 – 79.

PARRA, Maritza; GARZÓN, Herney. Self-etching adhesive systems, bond strength and nanofiltration: A review. Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia. Segundo semestre de 2012. Vol. 24.

LOGUERCIO, Alessandro D, et al. Influence of chlorhexidine digluconate concentration and application time on resin–dentin bond strength durability. En: European Journal of Oral Sciences. Mayo 2009. Vol. 117. P. 587–596

HARPREET, Singh, et al. Evaluation of substantivity of chlorhexidine to human dentin and its application in adhesive dentistry—an in vitro analysis. En: Indian Journal of Dentistry. Abril 2011. Vol 2.

MEERBEEK, Bart, et al. Adhesion to Enamel and Dentin: Current Status and Future Challenges. En: Operative Dentistry. 2003.

POMACONDOR HERNANDEZ, Cesar. Papel de la clorhexidina en la odontología restauradora. Artículo de revisión. En: Odontología Sanmarquina. Noviembre, 2010. Vol. 13, no 2, p. 46-49.

BRANCO LEITUNE, Vicente Castelo, et al. Influence of chlorhexidine application on longitudinal adhesive bond strength in deciduous teeth. En: Braz Oral Res. Octubre, 2011. Vol. 25, p.388.

GENDRON, Renee, et al. Inhibition of the activities of matrix Metalloproteinases 2, 8, and 9 by Chlorhexidine. En: Clinical and diagnostic laboratory immunology. Mayo, 1999. Vol. 6, N°. 3. p.437±439

HARPREET, Singh, et al. Evaluation of substantivity of chlorhexidine to human dentin and its application in adhesive dentistry—an in vitro analysis. En: Indian Journal of Dentistry. Enero, 2011.

G, Maria Carolina. Dentin treatment with MMPs inhibitors does not alter bond strengths to caries-affected dentin. En: journal of dentistry.2008. N° 36 p. 1068 – 1073.

BOUSHELL, Lee W. et al. Distribution and relative activity of matrix metalloproteinase-2 in human coronal dentin. En: Int J Oral Sci. 2011. no 3 p.192-199.

CORONATO, Silvia; LAGUENS, Graciela y GIROLAMO, Vanda di. Rol de las metaloproteinasas y sus inhibidores en patología tumoral. En: Medicina (Buenos Aires).2012. vol. 72. p. 495-502.

TEZVERGIL-MUTLUAYA, Arzu et al. The inhibitory effect of polyvinyl phosphonic acid on functional matrix metalloproteinase activities in human demineralized dentin.En: Acta biomater. Agosto, 2010. vol. 6. p. 4136-4142.

TEZVERGIL-MUTLUAY, Arzu, et al. Inhibition of MMPs by alcohols.En: Dent Mater. Septiembre,2011. Vol. 27. P. 926-933.

CARRILHO, Marcela, et al. Substantivity of chlorhexidine to human dentin. En:Dental materials.febrero, 2010. Vol. 26. P.779–785.

DE SOUSA VIEIRA, Ricardo; DA SILVA Ivo Alves Jr. Bond strength to primary tooth dentin following disinfection with a chlorhexidine solution: an in vitro study. En: Pediatric Dentistry .2003. no. 25; p. 1-52.

STANISLAWCZUK, R. et al. Chlorhexidine-containing Acid Conditioner Preserves the Longevity of Resin-dentin Bonds. En: OperativeDentistry.2009.no.34-4. P, 481-490.

ALVES DE CASTRO, Fabrício Luscino. et al. Effect of 2% Chlorhexidine on Microtensile Bond Strength of Composite to Dentin. . En: J Adhes Dent. 2003. no. 5. p. 129–138

HIRAISHI, N. et al. Effect of 2% chlorhexidine on dentin microtensile bond strengths and nanoleakage of luting cements. En: journal of dentistry 2009. no 37 p. 440–448.

KOMORI, Paula et al. Effect of 2% Chlorhexidine Digluconate on the Bond Strength to Normal Versus Caries-affected Dentin. En: Operative Dentistry. 2009. no. 34-2. p. 157-165.

KOMORI, Paula C. P. et al. Effect of 2% Chlorhexidine Digluconate on the Bond Strength to Normal versus Caries-Affected Dentin. En: Oper Dent. 2009. no 34(2). p 08-55.

