

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**E. A. P. DE ODONTOLOGÍA**

**Influencia del grabado ácido previo en la fuerza de  
adhesión al aplicar cuatro sistemas adhesivos  
autograbantes sobre esmalte bovino : estudio in vitro**

**TESIS**

para obtener el título de Cirujano Dentista

**AUTOR**

**Wilfredo Daniel Romero Salaverry**

**Lima – Perú**

**2009**

*Jurado de Sustentación*

Presidente: Mg. CD. Gerardo Ayala De la Vega

Miembro Auxiliar: CD. Tulio Abuhabda Hoyos

Miembro Asesor: CD. Hernán Horna Palomino

*ASESOR; CD. HERNÁN HORNA PALOMINO*

*CONSULTOR: Mg. CD. MIGUEL ANGEL SARAIVIA ROJAS*

*A mi familia por todo el apoyo y la paciencia que han sabido tener, por todo su cariño, su comprensión, este trabajo lleva parte de ustedes en él.*

*A mis padres, porque son lo más grande que tengo, todo paso que doy se los debo a ellos y para darlo recuerdo lo que de ellos he aprendido.*

*Al Doctor Hernán Horna por su gran ayuda en la elaboración de este trabajo.*

*Al Doctor Miguel A. Saravia por permitirme ampliar mis conocimientos y mejorar académicamente. Por todo su apoyo para realizar esta investigación.*

*A Pamela, mi gran apoyo y motivación en todo lo que hago, por hacerme ver siempre el lado bueno de las cosas, gracias por estar a mi lado.*

*A todos los que de alguna u otra manera ayudaron a que todo esto se hiciera realidad.*

# ÍNDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	2
<b>II. MARCO TEORICO</b>	4
2.1 Antecedentes	4
2.2 Bases Teóricas	17
i. Adhesión	17
1. Parámetros que afectan la adhesión al tejido dentario	17
A. Cambios en la estructura del esmalte	18
B. Barro dentinario	19
C. Humectación del adhesivo	19
D. Contracción de la polimerización en las resinas restauradoras	20
E. Compensación para la contracción de la polimerización	21
1. Flujo	21
2. Expansión Higroscópica	22
3. Elasticidad	23
F. Sitio de polimerización inicial	23
G. Coeficiente de expansión Térmica y Conductividad Térmica	23
H. Transmisión de esfuerzos a través de la interfase restauración diente	23
ii. Adhesión al esmalte	24
1. Clasificación de los adhesivos contemporáneos	25
a. Sistemas adhesivos convencionales	25
A. Sistemas adhesivos multicomponentes	26
B. Sistemas adhesivos monocomponentes	27
b. Sistemas adhesivos autograbadores	28
2. Acondicionamiento del esmalte	33
3. Primers	34

4. Resina Adhesiva	36
5. Estrategias de Adhesión	38
a.Hibridización	39
b.Formaciones de proyecciones de dentina	40
ii.Histología del esmalte	41
iii.Diente de bovino como sustrato alternativo a los dientes humanos	45
iv.Tests Mecánicos para la evaluación de los sistemas adhesivos	51
v.Test de Microtensión	51
2.3 Planteamiento del problema	53
2.4 Justificación	53
2.5 Objetivos de la Investigación	54
2.6 Hipótesis	55
<b>III. MATERIAL Y MÉTODOS</b>	<b>56</b>
3.1 Tipo de Estudio	56
3.2 Población y Muestra	56
3.3 Operacionalización de variables	57
3.4 Materiales	58
3.5 Métodos	60
3.5.1 Procedimientos y técnicas	60
3.5.2 Recolección de Datos	67
<b>IV. RESULTADOS</b>	<b>68</b>
<b>V. DISCUSIÓN</b>	<b>75</b>
<b>VI. CONCLUSIONES</b>	<b>80</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES</b>	<b>82</b>

<b>RESUMEN</b>	83
<b>SUMMARY</b>	84
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	85
<b>ANEXOS</b>	95



## **INDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Tratamiento de superficie y preparación de las resinas compuestas de nanopartículas.	61
Figura 2. Preparación de los bloques de resina compuesta, almacenamiento, preparación de los especímenes y test de microtensión.	66

## **INDICE DE GRÁFICOS**

Gráfico 1. Fuerza de Adhesión de los sistemas adhesivos autograbantes.	68
Gráfico 2. Fuerza de Adhesión de los sistemas adhesivos autograbantes sin grabado ácido previo.	69
Gráfico 3. Fuerza de Adhesión de los sistemas adhesivos autograbantes con grabado ácido previo.	70
Gráfico 4. Fuerza de adhesión para el sistema adhesivo autograbante Adper Easy Bond.	71
Gráfico 5. Fuerza de adhesión para el sistema adhesivo autograbante Futurabond DC.	72
Gráfico 6. Fuerza de adhesión para el sistema adhesivo autograbante Go!	73
Gráfico 7. Fuerza de adhesión para el sistema adhesivo autograbante OneCoat Self Etching Bond.	74

## **INDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Fuerza de Adhesión de los sistemas adhesivos autograbantes.	68
Tabla 2. Fuerza de Adhesión de los sistemas adhesivos autograbantes sin grabado ácido previo.	69
Tabla 3. Fuerza de Adhesión de los sistemas adhesivos autograbantes con grabado ácido previo.	70
Tabla 4. Fuerza de adhesión para el sistema adhesivo autograbante Adper Easy Bond.	71
Tabla 5. Fuerza de adhesión para el sistema adhesivo autograbante Futurabond DC.	72
Tabla 6. Fuerza de adhesión para el sistema adhesivo autograbante Go!	73
Tabla 7. Fuerza de adhesión para el sistema adhesivo autograbante OneCoat Self Etching Bond.	74

## RESUMEN

### **INFLUENCIA DEL GRABADO ÁCIDO PREVIO EN LA FUERZA DE ADHESIÓN AL APLICAR CUATRO SISTEMAS ADHESIVOS AUTOGRABANTES SOBRE ESMALTE BOVINO. ESTUDIO IN VITRO.**

El propósito de este estudio fue evaluar la influencia del grabado ácido previo a la aplicación de cuatro sistemas autograbantes, Adper Easy Bond (AEB), Futurabond DC (F), Go! (G) y OneCoat Self Etching Bond (OC), sobre esmalte dental de bovino.

Se utilizaron 24 dientes anteriores de bovino, los cuales fueron colocados en bloques de resina acrílica de 1.5 cm x 1.5 cm, dejándose expuesta la cara vestibular la cual fue posteriormente desgastada ligeramente y pulida. Las piezas dentales fueron divididas en dos grupos experimentales y un grupo control, al primer grupo experimental se le aplicó el sistema adhesivo autograbante según las indicaciones del fabricante, mientras que al segundo grupo se le realizó grabado con ácido ortofosfórico al 35% previamente, el grupo control fue tratado con un sistema adhesivo convencional de grabado total; finalmente se colocó un bloque de resina compuesta Z350 (3M) utilizando un molde de teflón de 8mm de diámetro x 4 mm de altura. Los dientes se almacenaron durante 24 horas en saliva artificial a 37°C. Se obtuvieron cortes de entre 0.8 y 1.00 mm<sup>2</sup> de área transversal, los especímenes obtenidos fueron sometidos a Test de Microtensión a una velocidad de 0.5 mm/min. Para el análisis estadístico se utilizaron las pruebas de Kruskal Wallis ( $p < 0.05$ ) y Mann Whitney.

Los valores de adhesión resultantes en MPa para los grupos experimentales sin grabado ácido fueron: AEB:  $14.6 \pm 3.8$ ; F:  $14.3 \pm 8.7$ ; G:  $9.5 \pm 3.8$  y OC:  $10.5 \pm 6.2$ ; para los grupos con grabado ácido previo fueron: AEB:  $24.7 \pm 14.2$ ; F:  $15.6 \pm 4.8$ ; G:  $16.2 \pm 8.9$ ; OC:  $14.9 \pm 7.1$ . El grupo control All Bond 2 obtuvo valores de adhesión de  $18.6 \pm 7.3$  MPa.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos experimentales, mientras que en relación al grupo control, el grupo experimental con grabado ácido previo obtuvo valores similares a este a excepción del sistema AEB el cual obtuvo un valor significativamente mayor.

Palabras Clave: Adhesión, adhesivo, sistemas adhesivos autograbantes, ácido ortofosfórico, esmalte.

## SUMMARY

### **INFLUENCE ON BOND STRENGTH OF PRIOR ACID ETCHING TO APPLICATION OF FOUR SELF-ETCHING ADHESIVES ON BOVINE ENAMEL. IN VITRO STUDY.**

The aim of this study was to evaluate the influence of prior acid etching to application of four self-etching adhesive systems, Adper Easy Bond (AEB), Futurabond DC (F), Go!(G) And OneCoat Self Etching Bond (OC), on bovine enamel.

Twenty four bovine lower incisors were used, which were mounted in cold – cure acrylic blocks of 1.5 x 1.5 cm, keeping exposed the buccal enamel surface subsequently abraded and polished. The teeth were divided in two experimental groups and a control group. In the first experimental group the adhesive system was applied following manufactures' instructions, meanwhile the second experimental group was etched with orthophosphoric acid 35% prior to application of the adhesive. Control group was treated with a conventional total etch system. Finally a composite resin restoration Z350 (3M) was built using a Teflon mold of 8 mm diameter and 4 mm height. The teeth were stored in artificial saliva at 37°C during 24 hours. Specimens between 0.8 and 1.00 mm of cross-sectional area were obtained and stressed in tension at 0.5 mm/min cross-head speed. The statistical analysis was developed using Kruskal Wallis ( $p < 0.05$ ) and Mann Whitney tests.

The bond strengths in MPa obtained for the experimental groups without prior acid etching were: AEB:  $14.6 \pm 3.8$ ; F:  $14.3 \pm 8.7$ ; G:  $9.5 \pm 3.8$  y OC:  $10.5 \pm 6.2$ ; for the groups with prior acid etching the results were: AEB:  $24.7 \pm 14.2$ ; F:  $15.6 \pm 4.8$ ; G:  $16.2 \pm 8.9$ ; OC:  $14.9 \pm 7.1$ . Control Group All Bond 2 obtained bond strengths of  $18.6 \pm 7.3$  MPa.

Statistically significant differences of bond strengths values were found between both experimental groups, the experimental group with prior acid etching obtained similar bond strength values to the control group, except for the AEB adhesive which obtained higher significant values.

Keywords: Adhesion, adhesive, self-etching adhesive systems, orthophosphoric acid, enamel

## I. INTRODUCCION

El desarrollo de los materiales adhesivos ha evolucionado ampliamente desde que Buonocore en 1955 estableció la técnica de grabado ácido dando así inicio a la aparición de las distintas generaciones de sistemas adhesivos conocidas hoy en día.

Los más recientes, los sistemas adhesivos autograbantes, han sabido ubicarse, en un lugar especial, dentro de la amplia gama de materiales utilizados por los profesionales odontólogos, atrayendo la atención principalmente de aquellos clínicos que aprecian la simplificación de los procedimientos operatorios. Podría decirse más acerca de estos nuevos sistemas de adhesión, dada su composición, presentan una mayor tolerancia en relación a las condiciones de humedad del sustrato en comparación a los adhesivos de grabado total, además de que al presentar monómeros de resina que, teóricamente, atraviesan la capa de barro dentinario y la dentina subyacente tanto como lo hace el compuesto grabador, la sensibilidad post operatoria no debería ser un problema.

Pese a todos estos posibles beneficios, la capacidad adhesiva a esmalte de estos sistemas sigue siendo aún un punto cuestionable, diversos estudios explican esta debilidad dada la insuficiente capacidad de estos sistemas de grabar adecuadamente al sustrato en comparación a los conocidos y también ampliamente estudiados predecesores, los sistemas de grabado total; aunque también existen investigaciones que no señalan diferencias importantes entre ambas familias.

Por otro lado los sistemas adhesivos autograbantes, pese a aparentemente producir una adhesión débil a esmalte, producen una adecuada adhesión a dentina, ya que las fibras colágenas no son desnaturalizadas y consecuentemente no colapsan, por lo tanto, al

omitirse el grabado ácido se reducen los riesgos de producir un sobre-secado o sobre-grabado del sustrato.

Dados los diversos resultados encontrados en la literatura, investigación adicional es necesaria a fin de determinar si los sistemas adhesivos autograbantes graban y se adhieren adecuadamente a esmalte.

El objetivo de este estudio fue el de comparar la fuerza de adhesión de cuatro sistemas adhesivos autograbantes sobre esmalte previa aplicación de ácido ortofosfórico al 35% y sin esta mediante test de microtensión y compararlos con un sistema de grabado total. Partiendo de la hipótesis de que el grabado ácido previo a la aplicación del sistema adhesivo autograbante aumenta la fuerza de adhesión al esmalte.

## II. MARCO TEORICO

### 2.1 ANTECEDENTES

**Perdigão J; Gomes G; Gondo R; Fundingsland J. (2006)**<sup>5</sup> Midieron las fuerzas de unión mediante test de microtensión de sistemas adhesivos autograbantes de un sólo frasco en relación a 3 sustratos dentales como fueron dentina y esmalte intacto y desgastado. Para ello emplearon 5 adhesivos autograbantes de un sólo paso: Adper Prompt L-Pop, Clearfil S3 Bond, G-Bond, I-Bond y Xeno IV. Adper Single Bond Plus fue utilizado como sistema adhesivo de grabado total de control junto al sistema autograbador de dos pasos Clearfil SE Bond. Los resultados mostraron que el sistema de control Adper Single Bond Plus produjo el mayor valor promedio de adhesión en todos los sustratos en relación al esmalte los valores obtenidos fueron de  $33.1 \pm 10.5$  MPa para esmalte intacto y  $33.7 \pm 9.1$  MPa para esmalte desgastado. Entre los sistemas adhesivos “todo en uno” aplicados sobre esmalte intacto aquel que obtuvo un valor de adhesión significativamente mayor respecto a los otros fue Adper Prompt L-Pop ( $27.6 \pm 7.5$  MPa), siendo seguido de cerca por Clearfil S3 Bond ( $24.6 \pm 12.0$  MPa). Sobre esmalte desgastado Adper Prompt L-Pop produjo resultados similares al grupo control ( $33.2 \pm 7.9$  MPa). El estudio concluye que los sistemas adhesivos autograbantes de un solo paso presentan fuerzas de adhesión inferiores a los adhesivos de dos pasos tanto autograbantes como de grabado total.

**Knobloch L; Gailey D; Azer S; Johnston W; Clelland N; Kerby R. (2007)**<sup>6</sup> Compararon la fuerza de adhesión de los sistemas autograbantes de 1 y 2 pasos con un sistema convencional de grabado total. Los adhesivos autograbantes utilizados en el estudio fueron G-Bond, iBond y Clearfil S<sup>3</sup> (un solo paso), Clearfil SE y Optibond

Solo Plus Self-Etch (dos pasos) mientras que el sistema adhesivo convencional usado fue Prime & Bond NT. Evaluaron 24 piezas, las cuales fueron seccionadas luego de ser adheridas a un material de restauración de forma que se obtuvieran varillas con composite y sustrato dental, posteriormente fueron termociclados y sometidos a microtensión para evaluar su capacidad de adhesión. Los resultados indicaron diferencias significativas entre los valores promedio de adhesión de varios de los 5 sistemas autograbantes y el sistema de grabado total obteniendo éste último valores mayores. No se observaron diferencias significativas entre los sistemas adhesivos autograbantes de 2 pasos con el sistema convencional; tampoco se obtuvieron diferencias notables entre los valores de adhesión de los sistemas autograbantes de uno y dos componentes a excepción de G-Bond. Concluyeron que los valores de adhesión de los sistemas de 2 pasos fueron significativamente mayores a cualquiera de los sistemas monocomponente, además se afirma que los resultados sugieren que existen fuerzas adhesivas similares entre los sistemas de 1 y 2 frascos.

**Soares, C J; Guimarães C; Freitas P; Soares da Mota A. (2007)**<sup>8</sup> Efectuaron un estudio para evaluar diferentes tratamientos previos sobre 3 sustratos dentales en relación a la fuerza de adhesión de dos adhesivos autograbantes en dientes de bovino. Los sistemas utilizados fueron Clearfil Protect Bond y One Up Bond. Se emplearon 100 especímenes repartidos en 2 grupos correspondientes a cada adhesivo. Cada grupo experimental fue subdividido en 5 subgrupos: uno control, sin tratamiento previo alguno; uno de grabado con ácido ortofosfórico al 37% sobre esmalte y dentina por 15 segundos; uno de grabado ácido con ácido ortofosfórico al 37% sólo sobre esmalte por 15 segundos; uno de microabrasión con micropartículas de óxido de aluminio en la superficie dental y uno de gel de EDTA al 24 %, pH 7.0, aplicado sobre esmalte y dentina. Los sustratos utilizados fueron: esmalte, dentina superficial y dentina



profunda, los que fueron luego sometidos a test de microtensión. Los resultados indicaron diferencias significativas entre los niveles de adhesión y los tratamientos previos realizados. En relación al esmalte se alcanzaron valores adhesivos altos sólo sobre esmalte debido al grabado ácido previo (One Up Bond F – 28.56 MPa y Clearfil Bond Protect – 33.47 MPa) en relación al grupo control. Los valores obtenidos con la aplicación de EDTA previa a los 3 sustratos también indicaron un aumento de los valores de adhesión en todos ellos. El estudio concluye que dados los valores adhesivos más altos alcanzados en dentina y al segundo lugar en fuerza de adhesión sólo al esmalte, después del grabado con ácido ortofosfórico, existe buena posibilidad de aumentar las fuerzas de adhesión al esmalte y la dentina utilizando gel de EDTA.

**Moura S.; Pelizzaro A; Dal Bianco K; de Goes M; Loguercio A; Reis A; Miranda R. (2006)**<sup>10</sup> Realizaron un estudio para examinar la ultraestructura y la resistencia de las fuerzas de adhesión a la microtensión de 2 adhesivos autograbantes de 2 pasos con diferente acidez sobre esmalte intacto. Para la investigación se utilizaron los sistemas Clearfil SE Bond, Optibond Solo Plus Self-Etch, y Tyrian Self Priming Etching, y los adhesivos de grabado total de 2 y 3 pasos Single Bond y Scotchbond Multi-purpose Plus. Se formaron 5 grupos experimentales, a los cuales se les asignaron 6 piezas dentarias respectivamente, luego de la preparación de las piezas para su estudio se les sometió a test de microtensión y a electromicroscopía. En relación a las fuerzas de adhesión obtenidas los resultados mostraron que los 2 sistemas de grabado total presentaron los valores más altos:  $22.7 \pm 5$  MPa para Scotchbond Multi-purpose y  $26.7 \pm 4.6$  MPa para Single Bond; los valores promedio más bajos se obtuvieron con los 3 sistemas adhesivos autograbantes:  $18.7 \pm 4.6$  para Clearfil SE Bond,  $7.8 \pm 1.5$  para Optibond Solo Plus y  $10.9 \pm 3.2$  para Tyrian Self Priming Etching. Además se concluyó que los sistemas adhesivos de grabado total producen un mejor patrón de

grabado sobre esmalte intacto que los sistemas autograbadores lo que influiría en las fuerzas de adhesión resultantes.

**Van Landuyt K L; Kanumilli; De Munck J; Peumans M; Lambrechts P; Van Meerbeek B. (2006)**<sup>26</sup> Llevaron a cabo un estudio para medir la fuerza de adhesión de un sistema adhesivo con y sin grabado ácido previo a su aplicación y determinar si esto influencia en las fuerzas adhesivas resultantes. Se utilizó el adhesivo autograbante de dos pasos Clearfil SE Bond. Se estableció un grupo experimental al cual se le aplicó el sistema adhesivo previo grabado con ácido ortofosfórico y un grupo control al que se le aplicó el adhesivo de acuerdo a las indicaciones del fabricante. Los resultados indicaron que los valores de adhesión obtenidos por el grupo experimental alcanzaron niveles promedio de 42.8 MPa frente a los 29.3 MPa del grupo control, siendo estos significativamente diferentes. Concluyeron que el grabado ácido previo a la aplicación del sistema adhesivo autograbante aumentaba la fuerza de adhesión al esmalte, lo que se explicaba puesto que el aumento de porosidad del esmalte promovía un incremento de la interacción con el sustrato y mayor retención micromecánica.

**Miguez P; Castro P; Nunes M; Walter R; Pereira P. (2003)**<sup>27</sup> Llevaron a cabo un estudio para determinar el efecto del grabado con ácido fosfórico previo a la aplicación de 2 sistemas autograbadores, con y sin el uso del agente primer, en relación a la fuerza de adhesión sobre esmalte. Se utilizaron los sistemas Clearfil SE Bond y ABF y como control se utilizó el adhesivo Single Bond. Dieciséis especímenes fueron utilizados para el presente estudio, divididos en 7 grupos, al primer grupo se le aplicó Clearfil SE Bond según las indicaciones del fabricante; al segundo, luego de 15 segundos de grabado con ácido fosfórico al 37% y al tercero retirando el agente primer luego de grabado ácido por un tiempo similar al grupo anterior; el mismo procedimiento se aplicó para los 3 grupos siguientes utilizando el sistema ABF,

mientras que al grupo 7, o control, se le aplicó Single Bond luego de grabado ácido. Los resultados indicaron que Clearfil SE Bond ( $15.3 \pm 7$  MPa) y ABF ( $17.3 \pm 3.6$  MPa) mostraron fuerzas de adhesión a esmalte significativamente menores que el grupo control. Al ser aplicados luego del grabado ácido los sistemas mostraron valores significativamente más altos comparados con los grupos sin éste paso previo, siendo comparables con el grupo control (Clearfil SE Bond -  $27.5 \pm 10.1$  MPa; ABF -  $24.8 \pm 7.9$  MPa) al grabar con ácido y omitir el agente primer también se obtuvieron valores comparables con el grupo control.

**Pashley D; Tay F.(2001)**<sup>30</sup> Analizaron la fuerza de adhesión al esmalte como parte de su estudio sobre la agresividad de los adhesivos autograbantes contemporáneos. Para ello utilizaron los sistemas Clearfil Mega Bond, Non-Rinse Conditioner/Prime & Bond NT y Prompt L-Pop, los cuales fueron comparados con un sistema de grabado total (All-Bond 2). Emplearon 12 premolares divididos en 4 grupos; 3 experimentales, a los cuales se les aplicaron sistemas autograbantes, y 1 control de adhesivo convencional de 3 pasos; además con el fin de aislar el efecto grabante de cada adhesivo autograbador se agregaron 3 premolares adicionales a cada grupo experimental, estos fueron grabados utilizando el sistema adhesivo autograbante y luego removidos para posteriormente agregar el adhesivo del sistema de grabado total y el material restaurador. Con respecto a las fuerzas de adhesión al esmalte de los sistemas autograbantes encontraron que los valores fluctuaron entre los 10,3 y 10.9 MPa siendo no estadísticamente diferentes uno del otro, sin embargo todos fueron estadísticamente menores que el grupo control (27.0 MPa). Las fuerzas de adhesión obtenidas por las piezas que fueron grabadas con los sistemas autograbantes y a las que posteriormente se les aplicó el adhesivo del sistema All-Bond 2 de grabado total fueron significativamente mayores, incluso con valores similares al grupo control como es el

caso de Prompt L-Pop y de NRC/Prime & Bond NT, por el contrario el esmalte que fue grabado con Clearfil Mega Bond obtuvo valores significativamente menores a los otros 3 grupos.

**Ando S; Watanabe T; Tsubota K; Yoshida T; Irokawa A; Takamizawa T; Kurokawa H; Miyasaki M. (2008)**<sup>31</sup> Realizaron un estudio para evaluar las diferencias en los métodos de aplicación de dos sistemas adhesivos autograbantes y su influencia en la fuerza de adhesión a esmalte de bovino, utilizaron los sistemas Clearfil tri-S Bond y G-Bond los cuales fueron aplicados sobre el sustrato mediante la técnica de fricción y sin ésta por el tiempo recomendado por los fabricantes, posteriormente fueron sometidos a test de microtensión. Luego de ser mantenidos 24 horas en agua, los valores promedio, para los grupos inactivos, obtenidos para Clearfil tri-S Bond fueron de 13.9 MPa y 10.8 MPa para G-Bond. Mientras que para los grupos activos las fuerzas de adhesión al esmalte fueron de 16.4 MPa y 13.7 MPa para Clearfil tri-S Bond y G-Bond respectivamente. Determinaron que la efectividad de adhesión para los adhesivos autograbantes puede ser mejorada mediante la aplicación activa del adhesivo.

**Goracci C; Tranchesi F; Monticelli F; Capel P; Ferrari M. (2004)**<sup>32</sup> Realizaron un estudio para evaluar la resistencia de las fuerzas de adhesión a la microtensión de 3 sistemas adhesivos autograbantes en esmalte y dentina al ser comparadas con un sistema tradicional de grabado total (Excite). Se utilizaron 40 especímenes divididos en 4 grupos de 10 dientes, a razón de un grupo por sistema adhesivo (Adper Prompt L-Pop, Xeno CF II, AdheSE y Excite). Los dientes fueron preparados con el adhesivo y el material restaurador y para cada sustrato y finalmente cortados en forma de varillas para ser sometidos al microtensiómetro. Los resultados en relación al esmalte indicaron que el sistema adhesivo de grabado total de dos pasos Excite, obtuvo los

mayores valores de adhesión ( $42.92 \pm 4.80$  MPa) en comparación a los 3 sistemas autograbantes utilizados siendo la diferencia estadísticamente significativa. Los 3 sistemas autograbantes se comportaron de manera similar sobre el esmalte siendo los resultados de  $23.90 \pm 4.13$  MPa para Adper Prompt L-Pop,  $27.86 \pm 3.28$  MPa para Xeno CF II y de  $22.74 \pm 4.03$  MPa para AdheSE. Concluyeron que en los sistemas adhesivos autograbadores si bien simplifican los procedimientos comparados con los sistemas de grabado total, no se igualan a estos materiales en términos de fuerzas de adhesión.

**Abo T; Uno S; Sano H. (2004)**<sup>34</sup> Compararon la eficacia de adhesión de un adhesivo autograbante “todo en uno” con la de otro autograbante de dos pasos, en términos de resistencia a la microtensión sobre esmalte y dentina. Los sistemas empleados fueron AD Bond y Clearfil SE Bond. Se utilizaron 20 especímenes los cuales fueron preparados y sometidos a test de microtensión después de 24 horas. Los resultados obtenidos mostraron que AD Bond (25.2 MPa) presentó niveles promedio de adhesión menores a Clearfil SE Bond (35.8 MPa) en relación al esmalte dental. Concluyeron que los sistemas adhesivos autograbantes de un solo frasco mostraban buena adhesión a la dentina, pero una unión insatisfactoria al esmalte dental siendo necesario mejorar esto dadas las ventajas clínicas de estos sistemas

**Padrós Serrat J; Monterrubio- Berga M; Padrós Cruz E. (2003)**<sup>39</sup> Realizaron un estudio para evaluar si era posible aumentar la fuerza de unión a esmalte y dentina de diferentes adhesivos autograbantes realizando grabado ácido previo a su aplicación, además de aplicar un lavado de hipoclorito de sodio al 5% luego de éste en algunos especímenes. Para evaluar la fuerza de unión al esmalte utilizó 120 molares, los cuales fueron cortados y preparados para recibir adhesivo por ambas caras del corte, de las cuales una había sido pre-grabada con ácido ortofosfórico y la otra con el mismo ácido

más hipoclorito de sodio al 5% , fueron posteriormente sometidas a tracción. Concluyó que el grabado ácido con o sin aplicación de hipoclorito de sodio al 5% durante 30 segundos aumenta la fuerza de adhesión al esmalte, no obstante la mejora sólo fue significativa para los productos Prompt-L-Pop y One Step Plus.

**Barkmeier W; Erickson R; Latta M; Wilwerding T (2006)**<sup>40</sup> Realizaron un estudio sobre los efectos de un adhesivo autograbante y del ácido fosfórico sobre el esmalte. Su intención fue evaluar la rugosidad de la superficie del esmalte, la profundidad del grabado y el volumen de sustrato perdido utilizando ácido ortofosfórico al 34% (Caulk Tooth Conditioner Gel, Dentsply) y un adhesivo autograbante (Adper Prompt-L-Pop 3M Espe). Fueron evaluados 30 especímenes divididos en grupos de 5 y sometidos a diferentes tiempos de exposición a ambos elementos. Los resultados indicaron diferencias significativas en relación a la profundidad de grabado y la pérdida de volumen de esmalte usando el ácido ortofosfórico al 34% frente al adhesivo autograbante, además la porosidad del esmalte fue mayor al ser aplicado el ácido grabador, por lo tanto estos factores influirán en la adhesión del material resinoso al esmalte la cual es dependiente del grado de infiltración del adhesivo al sustrato.

**Brackett W; Pashley, D (2005)**<sup>42</sup> Realizaron un estudio para comparar la fuerza de adhesión a esmalte y dentina de 7 diferentes adhesivos que comprendían tanto sistemas adhesivos autograbantes, y sistemas de 2 pasos con grabado ácido (Cabrio CQ, PQ1, Single Bond Plus, iBond, Adper Prompt L-Pop, Xeno III, Clearfil SE Bond y G-Bond). Se utilizaron 40 muestras para esmalte y 40 distribuidos en grupos de 5 especímenes para cada adhesivo, posteriormente se prepararon cortes diferenciados para el estudio independiente de ambos sustratos y sometidos a un test de resistencia a la microtensión. En relación al esmalte dental los resultados indicaron que los sistemas adhesivos de 2 pasos demostraron una resistencia a la microtensión significativamente

mayor (Cabrio CQ = 57.6 MPa, Single Bond = 56.7 MPa, PQ1 = 55.2 MPa) en relación a los adhesivos autograbantes (Xeno III 38.4 MPa, Prompt L- Pop = 37.2 MPa, iBond 34.9 MPa, G-Bond = 26.2 MPa) a excepción del sistema Clearfil SE que presentó valores de adhesión al esmalte similares a los sistemas de 2 pasos (Clearfil SE 57.2 MPa)

**Erdrich A; Hoffman M; Kastrati A; Grundler A; Pitel M (2005)**<sup>43</sup> Llevaron a cabo un estudio para determinar la fuerza de adhesión de 5 sistemas autograbantes “todo en uno” al esmalte y la dentina, para ello utilizaron el sistema iBond y cuatro sistemas adhesivos modificados en relación a acidez, concentración de químicos, flexibilidad de la capa formadora de monómeros y en el tipo de componente del monómero surfactante. Se utilizaron 200 muestras de cada sustrato en total. En relación al esmalte dental se determinó una fuerza de adhesión promedio de 28.2 MPa y un valor de adhesión máximo de 43.3 MPa para uno de sus sistemas modificados.

**Souza-Zaroni W; Seixas L; Ciccone-Nogueira J; Chimello D; Palma-Dibb R. (2007)**<sup>48</sup> Compararon la fuerza de adhesión de 4 diferentes sistemas adhesivos al esmalte y dentina, estos sistemas incluían 2 sistemas de grabado ácido total (Single Bond, All Bond 2), y 2 sistemas adhesivos autograbantes (Prime&Bond NT/NRC, Clearfil Liner Bond 2V). Se utilizaron 40 piezas molares seccionadas por la mitad en sentido ocluso distal las cuales fueron repartidas equitativamente y de manera aleatoria entre los cuatro grupos, los adhesivos fueron colocados de acuerdo a las indicaciones del fabricante. Los niveles de adhesión a esmalte en orden decreciente fueron: Single Bond ( $20.06 \pm 6.11$ ), Clearfil Liner Bond 2V ( $2.27$ ), All Bond 2 ( $18.20 \pm 3.94$ ) Prime & Bond NT/NRC ( $18.13 \pm 2.96$ ), siendo estos valores mayores a los obtenidos en dentina, no se encontraron diferencias significativas respecto a la fuerza de adhesión a esmalte entre los 4 adhesivos utilizados, tampoco se encontraron diferencias entre las

uniones adhesivas al esmalte acondicionadas con ácido ortofosfórico y con el primer autograbante, sin embargo se señala que se ha reportado que existen grandes diferencias entre el esmalte tratado con ácido ortofosfórico versus los sistemas adhesivos autograbantes.

**Fouad Talic Y. (2003)**<sup>53</sup> Comparó las fuerzas de adhesión inmediatas y tras 24 horas de dos sistemas adhesivos a 3 sustratos dentales, estos sustratos fueron: esmalte sin desgastar, esmalte desgastado y dentina desgastada. Se emplearon 2 sistemas adhesivos, 1 de grabado total (Optibond Solo plus) y uno autograbante de 2 pasos (Clearfil SE Bond) ambos aplicados según las indicaciones del fabricante. Los especímenes fueron preparados, posteriormente se les aplicó el sistema adhesivo y una resina (XRV Herculite) y sometidos a test de microtensión de acuerdo a los tiempos anteriormente señalados. En relación al esmalte sin desgastar encontró valores inmediatos promedio de 25.7 MPa y en relación al esmalte desgastado valores de 25.6 MPa para Clearfil SE Bond, mientras que para Optibond Solo plus halló valores de 24.9 MPa y 24.6 MPa para esmalte sin desgastar y desgastado respectivamente. En 24 horas los resultados promedio en esmalte sin preparar de Clearfil SE Bond aumentaron hasta 42.5 MPa, mientras que para Optibond Solo plus se incrementó hasta los 44.2 MPa. En relación al esmalte desgastado también se observaron diferencias altamente significativas luego de 24 horas, Clearfil SE Bond aumentó hasta 42.5 MPa y Optibond Solo plus hasta 45.9 MPa. Finalmente concluyó que no existen diferencias significativas entre los valores de ambos sistemas adhesivos medidos inmediatamente o medidos luego de 24 horas. Se encontró un aumento significativo en las fuerzas de adhesión de ambos sistemas luego de 24 horas.

**Pilecki P; Stone D; Sherriff M; Watson T. (2005)**<sup>54</sup> Efectuaron un estudio para evaluar la fuerza de adhesión al esmalte de 2 sistemas adhesivos de grabado total



(Single Bond y Prime & Bond NT) y uno autograbante (Prompt L-Pop), la fuerza de adhesión fue examinada mediante combinaciones de los sistemas con diferentes materiales restauradores y relacionada mediante una observación microscópica detallada de las características interfaciales de la de la interfaz esmalte-restauración. Los resultados indicaron que el adhesivo Prompt L-Pop se comportó de manera comparable a los 2 sistemas de grabado total alcanzando valores máximos en el rango de los 53 – 60 MPa, concluyendo que se pueden obtener resultados adhesivos similares con ambos tipos de sistema.