EBRAHIMI CHAHAROM, Mohammad Esmaeel. . et al .Effect of chlorhexidine on the shear bond strength of self-etch adhesives to dentin. En: African Journal of Biotechnology. Agosto.2011. Vol.10.no. 49 p. 10054-10057.

CHANG, y-e y SHIN, d-h. Effect of Chlorhexidine Application Methods on Microtensile Bond Strength to Dentin in Class I Cavities. En: Operative Dentistry, 2010, no.35-6. P.618-623.

OSORIO, Raquel. et al. Effect of dentin etching and chlorhexidine application on metalloproteinase-mediated collagen degradation. . En: Eur J Oral Sci. 2011. vol. 119. P. 79–85.

KANG, Hyun-Jung; MOON Ho-Jin y SHIN Dong-Hoon Effect of different chlorhexidine application times on microtensile bond strength to dentin in Class I cavities. En: Restorative dentistry endodontic .Diciembre 2012. ISSN 2234-7658 (print) / ISSN 2234-7666 (online)

BRACKETT, Ww, et al. The Effect of Chlorhexidine on Dentin Hybrid Layers In Vivo. En: Operative Dentistry. 2007. vol. 32,2. p. 107-111.

TOLEDANO, Manuel. et al. A ZnO-doped adhesive reduced collagen degradation favouring dentine remineralization. En: journal of dentistry. Mayo, 2012. no. 40; p. 756 – 765.

LENZI, Tathiane Larissa. Chlorhexidine does not Increase Immediate Bond Strength of Etch-and-Rinse Adhesive to Caries- Affected Dentin of Primary and Permanent Teeth. Braz Dent J. 2012. no. 23(4). p 438-442.

PERDIGÃO, Jorge, et al. Dentin bonding—Variables related to the clinical situation and the substrate treatment En: journal of dentistry. 2010. no. 26 p. e24–e37.

CAL, Ebru. et al. Effect of an antibacterial adhesive on the bond strength of three different luting resin composites. En: Journal of Dentistry. Agosto 2005. p. 1–9.

IBRAHIM Ihab m.; ELKASSAS Dina w y YOUSRY mai m. Effect of EDTA and Phosphoric Acid Pretreatment on the Bonding Effectiveness of Self-Etch Adhesives to Ground Enamel. En: Eur J Dent. 2010 no. 4. p. 418-428.

KIM Duck-Su. et al. Effect of EDTA treatment on the hybrid layer durability in total-etch dentin adhesives. En: Dental Materials Journal .2011. no. 30(5) p. 717–722.

MUTLUAY A. Tezvergil- Effect of Phosphoric Acid on the Degradation of Human Dentin Matrix En: J Dent Res. 2013. no. 92(1) p. 87-91.

HIPÓLITO Vinicius Di . Effectiveness of self-adhesive luting cements in bonding to chlorhexidine-treated dentin. En: dental materials. 2012. no. 28 p.495–5011\_ DE

LAS HERASA, S Martin, et al. The matrix metalloproteinase gelatinase A in human dentine. En: Archives of Oral Biology. Marzo, 2000. vol.45. p. 757±765.

FRANKENBERGERA, R, et al. `No-bottle' vs `multi-bottle' dentin adhesives Đa microtensile bond strength and morphological study. En: Dental materials. Agosto, 2001. Vol 17. P. 373-380.

KIM,Duck-su , et al. Mechanical and Micromorphological Evaluation of Chlorhexidine-Mediated Dentin Remineralization. En: Scanning. Agosto 2011. Vol 3. P.1-8.



# **ANEXOS**

**ANEXO 1. Tabla matriz de resultados**

<b>Grupo M</b>	
Espécimen	Máxima fuerza aplicada (Newton)
1	153,325
2	106,825
3	153,525
4	153,975
5	151,65
6	282,53
7	194,575
8	126,375
9	153,725
10	206,735
11	182,037
12	157,283
13	252,978
14	201,465
15	153,335
16	192,163
17	173,522
18	157,533
19	109,825
20	210,635

<b>Grupo MC</b>	
Espécimen	Máxima fuerza aplicada (newton)
1	407,55
2	414,600
3	273,975
4	399,025
5	290,5
6	325,125
7	419,075
8	428,725
9	375,065
10	401,38
11	424,035
12	298,633
13	396,045
14	404,535
15	308,885
16	318,086
17	293,317
18	411,03
19	386,465
20	419,085