**Torii Y; Itou K; Hikasa R; Iwata S; Nishitani Y. (2002)**<sup>55</sup> Estudiaron el efecto de 3 diferentes tipos de adhesivos sobre el esmalte dental en dientes de bovino a fin de evaluar si el grabado ácido de los sistemas tradicionales influye en la fuerza de adhesión. Se utilizaron los sistemas Scotchbond Multipurpose, como sistema convencional; Single Bond como sistema de 2 pasos y Clearfil SE Bond y Unifill Bond como sistema adhesivos autograbantes. Se observó que el sistema convencional obtuvo una fuerza adhesiva promedio de 15.3 MPa, para Single Bond se obtuvo un valor medio de 13.7 MPa, en cuanto a Clearfil SE Bond y Unifill Bond se encontraron valores de 14.3 MPa y 11.6 MPa respectivamente. No se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los 4 productos, sin embargo se puede afirmar que el sistema ScotchBond Multipurpose produjo la adhesión más estable al conseguir el valor más alto entre valores de adhesión mínimos y la diferencia entre el valor adhesivo mayor y menor fue la más corta. Concluyeron que el sistema tradicional es el más efectivo en cuanto a unión al esmalte, sin embargo se resalta que los sistemas autograbantes pese a su reducida penetración presentaron valores similares a los otros 2 tipos de adhesivos.

**Hashimoto M; Ohno H; Yoshida E; Hori M; Sano H; Kaga M; Oguchi H.(2003)**<sup>57</sup>

Efectuaron un estudio para comparar las uniones adhesivas resina-esmalte hechas con dos sistemas adhesivos autograbantes de dos pasos (Clearfil Liner Bond 2V y Clearfil SE Bond) con un sistema adhesivo de grabado ácido total (One Step) mediante test de microtensión. Se utilizaron 6 piezas dentarias las cuales fueron almacenadas en agua destilada y utilizadas antes del primer mes de ser extraídas. Los resultados indicaron que la fuerza de adhesión obtenida por el sistema control fue de  $46.2 \pm 12.7$  MPa lo que fue significativamente mayor que el valor de  $30.4 \pm 6.2$  alcanzado por Clearfil Liner Bond 2V pero no significativamente diferente de los  $39.8 \pm 11.9$  MPa alcanzados por el sistema autograbante Clearfil SE Bond. Al ser comparados los dos sistemas adhesivos autograbadores encontraron que existió diferencia estadísticamente significativa a favor del sistema Clearfil SE Bond. Concluyeron que no existen diferencias entre las fuerzas adhesivas mostradas por los sistemas autograbantes y el sistema de grabado total.

**Salazar P. (2008)**<sup>73</sup> Realizó un estudio para comparar los efectos que producían dos desinfectantes cavitarios, clorhexidina 2% e hipoclorito de sodio al 2.5% sobre la fuerza de adhesión microtensional de un sistema adhesivo al esmalte de bovinos. Se utilizaron 12 especímenes, divididos en tres grupos, dos de ellos tratados con los desinfectantes y un grupo control seguidamente se realizó el acondicionamiento ácido del diente y se colocó el sistema adhesivo, finalmente se instaló resina compuesta. Los resultados indicaron diferencias significativas en relación a los valores control con los valores de las piezas tratadas con desinfectante, siendo estas menores que la primera.

**Nima G. (2006)**<sup>74</sup> Comparó la fuerza de adhesión de cinco sistemas adhesivos y un cemento autograbador – autoadhesivo mediante microtensión en la dentina del canal radicular en su tercio cervical y medio y la dentina coronal superficial. Los resultados

indicaron que la fuerza de adhesión del canal radicular es igual o superior a la dentina coronal superficial, registrando la dentina cervical, los valores más bajos de adhesión.

## **2.2 BASES TEORICAS**

### **i. Adhesión**

Se define adhesión como el mecanismo que mantiene unidos dos sustratos (iguales o diferentes)<sup>1-4</sup>, sin que se separen. El primero en desarrollar el concepto de adhesión fue Buonocore en 1955, por lo cual es considerado el padre de la odontología adhesiva, la adhesión dentaria es hoy en día uno de los conceptos más importantes y estudiados.<sup>2,4,5</sup>

El fenómeno de adhesión comprende la remoción de minerales y la infiltración de monómeros resinosos, con la finalidad de crear una traba mecánica entre el adhesivo y la estructura dental, sellar los túbulos dentinales y así mantener la homeostasis del medio interno del complejo dentino – pulpar.<sup>2-7</sup>.

La adhesión se consigue por dos mecanismos; uno químico. mediante la atracción interatómica, por medio de enlaces iónicos, covalentes y secundarios (Fuerzas de Van Der Waals, fuerzas polares, puentes de hidrógeno, quelación y fuerzas de dispersión)<sup>2</sup>; y uno físico, conocido también como sistema de traba mecánica, se logra a través de los efectos geométricos y estructurales entre los sustratos adherentes<sup>8</sup>.

### **1 .Parámetros que afectan la adhesión al tejido dentario**

La calidad, resistencia y durabilidad de la adhesión depende de varios factores. Esta puede ser modificada por diversos factores tales como las propiedades fisicoquímicas del adherente y del adhesivo, las propiedades estructurales del adherente, el cual es heterogéneo, la presencia de contaminantes en la superficie de la preparación cavitaria, el desarrollo de fuerzas externas que impiden el proceso de adhesión por sus mecanismos de compensación, y el mecanismo de transmisión de cargas a través de la

superficie adherida<sup>13</sup>. Las condiciones de medio oral, el cual esta sometido tanto a humedad como a fuerzas físicas, cambios constantes en la temperatura y pH, componentes de las dieta, y los hábitos masticatorios, influyen de manera considerable las interacciones adhesivas entre materiales y tejidos dentinarios<sup>13</sup>.

El grabado ácido del esmalte ha sido considerado un estándar dorado para unir materiales basados en resina a la estructura dental, ya que debido a las características de este sustrato este procedimiento asegura niveles de adhesión muy confiables. Por el contrario la unión a dentina utilizando este método aún provoca dudas a los investigadores debido a la diversidad de resultados de los estudios. Esto se da por las diversas condiciones que presenta este tejido como su compleja histología, el tratamiento químico recibido, la distancia a la pulpa, el sistema adhesivo empleado y la edad del paciente<sup>13</sup>.

#### **A. Cambios en la estructura del esmalte**

El esmalte es un tejido avascular, aneuronal y acelular, de alta mineralización y dureza extrema, que reacciona ante un estímulo nocivo o injuria química, física o biológica con pérdida de sustancia estructural, cuya magnitud esta relacionada directamente con la intensidad del agente causal. Estas propiedades determinan que el esmalte no pueda regenerarse, aunque si es capaz de remineralizarse<sup>2</sup>.

Cuando se aplica una solución ácida, sobre la superficie del esmalte, ésta es capaz de desmineralizar y disolver la matriz inorgánica de los prismas del esmalte (Unidad estructural del esmalte), creando poros, surcos y/o grietas micrométricas; además, la sustancia ácida aplicada limpia la superficie y aumenta la energía superficial, facilitando que los microretenciones o surcos generados puedan ser mojados y

penetrados por una resina de enlace (Tags de resina), la cual quedará retenida físico – mecánicamente en el interior de los mismos<sup>2,7-9</sup>.

## **B. Barro Dentinario**

El barro dentinario se define como cualquier resto producido por un tallado o preparación cavitaria de la dentina. Presenta como característica el ser poroso y el ser atravesado por canales submicrónicos que permiten el paso del fluido dentinario por ellos<sup>11</sup>. Contiene hidroxiapatita pulverizada y colágeno alterado, mezclado con saliva, bacterias y otros desechos de la superficie abrasionada<sup>11-13,19</sup>.

Se adhiere fuertemente a la dentina por lo que no es posible removerla con aire o agua, por lo que reduce la permeabilidad de los túbulos dentinarios. Para lograr disolverla se hace uso de un ácido grabador, los sistemas más recientes no la destruyen completamente, por el contrario, la incorporan a la capa híbrida para de esta manera aumentar la capacidad adhesiva.<sup>13,19</sup>

## **C. Humectación del adhesivo**

La interfase ideal entre el material restaurador y el tejido dentinario podría ser una que simule la unión natural del esmalte con la dentina en el límite amelo-dentinario<sup>13</sup>. El contacto molecular íntimo entre las dos partes es un prerrequisito para desarrollar fuertes uniones adhesivas, esto significa que el sistema adhesivo debe humectar suficientemente a la superficie sólida, tener una viscosidad que sea lo suficientemente baja para penetrar las microporosidades y ser capaz de desplazar al agua y al aire durante la adhesión. Una humectación con un ángulo de 15° es satisfactoria para obtener una buena adhesión.<sup>13,14,51</sup>

Los acondicionadores de los sistemas actuales contienen monómeros hidrofílicos, para mejorar la humectación de las resinas adhesivas hidrofóbicas, sus solventes (alcohol o acetona) aseguran una adecuada remoción de aire y líquido mediante evaporación rápida<sup>13</sup>.

Si un monómero adhesivo tiene polaridad y solubilidad similar a la de un polímero, el monómero puede actuar como un solvente e infiltrarlo. Si ambos parámetros son suficientemente diferentes el monómero y el polímero son inmiscibles<sup>13</sup>. Aplicando esto a la tecnología adhesiva dental, la fase de colágeno de la dentina es un polímero, por lo tanto el acondicionador y la resina adhesiva contienen monómeros de los cuales se espera que penetren en la capa de colágeno expuesta para formar un enlace micromecánico<sup>13</sup>.

#### **D. Contracción de la polimerización de las resinas restauradoras**

Desde el punto de vista físico – químico, una vez aplicada la luz visible sobre los materiales restauradores fotoactivados, ocurre un mecanismo de conversión polimérica, es decir, los monómeros mediante una serie de reacciones químicas se unen y se transforman en moléculas de mayor tamaño, lo que se traduce en una reorganización atómica; debido a las diferencias volumétricas físicas y químicas entre los componentes iniciales y el producto final, se produce el stress y contracción de polimerización, lo que resulta en una contracción de volumen del material restaurador.<sup>13,15</sup>

La tensión generada durante el proceso de polimerización afecta la zona de interfase diente - material restaurador, siendo capaz de provocar desadaptaciones microscópicas microcracks o fallos de la unión, las cuales clínicamente se manifiestan a manera de líneas blancas sobre la interfaz material-diente<sup>16</sup>.

La magnitud del stress de polimerización y la contracción total de la restauración, depende directamente del módulo de elasticidad, capacidad de fluir y de deformación del composite, del uso de bases o liners, (resinas fluídas, vidrio ionomérico o compómeros), del sistema de adhesión dental, método y sistema de fotocurado, entre otros. El ratio o relación entre la matriz orgánica e inorgánica, es otro factor responsable de la magnitud de la contracción de polimerización, así mismo guarda relación directa con las propiedades físicas del material, como la resistencia a la compresión, resistencia a la abrasión y estética.<sup>15,16</sup>

La contracción es una de las mayores desventajas de los materiales restauradores, el estrés de polimerización es uno de los mayores retos que debe soportar la interfaz material-diente. Para lograr una integridad marginal de las restauraciones a largo plazo una técnicamente perfecta adhesión a esmalte y dentina con altos valores adhesivos es indispensable para contrarrestar la contracción y el estrés de polimerización<sup>17</sup>.

La química básica de todos los composites conocidos está centrada en la polimerización de radicales de metacrilatos o acrilatos. De reciente aparición, el sistema Filtek P90, esta basado en la nueva química de apertura de anillos de silorano, compuesto formado a base de los compuestos siloxano y oxirano, presentando un índice de contracción menor al 1% a diferencia de los valores comunes de 1.35 a 7%.<sup>16,17</sup>.

## **E. Compensación para la contracción de la polimerización**

### **1. Flujo**

Durante la polimerización, la deformación plástica o flujo de la resina ocurre y puede ser parcialmente compensada por la fuerza de encogimiento inducida<sup>13</sup>. Esta



deformación plástica irreversible toma lugar durante las primeras etapas de del proceso de polimerización, cuando la fuerza de contracción excede el límite elástico de la resina<sup>13</sup>. A medida que la polimerización avanza, la contracción y el flujo disminuyen debido a que la rigidez aumenta<sup>16</sup>. Las resinas compuestas fotocuradas de polimerización rápida exhiben menor flujo relacionado a la liberación de fuerzas<sup>13</sup>.

Al polimerizar la resina tratará de contraerse, pero al estar adherida a las paredes no podrá hacerlo, entonces buscará expandirse hacia la zona donde no encuentre resistencia, la cual sería la superficie libre de la restauración. Por lo tanto la resina se contraerá hacia las paredes de la restauración, lo que causará que la pared con más bajo valor de adhesión sufra una desadaptación<sup>18</sup>.

El factor C es un concepto que analiza el riesgo de las preparaciones o cavidades de sufrir desadaptación marginal por contracción de polimerización<sup>18</sup>. Se define al factor C como la relación directamente proporcional a la superficie libre de la cavidad e inversamente proporcional a la superficie adherida de material al área dentaria; siendo el estrés de polimerización proporcional al factor C, es decir, al existir mayor superficie de material adherido a la superficie cavitaria durante el proceso de fotocurado mayor será el estrés de polimerización.<sup>16,18</sup> Por lo tanto, índices de factor C iguales a 1 o cercanos a este valor, actuarán reduciendo dicho estrés<sup>16,18</sup>.

## **2. Expansión Higroscópica**

En circunstancias clínicas, la contracción por polimerización puede ser reducida por la absorción de fluido por la resina, produciendo en ella un aumento de volumen, compensando la fuerza elástica residual<sup>22</sup>. La configuración de la cavidad determina la efectividad de este mecanismo de compensación<sup>22</sup>.

### **3. Elasticidad**

La rigidez que presente una resina al terminar la fotopolimerización puede ayudar a compensar el movimiento del material causado por su contracción. Una resina con un adecuado módulo de elasticidad por presencia de altos contenidos de relleno reducirá la contracción de volumen, pero tiene como desventaja poseer una contracción remanente más alta pudiendo afectar esta la interfase dentina-material.<sup>13</sup>

#### **F. Sitio de polimerización inicial**

La contracción en las resinas fotoactivadas se produce hacia las paredes de la restauración y no hacia la fuente de luz<sup>18</sup>. Mientras que las resinas autopolimerizables los hacen desde el centro de la restauración<sup>13</sup>.

#### **G. Coeficiente de expansión térmica y conductividad térmica**

Dado que las resinas presentan un coeficiente de expansión que es cuatro veces mayor que la estructura dentaria, es inevitable la formación de brechas marginales entre el diente y el material.<sup>13,16</sup>

La transferencia de temperaturas de las resinas es mas lenta en comparación a las velocidad de transferencia de calor de las amalgamas dentales<sup>13</sup>.

#### **H. Transmisión de esfuerzos a través de la interfase restauración diente**

Biomecánicamente la unión adhesiva deberá conducir las fuerzas biomecánicas aplicadas hacia el diente remanente. Una verdadera unión transmitirá la fuerza aplicada a la restauración hasta la estructura dentaria remanente fortaleciéndola<sup>13</sup>. El

desplazamiento y la flexión de cúspides puede compensar la fuerza de contracción en restauraciones posteriores de resina compuesta de clase 2, pero la contracción por polimerización puede inducir a la fractura cúspidea<sup>13</sup>. En general, los grandes esfuerzos masticatorios reducen la longevidad de las restauraciones adhesivas<sup>13</sup>.

## **ii. Adhesión a Esmalte**

Profesionales experimentados saben que cuando una restauración de resina es colocada sobre esmalte adecuadamente grabado, sin importar cuanto tiempo haya estado colocada en boca, es casi imposible de remover sin cortarla. La adhesión a esmalte es uno de los logros más importantes de la Odontología en el siglo XX y XI y es considerada la razón principal de los muchos sucesos en procedimientos restauradores.

La adhesión a esmalte es bien conocida y reproducible con relativa facilidad, se explica mediante la creación o establecimiento de una traba mecánica entre el adhesivo y la estructura dental (Macrotags o resin tags), mientras que la adhesión a dentina, es un proceso dinámico, el cual es discutido y objeto de estudio en nuestros días. La heterogeneidad estructural, la presencia de fluido dentinal (humedad relativa), y la baja energía superficial son algunas de las particularidades que hace de este tejido un substrato adherente especial para los diferentes sistemas adhesivos<sup>2</sup>. Se ha descrito también que la orientación de los prismas del esmalte afecta directamente la capacidad adhesiva superior del esmalte en relación a otros sustratos<sup>20</sup>.

La adhesión de las resinas al esmalte grabado se debe básicamente a la formación de los Tags. El grabado ácido remueve casi 10 micrómetros de superficie de esmalte y crea una capa porosa de 5 a 50 micrómetros de profundidad. La superficie irregular es el resultado de la disolución de cristales de hidroxiapatita, luego cuando se es agregado

un material resinoso de baja viscosidad este penetra en las microporosidades y se polimeriza formando una unión micromecánica con el esmalte<sup>22</sup>.

## **1. Clasificación de los adhesivos contemporáneos**

La clasificación más empleada en el medio científico tecnológico se basa en la aparición cronológica del sistema adhesivo en el mercado odontológico, se considera que existen seis o siete generaciones, sin embargo esta clasificación no permite que los sistemas adhesivos sean categorizados con un criterio objetivo y científico<sup>2</sup>. Varios factores caracterizan el cambio en los sistemas adhesivos desde sus inicios hasta hoy tales como el grabado ácido, el acondicionamiento ácido en dentina, el tratamiento del barro dentinario y las propiedades de manejo<sup>23</sup>.

Precisamente este último cambio propició la aparición de otra clasificación ampliamente utilizada, que hace referencia al número de pasos clínicos y constitución física del sistema adhesivo: multicomponentes y monocomponentes.<sup>2,4,23</sup>

También se ha clasificado a los sistemas adhesivos en base a su mecanismo de acción para lograr adhesión al sustrato:

1. Sistemas adhesivos convencionales
2. Sistemas adhesivos autograbadores
3. Vidrios ionoméricos

### **a. Sistemas adhesivos convencionales**

Utilizan la técnica de grabado total como mecanismo acondicionador de la estructura dental. En el esmalte se realiza el acondicionamiento ácido, la eliminación de humedad

y la aplicación del adhesivo, éste gracias a su baja tensión superficial, pequeño ángulo de contacto, capacidad humectante y capilaridad penetra en las grietas micrométricas creadas por el ácido, formando así los macro – microtags de resina.<sup>2,13</sup>

### **A. Sistemas Adhesivos Multicomponentes**

Se denominan sistemas multicomponentes, aquellas presentaciones de adhesivo convencionales que están constituidos por más de un frasco.

En este el primer se encuentra separado del adhesivo, con la finalidad de asegurar la eficiente humectabilidad de las fibras de colágeno que han sido expuestas previamente por el agente acondicionador, transformar el estado hidrofílico de los tejidos en hidrofóbico y facilitar la entrada del adhesivo entre los canales interfibrilares, una vez terminada la imprimación se aplica el adhesivo que deberá rellenar todas las irregularidades creadas por el agente acondicionador y sellar todos los túbulos dentinarios que fueron abiertos previamente por el ácido<sup>2</sup>.

Entre las ventajas de los sistemas adhesivos multicomponentes se destacan:

- Técnica menos sensible: Permite la aplicación por separado del agente acondicionador, primer y el adhesivo<sup>2</sup>.
- Proveen adhesión efectiva a esmalte y dentina (*in vivo / In Vitro*)<sup>2</sup>.
- Proporcionan mayor fuerza de adhesión a esmalte, en comparación con los sistemas monocomponentes y autograbadores<sup>2</sup>.
- Se reconocen como los adhesivos más eficaces<sup>2</sup>.

- Permite la incorporación de nanopartículas que mejoran las propiedades físicas del sistema adhesivo, además, estas micropartículas actúan como un componente de absorción de estrés residual y reforzando la red colágena<sup>2</sup>.

Con respecto a las desventajas:

- Existe mayor riesgo de sobredesmineralizar la dentina<sup>2</sup>.
- Necesidad de mayor tiempo clínico<sup>2</sup>.
- Posibilidad de contaminar la estructura dental, porque se deben llevar a cabo varias fases clínicas<sup>2</sup>.
- Mayor riesgo de sobresecar el tejido dental o que exista exceso de humedad en el substrato adherente<sup>2</sup>.

## **B. Sistemas Adhesivos Monocomponentes**

Son el resultado de la conjugación del primer y el adhesivo por medios físicos y químicos en un solo envase.

Ventajas de los sistemas monocomponentes:

- Reducción del tiempo de trabajo, en comparación con los sistemas multicomponentes, porque se elimina un paso clínico<sup>2</sup>
- Posibilidad de presentación en monodosis: Asegura la composición estable del adhesivo y la evaporación controlada del solvente<sup>2</sup>.
- Ayuda a disminuir las infecciones cruzadas, porque permite realizar una aplicación más higiénica<sup>2</sup>.

- Permite la incorporación de nanopartículas, que actúan mejorando las propiedades físicas del adhesivo, además refuerzan la red colágena y favorecen la disminución de fracturas adhesivas y cohesivas de la capa híbrida<sup>2</sup>.

A pesar que estos sistemas son de alta tecnología, presentan algunas desventajas, entre las más importantes:

- El uso de estos sistemas adhesivos, no necesariamente implica la reducción del tiempo clínico, porque algunas presentaciones comerciales ameritan de la aplicación de varias capas (Prime Bond NT – Dentsply), con la finalidad de obtener una capa adhesiva con un grosor suficiente.<sup>2</sup>
- Existe mayor riesgo de crear una capa de adhesivo muy fina, que no posea la capacidad de absorción de estrés residual o que ocurra una polimerización incompleta debido a la inhibición por oxígeno<sup>2</sup>.

#### **b. Sistemas Adhesivos Autograbadores**

Los sistemas de primers de autograbado utilizan una solución de un polímero ácido que penetra a través del agua que rodea las partículas del barro dentinario. Este último, a su vez, dificulta y restringe el grado de penetración dentro de la dentina subyacente y se ha visto que el medio adhesivo invade más la dentina sobre los túbulos que la zona intertubular. Pese a esta limitante en la introducción del adhesivo, Ferrari (1996), en un estudio in vivo, concluye que estos sistemas son igualmente capaces de formar una capa híbrida, pero de menor grosor, incluyendo la formación de tags de resina laterales en las paredes dentinarias cercanas a la pulpa. Los componentes reactivos de los primers de autograbado son ésteres de alcoholes bivalentes con ácido metacrílico o fosfórico o derivados<sup>1-4,22-24</sup>.

Todos tienen monómeros hidrofílicos ácidos y deben ser capaces de grabar y penetrar esmalte y dentina. Su mecanismo de acción no está completamente estudiado ni esclarecido, pero se ha sugerido que la porción ácida de la molécula y el terminal fosfórico desmineralizarían la hidroxiapatita, mientras que el componente metacrilato permanece disponible para la copolimerización con el agente adhesivo y la resina compuesta. En este proceso no hay necesidad de lavar subproductos de la reacción o residuos del éster de ácido fosfórico, ya que ambos polimerizan en la capa adhesiva. La profundidad de la desmineralización y la penetración del agente de enlace debieran ser idénticas, dado que ambos procesos son simultáneos. Estas propiedades de los monómeros evitan la aparición de espacios vacíos que quedan al aplicar sucesivas capas de productos, con etapas intermedias de lavado y/o secado del esmalte. Lo que se pretende es lograr una capa uniforme, mejorando teóricamente, la calidad de la unión resina-esmalte/dentina<sup>1-4,22-25</sup>.

La primera generación de sistemas autograbadores se utilizaban siguiendo dos pasos clínicos<sup>8</sup>. El primero consistía en la aplicación de una sustancia acondicionadora sobre tejido dental (ácido cítrico, maléico, nítrico), no lavable que después de actuar durante 15 - 30 segundos se inactivaba y el segundo paso clínico consistía en la aplicación propiamente dicha del adhesivo<sup>2,23</sup>.

La segunda generación de adhesivos autograbadores son los denominados “todo en uno”, es decir, el agente acondicionador, el primer y el adhesivo se encuentran mezclados químico y físicamente en un sólo 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.<sup>2,23</sup>



Estos sistemas adhesivos también han sido clasificados de acuerdo a la acidez de los compuestos que los constituyen, en moderados y fuertes (Moderado: pH: +/- 2. Fuerte: Menor o igual a 1), cabe destacar que esta diferencia en el pH influye directamente en la capacidad de desmineralización del sistema adhesivo, es decir, a menor pH mayor será la capacidad de desmineralización del adhesivo.<sup>2,26</sup>

La penetración en el esmalte es muy autolimitada con estos productos, ya que, como el primer no se lava, sino que sólo se seca con aire, altas concentraciones de iones de calcio y fosfato solubilizados, provenientes de los cristales de hidroxiapatita, deben hallarse suspendidos en la solución acuosa del primer y pueden exceder el producto de la constante de solubilidad para un cierto número de sales de fosfato de calcio y, presumiblemente, estos minerales tenderán a precipitar dentro del primer. Esta alta concentración de calcio y fosfato tendería a limitar la disolución de la apatita debido al efecto de los iones comunes, autolimitando también la profundidad de desmineralización de la superficie del esmalte. Por otra parte, es muy posible que la unión de iones calcio a los terminales fosfato en las moléculas del primer contribuya a la inactivación de la parte ácida de la molécula, lo que, sumado a la evaporación del agua durante el secado, la fotopolimerización del primer y la subsecuente aplicación de los agentes adhesivos, restringiría e inhibiría el efecto autograbante de las moléculas del primer. Esta diferencia en la técnica de aplicación, de no lavar la superficie, sino evaporar los solventes (agua, etanol y acetona), en contraste con la técnica convencional con ácido fosfórico, puede derivar en una disminución de la resistencia adhesiva en esmalte y dentina, si no se logra eliminar adecuadamente los solventes, debido al efecto adverso de éstos sobre la polimerización del agente de enlace aplicado luego de la preparación ácida de la superficie dentaria. Se ha demostrado que el grado de desecamiento con aire de la superficie del esmalte tratado, es significativo en la

resistencia a la tracción, que disminuye con tiempos de secado menores. Estas diferencias pueden deberse a que los residuos de los solventes actúan como inhibidores de la polimerización del agente de enlace. Una fuerza de unión adecuada de los materiales adhesivos al esmalte, entonces, depende no sólo de la adecuada penetración del agente adhesivo, sino también de las propiedades mecánicas del mismo; en consecuencia, si el grado de polimerización del agente de enlace influye significativamente en la resistencia a la tracción, un tiempo adecuado de secado-evaporación de los solventes se hace imprescindible para obtener los mejores resultados<sup>1-4,22-25</sup>.

Se ha sugerido que un aspecto opaco uniforme es un indicador de adecuada desmineralización del esmalte. Sin embargo, los primers de autogrado no generan esta apariencia, lo que dificulta valorar adecuadamente la preparación del esmalte. La cuestión es determinar si estos primers, por su acción autolimitada, son capaces de grabar debidamente el esmalte, de manera de obtener una buena retención micromecánica para el agente de enlace. De no ser así, la ventaja de simplificar la técnica puede verse anulada por factores sensibles al procedimiento, que lleven a una reducción de la resistencia a la tracción en el esmalte. Existen diversos estudios que han reportado la capacidad de estos primers para grabar el esmalte. Sin embargo, en esta evaluación es importante tener en cuenta que, para efectuar las fotografías de microscopio electrónico de barrido, el primer se remueve por un lavado intenso con acetona, después del tiempo de aplicación indicado por el fabricante. Es concebible, en consecuencia, que residuos del primer o precipitados de fosfato cálcico permanezcan en la superficie del esmalte, enmascarando el patrón de grabado, por ende, la evaluación morfológica del efecto de grabado en esmalte es limitada. Es importante considerar que el sistema convencional de grabado produce una muy buena resistencia

a la tracción tanto en esmalte intacto como en esmalte fresado, en cambio, con primers de autograbado, la resistencia a la tracción disminuye significativamente en esmalte intacto, ambos sistemas dan una resistencia similar y aceptable en esmalte fresado. También el microscopio electrónico de barrido mostró que el patrón de grabado provocado por los primers de autograbado no era suficientemente profundo como para obtener una buena penetración de la resina adhesiva en el esmalte intacto. Distintas investigaciones evidencian un patrón de grabado muy pobremente definido, sin embargo, los valores de adhesión obtenidos in vitro en esmalte con estos agentes, siguiendo la indicación de los fabricantes, son aceptables clínicamente (18,1 – 25,9 MPa)<sup>1-4,22-25</sup>.

Las ventajas de estos sistemas pueden ser:

- Desmineralización e infiltración de resina simultánea<sup>2</sup>.
- Posibilidad de monodosis: Permite el control de la evaporación del solvente y así mantener la composición estable del adhesivo<sup>2</sup>
- Adecuada interacción monómero – colágeno<sup>2</sup>.
- Efectivo desensibilizador dentinal<sup>2</sup>
- Menor importancia a la humedad dentinal<sup>2</sup>.
- Disminuye el riesgo de las infecciones cruzadas<sup>2</sup>.

Con respecto a las desventajas tenemos:

- Insuficientes estudios (*In Vitro* / *In Vivo*) a largo plazo<sup>2</sup>.

- La fuerza de adhesión que se logra en el esmalte es suficiente, pero es inferior a la que se obtiene con los sistemas adhesivos convencionales<sup>2</sup>

Se ha sugerido realizar un grabado previo de la superficie del esmalte para obtener mejores niveles de adhesión.<sup>2,7,8,26,27</sup>

## **2. Acondicionamiento del esmalte**

En el año 1954 Buonocore sugirió que al usar una solución de ácido fosfórico al 85% se obtenía adhesión de una resina acrílica a esmalte que duraba 1070 horas en desprenderse cuando era mantenida en agua. Este concepto fue introducido a la Odontología adelantándose a su tiempo y sólo diez años después este mecanismo pudo ser descrito. Entonces se desarrollaron los sistemas adhesivos basados en Bis-GMA y las resinas, y la primera aplicación clínica en forma de sellante de fosas y fisuras fue reportada en la literatura<sup>9</sup>.

El tratamiento químico del esmalte mediante grabado ácido mejora la topografía del esmalte, transformándola de una superficie poco reactiva a una superficie que era más susceptible a la adhesión. La desmineralización es selectiva debido a la disposición morfológica de los prismas<sup>20</sup>. La diferencia de angulación de los cristales prismáticos causa que el ácido tenga un mayor potencial de desmineralización en ciertas microrregiones. Luego de la preparación cavitaria y dependiendo en la angulación de los prismas, la desmineralización puede ser mayor al centro del mismo o en la periferia. Estas características son conocidas como patrones de grabado ácido tipo I y II. Esta particularidad es importante para entender los fundamentos de la adhesión pese a que no es clínicamente relevante<sup>9</sup>.

## Tipos de grabado ácido

Tipo I: (es el más común) implica remover preferentemente el centro de los prismas del esmalte; la periferia de los prismas queda relativamente intacta.<sup>51</sup>

Tipo II: corresponde al proceso inverso; en este caso se remueve la periferia, dejando el centro intacto.<sup>51</sup>

Tipo III: incluye regiones en las cuales los prismas son grabados en cualquiera de sus partes obteniendo un desgaste regular de superficie. No supone una buena retención por lo que se debe evita.<sup>51</sup>

El grabado ácido remueve aproximadamente 10 micrómetros de la superficie del esmalte y crea una capa porosa de 5 a 50 micrómetros de profundidad, la energía libre de la superficie es doblada y como resultado, la resina de baja viscosidad fluye al interior de las microporosidades creadas por el acondicionamiento por capilaridad. Por lo tanto, se forman tags de resina dentro de las microporosidades del esmalte acondicionado, proveyendo una adhesión resistente y duradera por microretención con este tejido.<sup>2,9</sup>

### **3. Primers**

Sirven como agentes de promoción de la adhesión existente y contienen monómeros hidrofílicos disueltos en solventes orgánicos como la acetona y el etanol que debido a sus características volátiles, pueden desplazar agua desde la superficie dentinaria y la red de colágeno húmeda, promoviendo la infiltración de monómeros a través de diminutos espacios de la red de colágeno expuesta.<sup>3,13</sup>

El término primer corresponde a aquel elemento formado por moléculas bifuncionales. Posee un polo hidrófilo, el cual presenta afinidad por el sustrato dentario húmedo, y un polo hidrófobo que tiene afinidad por la resina adhesiva hidrófoba la que es afín.<sup>24</sup>

Los primers más efectivos presentan propiedades hidrofílicas que tienen afinidad por el ordenamiento de las fibrillas de colágeno expuestas y propiedades hidrofóbicas para la copolimerización con resinas adhesivas<sup>13,25</sup>. El objetivo de la imprimación es transformar la superficie dentinaria hidrofílica en un estado hidrofóbico y esponjoso que permita que la resina adhesiva se humecte y penetre a la red de colágeno expuesta.<sup>13</sup>

El mecanismo de unión a dentina de los sistemas de primer autograbante, consiste en un adhesivo autograbador, cuya composición presenta un ácido débil, que es el encargado de producir la desmineralización parcial de la dentina permitiendo el contacto de esta con el acondicionador que difunde y formaría la capa de hibridación que es requerida. Esta capa se diferenciaría de la formada por la técnica de grabado total en que a nivel microscópico la formación de Tags de resina es menos pronunciada, las fibras colágenas no serían completamente desmineralizadas, o sea, la hidroxiapatita no sería totalmente eliminada. La hidroxiapatita residual podría constituirse en un receptor adicional de la interacción intermolecular con el grupo carboxílico o fosfato del monómero. Los adhesivos de autoacondicionamiento ofrecen una aplicación más simple que el sistema de grabado total, porque ellos son capaces de acondicionar la superficie del diente y simultáneamente prepararla para la adhesión, disminuyendo los pasos clínicos requeridos para realizar la maniobra.<sup>2,13,23-30</sup>

La remoción del ácido que provoca el grabado dentinario es innecesaria, ya que es de carácter débil y poseería un breve tiempo de acción, lo que evita los problemas críticos que trae el grabado ácido convencional. La dificultad del resultado de la humidificación ideal de la dentina es eliminada y las posibles influencias negativas se reducen drásticamente. En el grabado ácido total el barro dentinario es removido completamente, dejando la capa superficial de la dentina desmineralizada, generando la posibilidad que el monómero de resina difunda dentro de los poros de la dentina alterada. Esto no pasaría con el sistema de autograbado, porque tiene una cierta cantidad de monómeros de resina que interactúan simultáneamente con el tejido dentinario. Clínicamente, esto explicaría la reducción de la sensibilidad postoperatoria. Existe una gran diversidad de adhesivos de autograbado en el mercado<sup>32</sup>, pero no muchos saben de su capacidad de grabar el tejido dentario. Así, algunos de estos sistemas pueden ofrecer resultados completamente distintos cuando se aplican sobre el tejido duro dentario (esmalte y dentina) por las diferentes composiciones de estos dos substratos<sup>51</sup>.

#### **4. Resina Adhesiva**

Las resinas adhesivas han evolucionado poco luego de cuarenta años, Los sistemas más comúnmente usados son los basados en Bisfenol A Metacrilato de Glicidilo (Bis-GMA) o el Dimetacrilato de Uretano (UDMA) que son elementos reguladores de la viscosidad y en HEMA que actúa como agente humectante.

A nivel del esmalte la resina realiza una micro retención al penetrar las microporosidades previamente efectuadas durante el grabado ácido. En la dentina la aplicación de la resina adhesiva produce impregnación de la malla de colágeno que ha sido expuesta luego del grabado ácido, este mecanismo produce la hibridación, la cual

se define como una zona de interdifusión entre la resina y la dentina de un promedio de 4 a 11 micrómetros de espesor. Se ha descrito como la capa híbrida ideal a aquella que contiene un 70% de material resinoso y un 30% de material orgánico o colágeno.

La resina adhesiva actúa amortizando las tensiones mecánicas, lo que contribuye a la absorción de las tensiones inherentes a la contracción de polimerización. Para que la capa de resina produzca una unión y transmisión de fuerzas efectiva el espesor debe ser de aproximadamente 100 micrómetros, hecho por el cual se recomienda la disolución del solvente mediante chorro de aire.

### **Resina compuesta Z350 (3M ESPE)**

El Restaurador Universal Filtek™ Z350 de 3M ESPE es una nanoresina restauradora activada por luz visible; el relleno contiene una combinación de relleno de nanosílice no aglomerado/no agregado de 20 nm y un *nanocluster* de zirconio/sílice de unión holgada constituido por aglomerados de partículas primarias de zirconio/sílice de 5-20 nm. El tamaño de partícula del agregado oscila dentro de un rango de 0.6 a 1.4 micras. La carga de relleno es de 78.5% por peso. Todos los tonos son radiopacos. Esta indicado en restauraciones directas en anteriores y posteriores, reconstrucción de cúspides, reconstrucción de muñones, restauraciones anteriores y posteriores indirectas incluyendo inlays, onlays y carillas.

### **Resina Compuesta Filtek P90 (3M ESPE)**

El restaurador Filtek™ P90 de 3M ESPE es un sistema restaurador de baja contracción para zonas posteriores, esta formado por una nueva molécula en forma de anillo llamada Silorane, compuesta a partir de una cadena de siloxano, utilizada ampliamente por su hidrofobicidad y un anillo de oxirano que presenta una baja contracción de



polimerización y una buena estabilidad frente a fuerzas físicas y fisicoquímicas; a diferencia de los metacrilatos convencionales usados en las otras resinas, es por estas características que presenta un porcentaje de contracción menos del 1%, lo cual contribuye además a reducir considerablemente el stress de polimerización reduciendo los riesgos de sensibilidad postoperatoria, cracks del esmalte y flexión de cúspides. Esta indicado sólo para restauraciones posteriores de clase I y II.

## **5. Estrategias de adhesión**

Actualmente se emplean tres estrategias de adhesión. La primera modifica la capa de desecho y la incorpora a la adhesión, se basa en el concepto que la capa de desecho proporciona una barrera natural de protección a la pulpa, protegiéndola contra la invasión bacteriana y limitando el flujo externo de fluido pulpar que puede deteriorar la eficiencia de la adhesión.<sup>13,19</sup>

La segunda estrategia elimina por completo la capa de desecho utilizando la técnica de grabado total, esta estrategia combina la hibridización y la formación de las proyecciones de resina<sup>2,9,13,39,46</sup> Esta técnica tiene la ventaja de controlar mejorar la microfiltración y lograr un aumento de las microretenciones, principalmente donde no existe esmalte en los márgenes de la restauración.

La tercera estrategia es una mezcla de las dos anteriores, disuelve la capa de desecho y simultáneamente desmineraliza superficialmente la dentina, mediante el uso de imprimadores ligeramente ácidos o imprimadores autograbadores que desmineralizan parcialmente la capa de desecho y la superficie dentinaria subyacente sin desobstruir los túbulos.<sup>2,11,12,13,19,25-34</sup>

## **a. Hibridización**

La remoción de la capa de detritus dentinaria por la acción de agentes ácidos como acondicionadores de la dentina y la consecuente preparación de las fibras de colágeno de la dentina con productos que contienen monómeros hidrofílicos (primers), son dos pasos necesarios y muy importantes para poder generar las condiciones necesarias para establecer la creación de la capa híbrida. La dentina es muy sensible a la técnica que genera estos dos pasos. La dentina puede ser debilitada cuando ocurre una excesiva desmineralización, ya sea porque la concentración de los ácidos sea muy alta o por un excesivo tiempo del ácido en contacto con la dentina.<sup>19,65,66</sup>

La función primordial del ácido es generar la exposición de la colágena de la dentina por remoción de la hidroxiapatita. La profundidad de la descalcificación, depende mucho del tipo, concentración y el tiempo de aplicación del agente acondicionador.

Cuando se aplican ácidos muy fuertes por mucho tiempo, no solo se remueve la capa de detritus y los tapones de detritus de la dentina o se modifica la dentina peritubular, sino que se produce una excesiva desmineralización de la dentina intertubular en zonas más profundas de las deseadas.<sup>65,66</sup>

Una mayor concentración de ácido, o una exposición por más tiempo del ácido sobre la superficie de la dentina, no se traduce en mayor infiltración o mejor adhesión.<sup>65,66</sup>

Existen dos formas distintas en las que se puede definir la descalcificación que producen los acondicionadores del sustrato dentinario:<sup>65,66</sup>

- Modo I: Ocurre cuando la descalcificación de la dentina peritubular se limita a la apertura del túbulo, causando un ligero ensanchamiento de su dimensión original.

- Modo II: Se presenta cuando la dentina peritubular y la dentina intertubular, son desmineralizadas desde adentro de la apertura de los túbulos dentinarios.

Morfológicamente la capa híbrida se divide en tres zonas<sup>2,13</sup>

- Cuerpo principal: Es el área más extensa y superficial, esta limitada periféricamente por el tejido dental.
- Zona tubular o de penetración transdental: Es el tag de resina propiamente dicho, éste puede medir entre 3 a 11 micras. Se reconoce como la unidad morfofuncional de la capa híbrida, porque es la zona de la cual depende principalmente la retención micromecánica del adhesivo, además es la encargada de sellar los túbulos dentinales e impedir la posterior contaminación del substrato dental; por lo tanto, esta zona guarda relación directa con el complejo dentino – pulpar.
- Zona tubular – lateral o de penetración intradental: Se refiere a los microtags de resina que se forman lateralmente a los tags principales, son pequeñas ramificaciones de las interdigitaciones de resina de mayor diámetro. La zona de penetración intradental es una microversión de la capa híbrida

#### **b. Formación de proyecciones de resina**

Las proyecciones de resina o “tags” son cordones que penetran en los canalículos dentinarios permitiendo una adhesión mecánica, existiendo una correlación directa entre el tag y la fuerza de adhesión<sup>22</sup>. Dependiendo del tipo de resina y adhesivo utilizado, puede haber, además, penetración a nivel de los canales laterales; por lo tanto su formación se relaciona con el tipo de material utilizado, la forma de aplicación y el tipo de acondicionamiento ácido aplicado.

### iii. Histología del esmalte

#### A. Prismas o bastones del esmalte

El número de estos prismas va de los 5 millones en los incisivos inferiores laterales hasta los 12 millones en los primeros molares, están fuertemente yuxtapuestos tienen 4  $\mu\text{m}$  de diámetro y algunos miden 8  $\mu\text{m}$ . Cada prisma se extiende a lo largo de todo el grosor del esmalte, con orientación oblicua y trayectoria ondulada. Los prismas de las cúspides son más largos. Tienen apariencia cristalina permitiendo que la luz pase a través de ellos. Los pequeños intersticios entre prismas adyacentes están ocupados por cristales de hidroxiapatita que está dispuesto casi paralelamente al eje longitudinal del prisma y se desvía unos  $65^\circ$  de este eje hasta encontrarse dentro de las “colas” de los prismas. Estos cristales son irregulares y de espesor promedio de 30 nanómetros y un ancho de 90 nanómetros.<sup>67,68</sup>

#### B. Esmalte interprismático

Su densidad de cristales es similar a la de los prismas, pero se disponen orientados en distinto eje ( $40^\circ$ - $60^\circ$ ).<sup>67,68</sup>

#### C. Estrías transversales

Cada prisma está compuesto por segmentos separados por líneas oscuras que le dan aspecto estriado. Estas estrías son más pronunciadas en esmalte insuficientemente calcificado. Al llegar a la superficie del esmalte, originan ligeras depresiones de la superficie del esmalte; entre una depresión y la siguiente el esmalte sobresale ligeramente formando los periquematíes, muy visibles en la zona cervical de los dientes jóvenes. Hay una periquematía especialmente marcada que representa el momento del nacimiento del individuo.<sup>67,68</sup>

#### D. Dirección de los prismas

Los prismas están orientados en ángulo recto hacia la superficie de la dentina. En las partes cervical y central de la corona de un diente deciduo son horizontales. Los prismas cerca del borde incisal cambian gradualmente hacia una dirección cada vez más oblicua hasta que en la región del borde son casi verticales. En los dientes permanentes los prismas es similar en los dos tercios oclusales de la corona, aunque en la región cervical los prismas se desvían de la horizontal a una dirección apical. Los prismas rara vez son rectos, estos mayormente siguen una trayectoria ondulada desde la dentina hasta la superficie del esmalte. Las desviaciones más significativas de una trayectoria radial recta pueden describirse de la manera siguiente:<sup>67,68</sup>

Si dividimos la parte media de la corona en delgados discos horizontales, los prismas de discos adyacentes se curvan en direcciones opuestas.<sup>67,68</sup>

Si se cortan los discos en un plano oblicuo especialmente cerca de la dentina en la región de las cúspides, la disposición de los prismas es aún más compleja: los fascículos de los prismas parecen entrelazarse de manera más irregular. Este detalle óptico es conocido como “esmalte nudoso”<sup>67,68</sup>.

#### E. Bandas de Hunter-Schreger

El cambio regular en la dirección de los prismas puede considerarse a una adaptación funcional que reduce el riesgo de segmentación en dirección axial por influencia de las fuerzas masticatorias oclusales. El cambio en la dirección de los prismas ocasiona la aparición de las bandas de Hunter-Schreger. Estas son bandas oscuras y claras de diferentes anchos que se observan con más precisión en un corte longitudinal por desgaste bajo luz oblicua reflejada. Estas bandas se originan en el borde

amelodentinario o se dirigen hacia fuera, terminando a cierta distancia de la superficie externa del esmalte.<sup>67,68</sup>

#### F. Líneas incrementadas de Retzius

Estas líneas aparecen en forma de bandas parduscas en los cortes por desgaste de esmalte. Demuestran la forma como desarrolla el esmalte, esto es la sucesiva aposición de capas de tejido durante la formación de la corona. En cortes longitudinales rodean la punta de la dentina. En las porciones cervicales de la corona tienen un recorrido oblicuo. Desde la unión amelodentinaria hacia la superficie se desvían en sentido oclusal. En cortes transversales de un diente las líneas incrementales de Retzius se ven como círculos concéntricos. Estas pueden ser comparadas con los anillos de crecimiento de un árbol. Se les denomina “líneas incrementadas” ya que éstas reflejan variaciones en estructura y mineralización que se produce durante el crecimiento del esmalte.<sup>67,68</sup>

#### G. Estructuras Superficiales

Capa menos estructurada de 30  $\mu\text{m}$  de espesor, que ha sido descrita en el 70% de los dientes permanentes y en todos los dientes deciduos. Se encuentra con menos frecuencia sobre los extremos de las cúspides y más comúnmente hacia las áreas cervicales de la superficie del esmalte. Es algo más mineralizada que el resto del esmalte que se encuentra por debajo de ella. Se han observado otros detalles microscópicos en las superficies externas del esmalte de dientes recién erupcionados, tales como periquimatas, extremos de los prismas y fisuras o laminillas.<sup>67,68</sup>

## H. Cutícula del esmalte

Es una delicada membrana denominada “membrana de Nasmyth” en mérito a su primer investigador, o cutícula primaria del esmalte, esta cubre toda la superficie de la corona del diente recién erupcionado, pero luego se pierde con la masticación. Los estudios con microscopía electrónica indican que esta membrana es una lámina basal típica que se encuentra por debajo de la mayoría de los epitelios. Esta lámina basal es secretada por los ameloblastos cuando se completa la formación del esmalte. Esta lámina está cubierta normalmente por una película que parece ser un precipitado de proteínas salivales, ésta vuelve a formarse a las pocas horas de haber limpiado mecánicamente la superficie del esmalte, y después de uno o dos días de ya haberse formado es colonizada por microorganismos para formar una placa bacteriana<sup>67,68</sup>.

## I. Laminillas de esmalte

Son estructuras delgadas parecidas a hojas que se extienden desde la superficie del esmalte hacia la unión amelodentinaria. Están compuestas por material orgánico, pero con poco contenido mineral. Pueden confundirse con fisuras en cortes por desgaste. Las laminillas pueden desarrollarse en los planos de tensión. Éstas se diferencian en tres tipos de fisuras o laminillas.<sup>67,68</sup>

Tipo A, formadas por segmentos de prismas poco calcificados.

Tipo B, formadas por células degeneradas.

Tipo C, originadas en dientes erupcionados donde las rajaduras han sido ocupadas por material orgánico, presuntamente proveniente de la saliva. Si las células del órgano del esmalte llenan una fisura en el esmalte, las que se alojan en la profundidad degeneran, en tanto que las que se encuentran próximas a la superficie pueden conservar su

vitalidad durante un tiempo y producir una cutícula cornificada en la hendidura. Las laminillas se extienden en dirección longitudinal y radial del diente, desde la cúspide de la corona hasta la región cervical. Esta disposición explica por qué se las puede observar mejor en cortes horizontales. Se ha sugerido que las laminillas del esmalte podrían ser el sitio menos resistente de un diente y constituir la vía de entrada de las bacterias que ocasionan la caries.<sup>67,68</sup>

#### J. Penachos del esmalte

Los penachos del esmalte del esmalte se originan en la unión amelodentinaria y recorren al esmalte desde un quinto a una tercera parte de su espesor. Los penachos están constituidos por prismas del esmalte hipocalcificados y sustancia interprismática. Al igual que las laminillas, se extienden en el sentido del eje longitudinal de la corona. Por tanto se observan abundantemente en cortes horizontales y raras veces en los longitudinales; su presencia y su desarrollo son consecuencia de condiciones de espacio en el esmalte o una adaptación a ellos.<sup>67,68</sup>

#### **iv. Dientes de bovino como sustrato alternativo a los dientes humanos.**

Recientemente se ha propuesto utilizar los dientes de bovino en reemplazo de dientes humanos para investigaciones en el campo odontológico. Dadas las tendencias actuales, obtener piezas dentarias resulta muy complicado si es que no se cuenta con el respaldo de una institución donde se realicen procedimientos de exodoncia de manera regular; en caso de no estar relacionado a una de estas instituciones, los procedimientos de investigación se convierten en procesos complicados de llevar a cabo o en su defecto dilatado por el hecho de la recolección de muestras.<sup>69,70</sup>



Las investigaciones dentarias se realizan generalmente en terceras molares o premolares extraídas con fines ortodónticos, por lo que los estudios en piezas anteriores son muy escasos. La razón del estudio en dientes incisivos de bovino es la dificultad de conseguirlos en humanos, debido a su largo tiempo de permanencia en boca y el criterio odontológico que refiere como un acto antiético la extracción de estos dientes, lo que conlleva a la falta de accesibilidad a incisivos humanos frescos y adecuados para las pruebas necesarias a las que deben ser sometidos al probar los materiales dentales.<sup>69,70</sup>

Los dientes de bovino presentan algunas características particulares como son la composición histológica y la forma anatómica haciéndolos sustitutos ideales de las piezas humanas.<sup>69,70</sup>

### **Descripción Macroscópica**

Radiográficamente el esmalte bovino es más radiopaco que el resto de tejidos, debido a la mayor cantidad de componentes inorgánicos; seguido a éste, el hueso es el segundo tejido más radiopaco, pero con una gran irregularidad en su conformación estructural o también conocida como hueso esponjoso y su porción más regular como hueso cortical<sup>69</sup>. La imagen radiolúcida de menor intensidad observada es la dentina, seguidos a ésta se encuentra el cemento, la pulpa, el espacio de ligamento periodontal y la sutura media mandibular.<sup>69,70</sup>

Macroscópicamente presentan similitud a las estructuras de las piezas dentarias humanas, las coronas de los dientes incisivos de bovinos tienen forma trapezoidal con mayor longitud aproximada meso-distal de 14 mm en el tercio incisal, de 12 mm en el tercio medio y de 10 mm en el tercio cervical, la altura cervico-incisal es de

aproximadamente 21 mm y su grosor vestíbulo lingual de 8.5 mm en su parte más ancha. La cámara pulpar es ligeramente más grande en los dientes de bovino.<sup>69</sup>

La raíz de los dientes incisivos de bovino, en su mayoría, se observa de forma cónica, con una leve dilaceración hacia mesial, en esta porción el diente se observa de un color más oscuro que el coronal. La longitud aproximada de esta parte del diente bovino es de 26,5 mm de cervical al ápice, una distancia meso-distal aproximada, en el tercio coronal de 9 mm, en el tercio medio de 6,5 mm y en el tercio apical de 4 mm, y un grosor vestíbulo-lingual de aproximadamente 7 mm en su parte más ancha.<sup>69,70</sup>

En relación a su composición presentan esmalte al igual que los humanos, siendo una sustancia vidriosa, blanca y forma una capa muy dura sobre la corona terminando a la altura del cuello. El esmalte de la cara vestibular es poco espeso.<sup>70</sup>

La dentina se presenta dura y ligeramente amarillenta, da forma a todo el diente y presenta una cavidad interna ocupada por la pulpa dentaria.<sup>70</sup>

El cemento que recubre la raíz es menos duro que la dentina posee una estructura semejante al hueso. En el bovino se puede encontrar cemento sobre la corona.<sup>70</sup>

La pulpa dentaria se encuentra contenida en la cavidad del diente y la llena por completo, es esta se alojan vasos sanguíneos, linfáticos y nervios. A nivel histológico se identifican una zona odontoblástica, una zona poco celular, la zona celular y la zona central de la pulpa.<sup>70</sup>

### **Descripción Microscópica**

La unidad básica del esmalte para bovinos es la varilla o prisma, la que a su vez es determinada por las interrelaciones en las direcciones de los cristales. Las

características estructurales más destacables en el esmalte bovino son: las estrías de Retzius, las estrías transversales y las bandas de Hunter-Schreger.<sup>69,70</sup>

La dentina de bovino está formada principalmente por los túbulos dentinarios, los cuales atraviesan todo su espesor siguiendo un trayecto en S levemente acentuada, desde la unión amelo-dentinaria hasta la pulpa. A nivel de tercio cervical, raíz y borde incisal adopta una disposición casi rectilínea en su totalidad y la disposición de los túbulos dentinales en dentición bovina, observados en corte transversal, muestran una irregularidad en su orden. En la dentina de bovino se reconocieron tres tipos de dentina compuestos principalmente por colágeno tipo I: la dentina primaria y junto a ésta la predentina, la dentina secundaria y la dentina terciaria.<sup>69,70</sup>

Dentro de las características estructurales identificadas en nuestro estudio encontramos en la dentina bovina la presencia de: la dentina peritubular, la dentina intertubular, las líneas incrementales y de crecimiento, la capa granular de Tomes y como característica destacable la no presencia de la dentina inter globular. Los túbulos dentinales en la dentina profunda presentan un diámetro aproximado de 2.4 micras, en la capa de la dentina media 2.3 micras y en la capa superficial 1.6 micras. Cuantitativamente la dentina presenta aproximadamente en su capa superficial, por milímetro cuadrado, 26026 túbulos dentinales, en la dentina media 29032 túbulos dentinarios por mm cuadrado y en la dentina profunda 29433 túbulos. En tejido pulpar bovino se identifican a nivel histológico: en la periferia pulpar, la zona odontoblástica.<sup>69,70</sup>

Bajo los odontoblastos la zona poco celular. Adyacente a la zona acelular, la zona celular e irrigación e inervación en la zona central de la pulpa. Organización extracelular de haces fibrosos de colágeno tipo I y tipo III.<sup>69,70</sup>

A nivel radicular para bovinos se encuentran dos tipos de cemento, el que recubre el tercio apical de la raíz o celular y el ubicado inmediatamente adyacente a la dentina radicular o acelular. De igual manera cubriendo la superficie radicular e interpuesta con haces fibrosos de ligamento periodontal, las células formadoras de cemento o cementoblastos y éstas encapsuladas en su propia matriz o cementocitos.<sup>69</sup>

La configuración de la unión amelocementaria se presenta con un enfrentamiento entre el esmalte y el cemento, en la cual, el cemento mide aproximadamente 42 micras.<sup>69</sup>

### **Características**

Superficialmente el esmalte maduro de bovino, posee coloración y brillo similar al humano, pero se diferencia de éste por tener mayor cantidad de líneas incrementales, generándole aumento en su rugosidad.<sup>69</sup>

La conformación estructural de la dentina de bovino es similar a la reportada para humanos.<sup>69</sup>

La organización de la dentina madura de bovino se diferencia de la humana, por ausencia de la dentina interglobular, mayor número, disposición más irregular, mayor diámetro, cantidad y recorrido casi rectilíneo de sus túbulos dentinales.<sup>69</sup>

Dentro de las capas de dentina estudiadas en incisivos de bovinos, la superficial es la más semejante a la dentina humana en su organización y dimensiones estructurales.<sup>69</sup>

El principal componente orgánico de la dentina bovina, observado con microscopía óptica y medio de contraste de Hematoxilina-Eosina, es el colágeno tipo I, el cual se reporta para humanos.<sup>69</sup>

El tejido pulpar bovino posee en su conformación histológica, la misma disposición y tipo de estructuras a las reportadas para humanos.<sup>69</sup>

La estructura del cemento bovino, difiere únicamente con el de humano, por la mayor cantidad presente en bovinos.<sup>69</sup>

En el análisis químico por espectrografía de emisión los componentes inorgánicos para esmalte y dentina, de humanos y bovinos, son los mismos, pero con diferencias en la concentración de elementos tales como el magnesio, el plomo, la plata y el estroncio en el esmalte y en la dentina la plata y el estroncio.<sup>69</sup>

La resistencia a la compresión y el módulo elástico promedio calculado en dientes de bovino, difiere significativamente de la media poblacional reportada para dientes humanos.<sup>69</sup>

Los dientes incisivos de bovino son homologables para pruebas *in vitro* de materiales dentales, con algunas limitaciones atribuidas a sus diferencias.<sup>69</sup>

Las características presentes en el cemento de bovino, posibilitan su utilización para investigación en diversas disciplinas de la odontología<sup>69</sup>.

Por sus características, los incisivos de bovino son una alternativa para realizar estudios sobre superficies planas y extensas.<sup>69</sup>

La similitud histológica pulpar entre humanos y bovinos, el mayor tamaño de cámara y conducto, disponibilidad comercial y rapidez adquisitiva de dientes incisivos de bovino, constituyen una posibilidad en el estudio y la práctica real para la endodoncia.<sup>69</sup>

Por las características descritas en este estudio, los dientes incisivos de bovino son una posibilidad para la práctica de técnicas en operatoria dental, sobre un sustrato real.<sup>69</sup>

#### **v. Tests mecánicos para la evaluación de los sistemas adhesivos**

Cada vez más sistemas adhesivos entran al mercado como resultado del constante desarrollo de biomateriales para uso del profesional. Debido a esta velocidad de introducción, la producción de datos científicos relevantes y confiables de estos productos se vuelve muy difícil de realizar, tanto es así que en ocasiones encontramos trabajos de investigación de materiales que ya se han descontinuado en el mercado.<sup>71</sup>

Los test realizados para la evaluación de los sistemas adhesivos se basan generalmente en la aplicación de fuerzas para romper la adhesión entre el sustrato y el material restaurador, simulando de esta manera las condiciones que se presentan en la cavidad bucal. Existen autores que consideran que la evaluación de adhesivos en el laboratorio es importante para obtener un análisis previo al desarrollo de un estudio clínico, mucho más costoso y dispendioso en términos de tiempo, ya que un sistema adhesivo que no se muestre provisorio en los estudios de laboratorio difícilmente tendrá un buen desempeño en el medio bucal.<sup>71</sup>

#### **vi. Test de Microtensión**

A lo largo del tiempo se han desarrollado diversos test de fuerza de adhesión. Estas fuerzas han sido evaluadas tradicionalmente utilizando en test de resistencia al cizallamiento o shear bond strength, el cual resulta útil para probar los materiales que fallan ante valores comprendidos entre los 18 – 20 MPa o menos. Sin embargo en valores que excedan la citada cifra a menudo no permitirá diferenciar entre la fuerza del adhesivo y la fuerza cohesiva del composite o la dentina, Además, debido a que la

evaluación exacta de un material adhesivo se determina mejor cuando el fallo ocurre en el propio material y no implica la dentina o el composite y, dado que la mejora de los adhesivos dentinarios aumenta con el paso del tiempo, apareció la necesidad de obtener un método mejor y más eficaz. De esta manera, se creó el test de microtensión, que hoy en día es el mas utilizado, La técnica de microtensión para evaluar la resistencia adhesiva introducida por Sano y cols., se trata de una técnica muy laboriosa pero que presenta múltiples ventajas como por ejemplo: con ella se pueden medir grandes fuerzas de adhesión, permite testear la adhesión en áreas muy pequeñas y en diferentes regiones y es capaz de obtener de una sola pieza múltiples especímenes.<sup>71,72</sup>

### **2.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

¿Cómo influye el grabado ácido previo en la fuerza de adhesión al aplicar cuatro sistemas adhesivos autograbantes sobre esmalte bovino?

### **2.4 JUSTIFICACION**

El desarrollo de la tecnología en nuestros días se hace cada vez más rápido y es innegable su contribución al desarrollo de nuestras actividades cotidianas. La Odontología no es ajena a dicho avance, por lo que muchos de los biomateriales de uso frecuente son actualizados constantemente, con la tendencia a reducir el tiempo de trabajo del profesional mediante la reducción de los pasos clínicos.

Dada esta condición es necesario preguntarnos si la simplificación de protocolos se realiza a expensas de las propiedades mecánicas del biomaterial lo que nos llevaría a evaluar si esta reducción de la complejidad pudiera influir en el éxito de la restauración. Actualmente existen en el mercado gran cantidad de sistemas adhesivos por lo que resulta muy importante evaluar cual de ellos es más efectivo en la adhesión a esmalte.

Debido al uso reciente de los sistemas adhesivos autograbadores y su poca difusión en el mercado local es importante contar con un estudio que respalde el uso de una marca de sistema adhesivo sobre otra y que además los compare científicamente con los ya ampliamente estudiados y confiables sistemas adhesivos de grabado total.



## **2.5 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN**

### **Objetivo General**

Determinar la fuerza de adhesión de cuatro sistemas adhesivos autograbantes utilizando ácido grabador previamente y sin utilizar ácido grabador previamente sobre el esmalte dental

### **Objetivos Específicos**

- Medir la fuerza de Adhesión del adhesivo autograbante Futurabond DC, (VOCO) con y sin grabado ácido previo sobre el esmalte dental.
- Medir la fuerza de Adhesión del adhesivo autograbante Go! (SDI), con y sin grabado ácido previo sobre el esmalte dental.
- Medir la fuerza de Adhesión del adhesivo autograbante Adper Easy Bond (3M), con y sin grabado ácido previo sobre el esmalte dental.
- Medir la fuerza de Adhesión del adhesivo autograbante OneCoat Self Etching Bond (Coltene-Whaledent), con y sin grabado ácido previo sobre el esmalte dental.
- Comparar los cuatro sistemas adhesivos autograbantes, que utilizaron grabado ácido previo, aplicados sobre el esmalte en relación a la fuerza de adhesión.
- Comparar los cuatro sistemas adhesivos autograbantes, que no utilizaron grabado ácido previo, aplicados sobre el esmalte en relación a la fuerza de adhesión.

- Comparar si existen diferencias en la capacidad adhesiva de los sistemas cuando se utiliza ácido grabador previamente y cuando no se utiliza.

## **2.6 HIPOTESIS**

“El grabado ácido previo a la aplicación de cuatro sistemas adhesivos autograbantes aumenta la fuerza de adhesión al esmalte”

## III. MATERIAL Y MÉTODOS

### 3.1 TIPO DE ESTUDIO

Diseño del estudio: el presente estudio es de tipo experimental, in Vitro, transversal.

*Experimental:* Porque se manejó la variable independiente y se analizaron los efectos obtenidos.

*Transversal:* Porque los datos fueron registrados en un momento determinado, luego de la aplicación de la variable independiente.

### 3.2 POBLACION Y MUESTRA

**Población:** Incisivos centrales inferiores de bovino

**Muestra:**

Unidad de muestra: Incisivos centrales inferiores de bovino, menores de 5 años, libres de caries.

Unidad de análisis: Especímenes (estructuras de 1 mm x 1 mm de sección y 8 mm de longitud) compuestos por resina compuesta de nanorrelleno el sistema adhesivo en la interfase y el esmalte de bovino en el otro extremo.

*Tamaño de la muestra:* No probabilística. El tamaño de la muestra fue de 24 incisivos centrales inferiores de bovino con los cuales fueron divididos en 2 grupos de estudio de 120 especímenes repartidos entre cada sistema adhesivo, y un grupo control de 30 especímenes

*Tipo de muestra:* Aleatoria

### 3.3 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

	<i>VARIABLE</i>	<i>DEFINICION CONCEPTUAL</i>	<i>INDICADOR</i>	<i>ESCALA</i>	<i>VALOR</i>
<b>Variable Dependiente</b>	<b>Fuerza de adhesión</b>	Toda fuerza que permite mantener dos superficies en íntimo contacto.	MPa	Razón	0 - ∞
<b>Variable Independiente</b>	<b>Grabado con ácido Ortofosfórico al 35%</b>	Gel compuesto de ácido ortofosfórico al 35% utilizado para producir un grabado sobre la superficie de un sustrato, favorecer la microretención y disolver estructura orgánica	Presencia de grabado ácido previo  Ausencia de grabado ácido previo	Nominal  Nominal	Si No  Si No

<b>Variable independiente</b>	<b>Sistemas Adhesivos Autograbantes</b>	Sistemas adhesivos que presentan monómeros ácidos para realizar el grabado ácido sin necesidad de ácido ortofosfórico.	Futurabond DC Go! Adper Easy Bond OneCoat Self Etching Bond	Nominal	Si       No
-------------------------------	---	--	---	---------	----------------------------------

### 3.4 MATERIALES

- 3 Jeringas de resina Filtek Z350 3M ESPE.
- 1 Sistema adhesivo autograbante Futurabond DC Voco.
- 1 Sistema adhesivo autograbante Go! SDI.
- 1 Sistema adhesivo autograbante Adper Easy Bond 3M ESPE.
- 1 Sistema adhesivo autograbante OneCoat Self-Etching Bond Coltene Whaledent
- 1 Sistema adhesivo ALL BOND 2.
- 1 Lámpara de fotocurado.

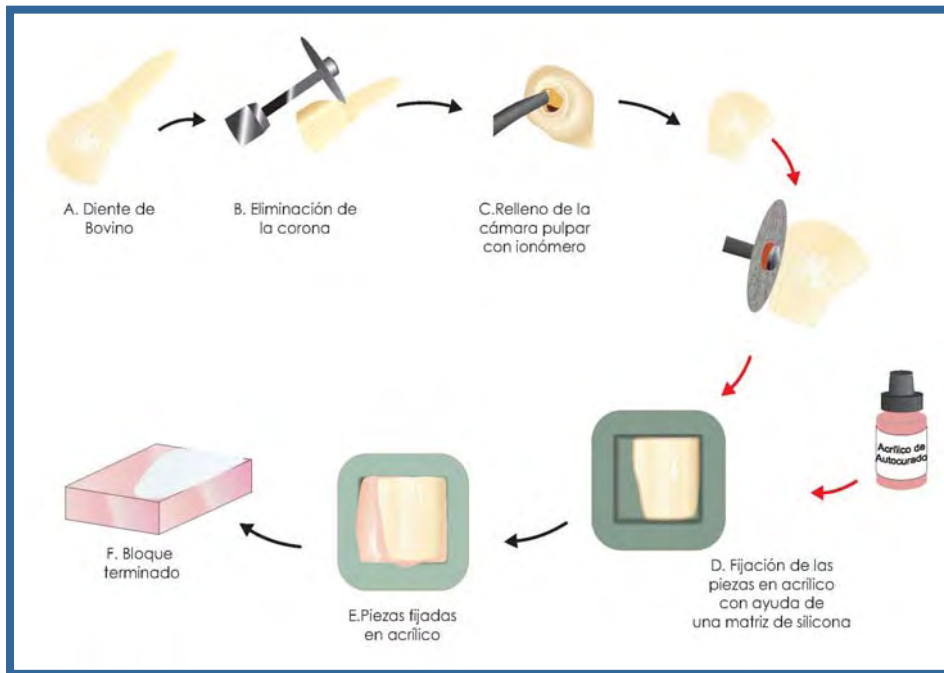
- 1 Jeringa de ácido ortofosfórico al 37%.
- 24 Incisivos centrales inferiores de bovino.
- 1 Disco diamantado con mandril.
- 1 Cureta de dentina.
- 1000 cc de suero fisiológico 0,9%.
- 500 cc de agua destilada.
- Lija para agua No. 220, 400, 600.
- 1 Frasco de silicona pesada.
- 1 Frasco de acrílico rosado autopolimerizable..
- 500 cc de saliva artificial.
- 20 Microbrush.
- Máquina de cortes tipo ISOMET.
- Microtensiómetro MICROTENSILE TESTER BISCO.
- Programa SPSS 15.
- Computadora.
- Utiles de escritorio.
- Cámara fotográfica.

## **3.5 MÉTODOS**

### **3.5.1 PROCEDIMIENTOS Y TECNICAS**

#### **Preparación de piezas dentarias:**

Se obtuvieron 24 incisivos centrales inferiores de bovino, los cuales fueron lavados meticulosamente con agua, y raspados para eliminar restos de tejido blando. Se realizaron cortes a nivel de los cuellos de las piezas dentarias con discos diamantados biactivos, para luego eliminar el contenido de la cámara pulpar con cureta de dentina y lavado con abundante suero fisiológico. Con la cámara pulpar bien limpia y seca se empezó a introducir ionómero de vidrio restaurador. A continuación se procedió a desgastar el esmalte de la cara vestibular aproximadamente 1mm con lija para agua N° 220, 400, 600 sin llegar a dentina utilizando agua para no sobrecalentar la pieza dentaria hasta obtener una superficie vestibular plana. Con silicona pesada se procedió a realizar el diseño de moldes que contengan en el centro una zona libre con forma de paralelepípedo de 15x15x6 mm. En los moldes se introdujo acrílico rosado autopolimerizable y se sumergió la pieza en forma horizontal con la cara vestibular hacia arriba, se esperó 5 minutos para que polimerice. Se confeccionaron 12 paralelepípedos. Seguidamente se dividieron en 5 grupos: G1 (para Futurabond DC), G2 (para Go!), G3 (Adper Easy Bond), G4 (OneCoat Self Etching Bond), G5 (All Bond 2, Control); para cada grupo tenemos 6 paralelepípedos. Finalmente, fueron almacenados en agua hasta iniciar la preparación de las resinas.



**Fig 1. Tratamiento de superficie y preparación de las resinas compuestas de nano-partículas**

Sobre las superficies de esmalte preparadas de los paralelepípedos se aplicaron los sistemas adhesivos autograbantes de la siguiente manera:

**GRUPO 1 (Futurabond DC - VOCO):**

**Sin Grabado ácido previo:**

Se lavó la superficie del diente con chorro de agua, luego se secó con aire. Se mezclaron los líquidos mediante presión del blister de adhesivo, seguidamente se recogió el sistema adhesivo con Microbrush girando 3 veces la brocha dentro del envase. Se aplicó a la superficie del diente friccionando por 20 segundos. Se aplicó una corriente de aire por 5 segundos y se procedió a fotocurado por 10 segundos.



**Con grabado ácido previo:**

Se aplicó ácido ortofosfórico por 15 segundos y se lavó con agua destilada por 30 segundos, eliminado el ácido, el exceso de humedad fue retirado con un chorro de aire sin desecar. Seguidamente se lavó la superficie del diente con chorro de agua, luego se secó con aire por aproximadamente 5 segundos. Se mezclaron los líquidos mediante presión del blister de adhesivo, seguidamente se recogió el sistema adhesivo con Microbrush girando 3 veces la brocha dentro del envase. Se aplicó a la superficie del diente friccionando por 20 segundos. Se aplicó una corriente de aire por 5 segundos y se procedió a fotocurado por 10 segundos.

**GRUPO 2 (Go! - SDI)****Sin grabado ácido previo:**

Se aplicó una capa homogénea de sistema adhesivo con Microbrush, saturando la superficie del esmalte. Se dejó in-situ por 20 segundos. Seguidamente se aplicó corriente de aire por 5 segundos verificando que la superficie permanezca brillante. Finalmente se fotocuró por 10 segundos.

**Con grabado ácido previo:**

Se aplicó ácido ortofosfórico por 15 segundos y se lavó con agua destilada por 30 segundos, eliminado el ácido, el exceso de humedad fue retirado con un chorro de aire sin desecar. Seguidamente se aplicó una capa homogénea de sistema adhesivo con Microbrush, saturando la superficie del esmalte. Se dejó in-situ por 20 segundos. Seguidamente se aplicó corriente de aire por 5 segundos verificando que la superficie permanezca brillante. Finalmente se fotocuró por 10 segundos.

### **GRUPO 3 (Adper Easy Bond - 3M ESPE)**

#### **Sin grabado ácido:**

Se aplicó una capa homogénea de sistema adhesivo con Microbrush, saturando la superficie del esmalte. Se dejó in-situ por 20 segundos. Seguidamente se aplicó corriente de aire por 5 segundos verificando que la superficie permanezca brillante. Finalmente se fotocuró por 10 segundos.

#### **Con grabado ácido:**

Se aplicó ácido ortofosfórico por 15 segundos y se lavó con agua destilada por 30 segundos, eliminado el ácido, el exceso de humedad fue retirado con un chorro de aire sin desecar. Seguidamente se aplicó una capa homogénea de sistema adhesivo con Microbrush, saturando la superficie del esmalte. Se dejó in-situ por 20 segundos. Seguidamente se aplicó corriente de aire por 5 segundos verificando que la superficie permanezca brillante. Finalmente se fotocuró por 10 segundos.

### **GRUPO 4 (OneCoat Self-Etching Bond – Coltene Whaledent)**

#### **Sin grabado ácido:**

Se colocó una capa de primer con Microbrush friccionando por 20 segundos contra la superficie dental en sentido antihorario, en seguida se aplicó chorro de aire por 2 segundos. Acto seguido se aplicó el sistema adhesivo friccionando por 20 segundos en sentido antihorario, se aplicó corriente de aire por 2 segundos y finalmente se fotocuró por 20 segundos.

**Con grabado ácido:**

Se aplicó ácido ortofosfórico por 15 segundos y se lavó con agua destilada por 30 segundos, eliminado el ácido, el exceso de humedad fue retirado con un chorro de aire sin desecar, seguidamente se colocó una capa de primer con Microbrush friccionando por 20 segundos contra la superficie dental, en seguida se aplicó chorro de aire por 2 segundos. Acto seguido se aplicó el sistema adhesivo friccionando por 20 segundos en sentido antihorario, se aplicó corriente de aire por 2 segundos y finalmente se fotocuró por 20 segundos

**GRUPO 5 (All Bond 2 - BISCO, Control)**

Se aplicó ácido ortofosfórico por 15 segundos y se lavó con agua destilada por 30 segundos, eliminado el ácido, el exceso de humedad fue retirado con un chorro de aire sin desecar. Se dispensó iguales cantidades de Primer A y B en un dispensador, se realizó el mezclado y se aplicaron 5 capas de adhesivo sobre la superficie sin secar entre ellas. Seguidamente se procedió a evaporar los solventes con chorro de aire por 5 segundos, luego se aplicó la resina de adhesión utilizando Microbrush y se fotocuró por 20 segundos.

Con la ayuda de un molde de teflón de forma de rueda con un centro libre de diámetro de 8 mm y un alto de 4 mm, se colocó la resina de nanorelleno Filtek Z350 (3M) sobre los grupos 1, 2, 3 y 4 en la superficie de la estructura dentaria mediante la técnica incremental. Por último, las piezas dentarias restauradas se almacenaron en agua hasta realizar los cortes milimétricos después de 24 horas.

De acuerdo a la ISO (International Organization for Standardization) existen tres tipos de periodos de almacenamiento para realizar la prueba de resistencia a la tracción

(microtensión). El tipo 1 es el periodo corto de prueba después de 24 H en agua y a 37°C, tiempo suficiente para discriminar entre aquellos materiales que no resisten un ambiente húmedo. El tipo 2 es el test de termociclado comprende 500 ciclos en agua entre 5°C y 55°C iniciando pasadas 20 a 24 horas de almacenamiento en agua a 37°C. La exposición a cada baño debe ser por lo menos 20 seg., y los periodos entre baño y baño debe ser de 5 a 10seg. El tipo 3 es el periodo largo de prueba después de 6 meses de almacenamiento en agua a 37°C.

Para el presente trabajo se realizó la preparación de la resina y se almacenaron las piezas en saliva artificial a 37° durante 24 horas. Al día siguiente se realizaron los cortes milimétricos y luego la prueba de microtensión.

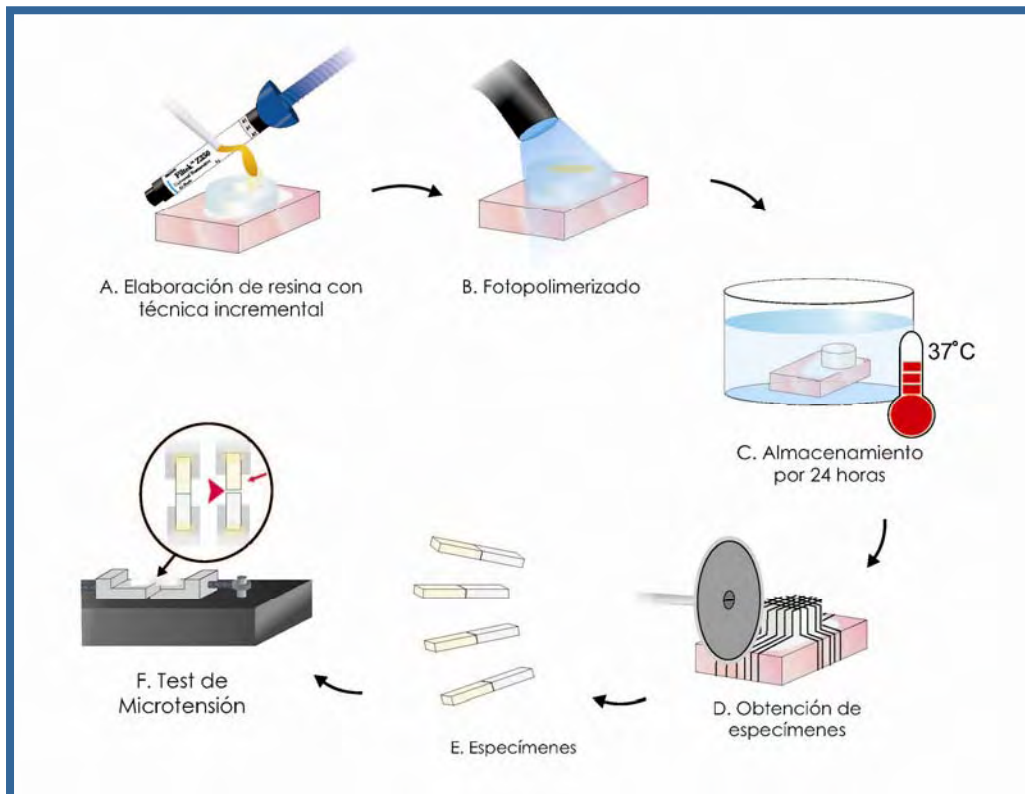
### **Cortes milimétricos**

Para realizar los cortes milimétricos se utilizó una máquina semejante a la máquina de cortes ISOMET, la cual tiene una pieza de mano de baja velocidad con un porta espécimen (donde se coloca el diente con la resina compuesta de nanorelleno), un juego de arandelas de 1 mm de espesor en las cuales se gradúa el espesor que se requiere el corte, el disco diamantado biactivo que se coloca en la pieza de mano de baja velocidad, conforme se realizaron los cortes se irrigó con agua destilada para evitar alteraciones.

Se colocó el diente con la resina compuesta de nanorelleno en el porta espécimen mirando hacia el disco, se realizaron los cortes graduados para obtener especímenes de 1mm x 1mm x 8mm; los cuales contenían en un extremo la resina compuesta de nanorelleno, en el centro la interfase adhesiva y en el otro extremo esmalte y dentina.

## Prueba de microtensión

Para la siguiente prueba se utilizó un microtensiómetro Microtensile tester (BISCO). Se colocó una gota del agente adhesivo especial y un acelerador ZAPIT BASE en ambos bloques de la superficie de prueba de la máquina. Seguidamente, con la utilización de una pinza para algodón el espécimen fue retirado del depósito de saliva artificial, secado con papel tisú para inmediatamente ser colocado en la superficie de prueba de tal manera que la interfase adhesiva quedó en la parte media. Posicionado el espécimen se procedió a encender la máquina y medir la fuerza de adhesión a una velocidad de 0.5 mm/min. Cuando se produjo la fractura, la tracción que ejercía la máquina se detuvo y se registró las medidas obtenidas.



**Fig 2. Preparación de los bloques de resina compuesta, almacenamiento, preparación de los especímenes y test de microtensión.**

### **3.5.2 RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **PROCESAMIENTO DE LOS DATOS**

El procesamiento de los resultados se realizó con el programa SPSS 15.0

#### **ANÁLISIS DE RESULTADOS**

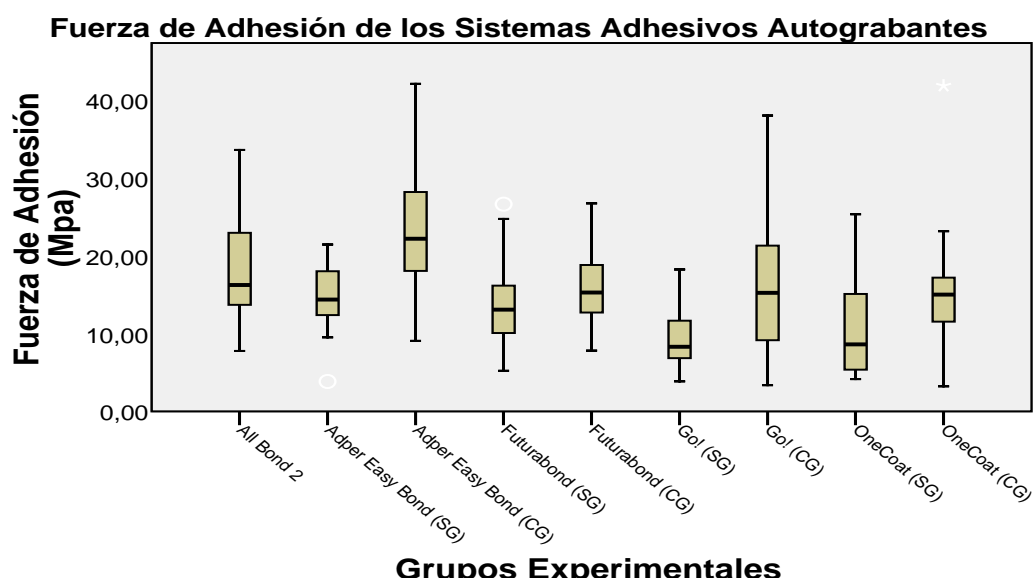
Para determinar si existen diferencias significativas entre los grupos recurrimos al análisis de varianza Kruskal-Wallis; además aplicamos la prueba de contraste múltiple para identificar grupos homogéneos tales como la prueba de Mann Whitney. El nivel de significancia estadística que se empleó fue del 5% (P valor = 0.05).

## IV. RESULTADOS

Tabla 1. FUERZA DE ADHESIÓN DE LOS SISTEMAS ADHESIVOS AUTOGRABANTES

TIPO DE ADHESIVO	SISTEMA ADHESIVO AUTOGRABANTE	FUERZA DE ADHESIÓN PROMEDIO (DS) MPa
Adhesivo de cuarta generación	All Bond 2	18.6 (7.3)
Adhesivos de sexta generación	OneCoat - Self Etching Bond (SG)	10.5 (6.2)
	OneCoat - Self Etching Bond (CG)	14.9 (7.1)
Adhesivos de séptima Generación	Adper Easy Bond (SG)	14.6 (3.8)
	Adper Easy Bond (CG)	24.7 (14.2)
	Go! (SG)	9.5 (3.83)
	Go! (CG)	16.2 (8.9)
	Futurabond (SG)	14.3 (8.7)
	Futurabond (CG)	15.6 (4.8)

Gráfico 1. FUERZA DE ADHESIÓN DE LOS GRUPOS EXPERIMENTALES



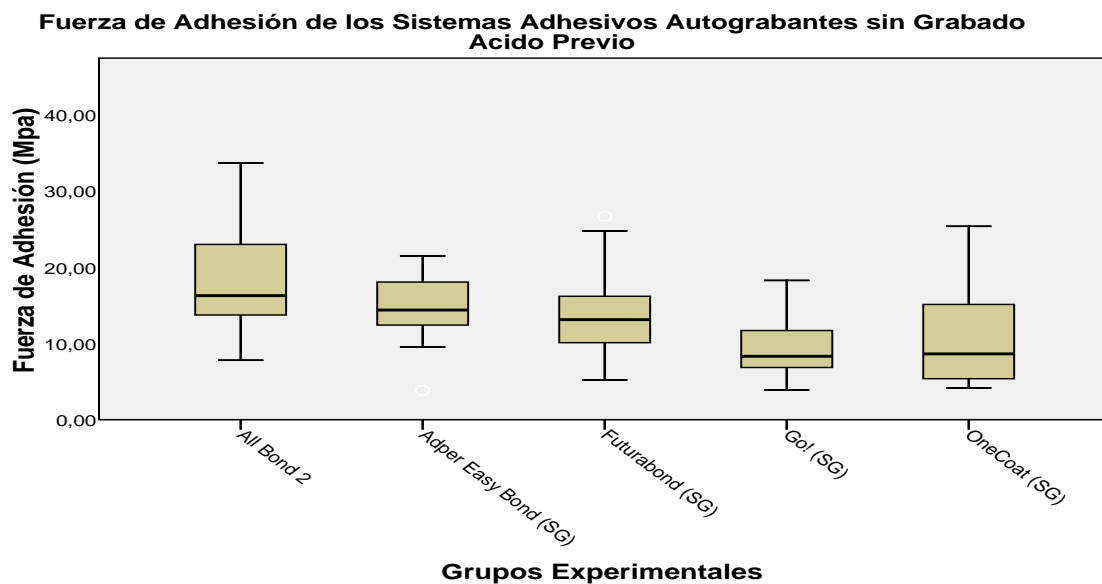
Se realizó un estudio para determinar la influencia del grabado ácido previo en la fuerza de adhesión al aplicar cuatro sistemas adhesivos autograbantes sobre esmalte dental bovino, los resultados obtenidos para los grupos experimentales son indicados en la tabla 1 y el gráfico 1.

Tabla 2. FUERZA DE ADHESIÓN DE LOS SISTEMAS ADHESIVOS AUTOGRABANTES SIN GRABADO ÁCIDO

PREVIO

SISTEMA ADHESIVO AUTOGRABANTE	MEDIANA	PROMEDIO $\pm$ DS	n
ALL BOND 2	16.3	18.6 <sup>a</sup> $\pm$ 7.3	30
ADPER EASY BOND (SG)	14.4	14.6 <sup>b</sup> $\pm$ 3.8	30
FUTURABOND (SG)	13.1	14.3 <sup>a,b,c</sup> $\pm$ 8.7	30
GO! (SG)	8.3	9.5 <sup>c</sup> $\pm$ 3.8	30
ONECOAT SELF ETCHING BOND (SG)	8.6	10.5 <sup>c</sup> $\pm$ 6.2	30

Gráfico 2. FUERZA DE ADHESIÓN DE LOS SISTEMAS ADHESIVOS AUTOGRABANTES SIN GRABADO ÁCIDO PREVIO



Para los grupos experimentales que fueron aplicados según las indicaciones del fabricante, se encontró que el adhesivo Adper Single Bond obtuvo la mayor fuerza de adhesión ( $14.6 \pm 3.8$  MPa), el siguiente valor más alto fue presentado por el sistema Futurabond DC ( $14.3 \pm 8.7$  Mpa), mientras que el menor valor se observó en el adhesivo Go! ( $9.5 \pm 3.8$  MPa). Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos All Bond 2 frente a Adper Easy Bond, Go! y OneCoat Self Etching Bond.



Tabla 3. FUERZA DE ADHESIÓN DE LOS SISTEMAS ADHESIVOS AUTOGRABANTES CON GRABADO ÁCIDO

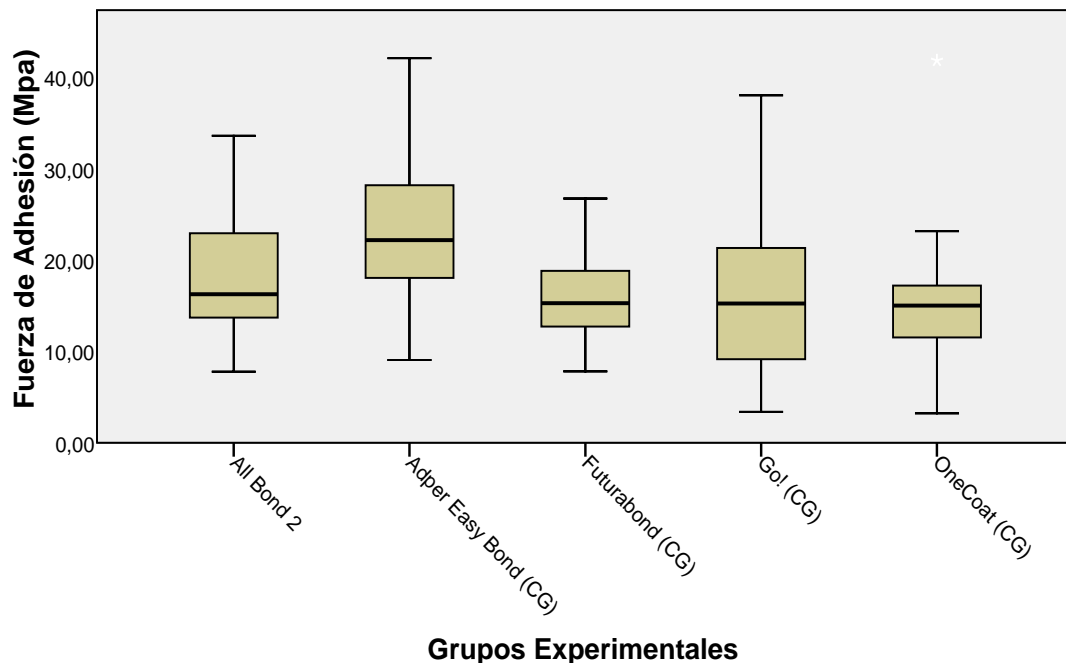
PREVIO

SISTEMA ADHESIVO AUTOGRABANTE	MEDIANA	PROMEDIO ± DS	n
ALL BOND 2	16.3	18.6 <sup>a</sup> ± 7.3	30
ADPER EASY BOND (CG)	22.2	24.7 <sup>b</sup> ± 14.2	30
FUTURABOND (CG)	15.3	15.6 <sup>a</sup> ± 4.8	30
GO! (CG)	15.2	16.2 <sup>a</sup> ± 8.9	30
ONECOAT SELF ETCH BOND (CG)	15.0	14.9 <sup>a</sup> ± 7.1	30

Gráfico 3. FUERZA DE ADHESIÓN DE LOS SISTEMAS ADHESIVOS AUTOGRABANTES CON GRABADO ÁCIDO

PREVIO

### Fuerza de Adhesión de los Sistemas Adhesivos Autograbantes con Grabado Acido Previo



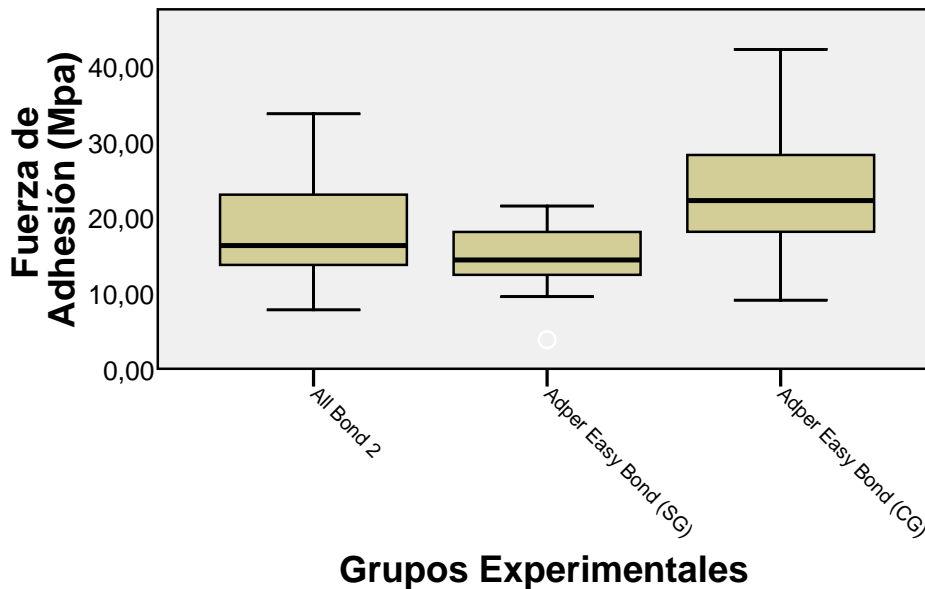
En relación a los grupos experimentales en los que se aplicó grabado ácido previo a la aplicación del adhesivo, el sistema Adper Easy Bond alcanzó el valor más alto ( $24.7 \pm 14.2$  MPa) seguido de Go! ( $16.2 \pm 8.9$  MPa) y Futurabond ( $15.6 \pm 4.8$  MPa) respectivamente; el menor valor lo obtuvo el adhesivo OneCoat Self Etching Bond ( $14.9 \pm 7.1$  MPa). Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre Adper Easy Bond frente a All Bond 2, Go! Futurabond y OneCoat Self Etching Bond.

Tabla 4. FUERZA DE ADHESIÓN PARA EL SISTEMA ADHESIVO AUTOGRABANTE ADPER EASY BOND.

SISTEMA ADHESIVO AUTOGRABANTE	MEDIANA	PROMEDIO ± DS	n
ALL BOND 2	16.3	18.6 <sup>a</sup> ± 7.3	30
ADPER EASY BOND (SG)	14.4	14.6 <sup>b</sup> ± 3.8	30
ADPER EASY BOND (CG)	22.2	24.7 <sup>c</sup> ± 14.2	30

Gráfico 4. FUERZA DE ADHESIÓN PARA EL SISTEMA ADHESIVO AUTOGRABANTE ADPER EASY BOND.

### Fuerza de Adhesión para el Sistema Adhesivo Autograbante Adper Easy Bond



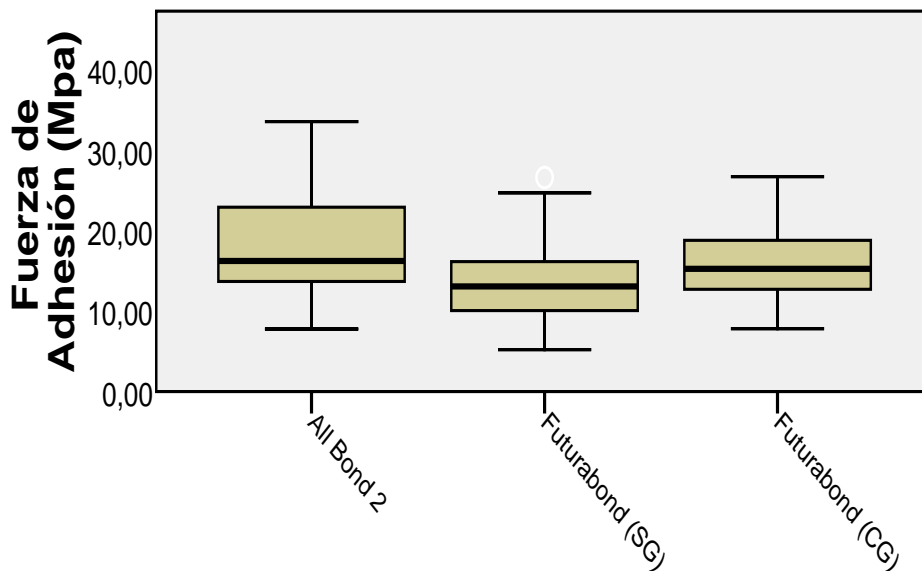
Para el adhesivo Adper Easy Bond, con y sin grabado ácido, en relación al sistema All Bond 2 se observó que el mayor valor de adhesión lo obtuvo Adper Easy Bond con grabado ácido previo ( $24.7 \pm 14.2$  MPa) seguido del All Bond 2 ( $18.6 \pm 7.3$  MPa) y por último Adper Easy Bond sin grabado ( $14.6 \pm 3.8$  MPa). Se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre todos los grupos experimentales.

Tabla 5. FUERZA DE ADHESIÓN PARA EL SISTEMA ADHESIVO AUTOGRABANTE FUTURABOND DC

SISTEMA ADHESIVO AUTOGRABANTE	MEDIANA	PROMEDIO $\pm$ DS	n
ALL BOND 2	16.3	18.6 <sup>a</sup> $\pm$ 7.3	30
FUTURABOND (SG)	13.1	14.3 <sup>a</sup> $\pm$ 8.7	30
FUTURABOND (CG)	15.3	15.6 <sup>a</sup> $\pm$ 4.8	30

Gráfico 5. FUERZA DE ADHESIÓN PARA EL SISTEMA ADHESIVO AUTOGRABANTE FUTURABOND DC

### Fuerza de Adhesión para el Sistema Adhesivo Futurabond



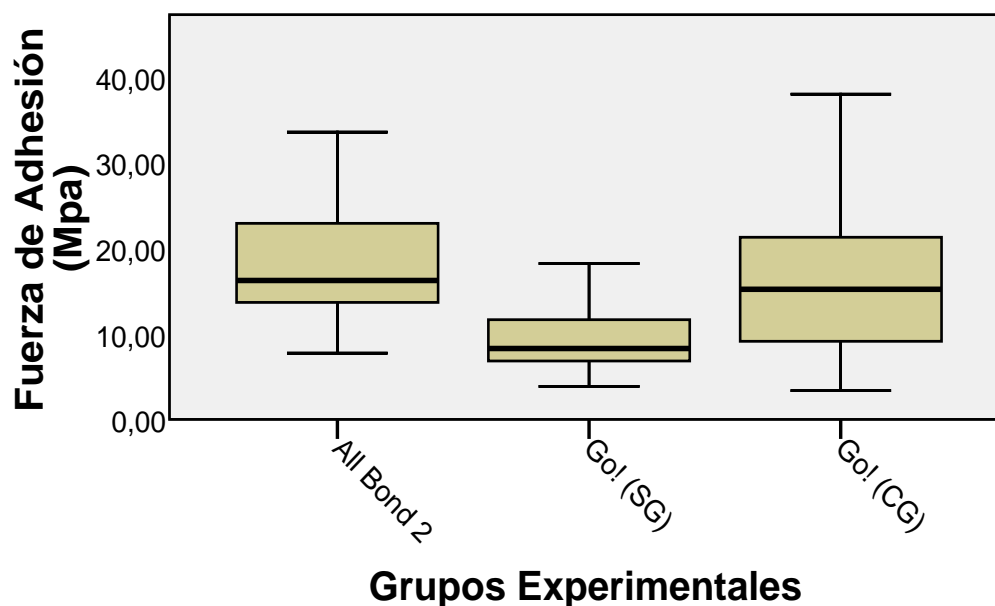
No se observaron diferencias estadísticamente significativas en el adhesivo Futurabond DC con o sin grabado ácido. El sistema Futurabond presentó valores inferiores de adhesión ( $15.6 \pm 4.8$  MPa y  $14.3 \pm 8.7$  MPa) en relación al sistema All Bond 2 ( $18.6 \pm 7.3$  MPa).

Tabla 6. FUERZA DE ADHESIÓN PARA EL SISTEMA ADHESIVO AUTOGRABANTE GO!

SISTEMA ADHESIVO AUTOGRABANTE	MEDIANA	PROMEDIO ± DS	n
ALL BOND 2	16.3	18.6 <sup>a</sup> ± 7.3	30
GO! SG	8.3	9.5 <sup>b</sup> ± 3.83	30
GO! CG	15.2	16.2 <sup>a</sup> ± 8.9	30

Gráfico 6. FUERZA DE ADHESIÓN PARA EL SISTEMA ADHESIVO AUTOGRABANTE GO!

### Fuerza de Adhesión para el Sistema Adhesivo Autograbante Go!



En los valores presentados por el adhesivo Go! se observó mayor fuerza de adhesión en el grupo con grabado ácido previo (16.2 ± 8.9 MPa) en relación al grupo sin grabado (9.5 ± 3.83 MPa) pero ambos menores al sistema All Bond 2 (18.6 ± 7.3 MPa). Se presentaron diferencias estadísticamente significativas de los grupos Go! con grabado y All Bond 2 frente al grupo Go! sin grabado ácido.

Tabla 7. FUERZA DE ADHESIÓN PARA EL SISTEMA ADHESIVO AUTOGRABANTE ONECOAT SELF-ETCHING

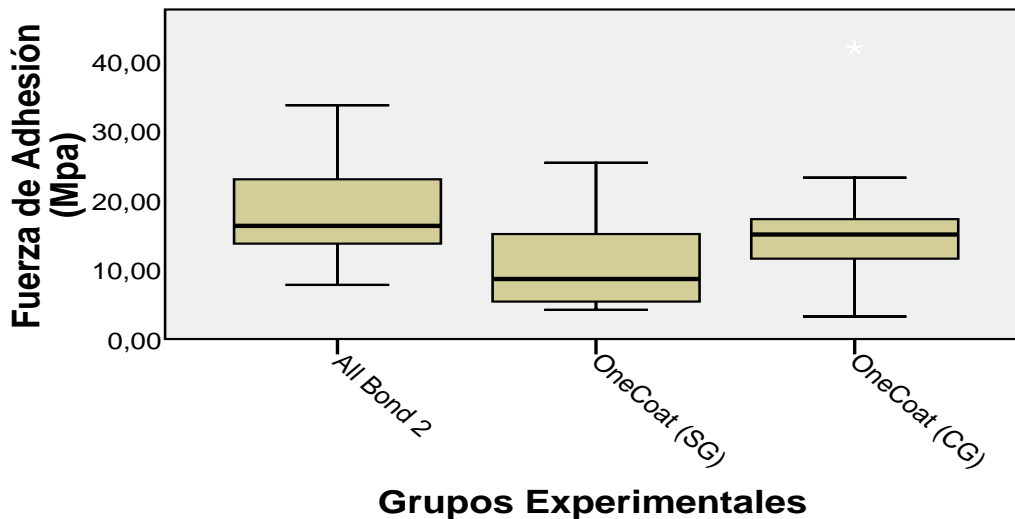
BOND

SISTEMA ADHESIVO AUTOGRABANTE	MEDIANA	PROMEDIO ± DS	n
ALL BOND 2	16.3	18.6 <sup>a</sup> ± 7.3	30
ONECOAT SG	8.6	10.5 <sup>b</sup> ± 6.2	30
ONECOAT CG	15.0	14.9 <sup>a</sup> ± 7.1	30

Gráfico 7 . FUERZA DE ADHESIÓN PARA EL SISTEMA ADHESIVO AUTOGRABANTE ONECOAT SELF-ETCHING

BOND

### Fuerza de Adhesión para el Sistema Adhesivo Auograbante OneCoat - Self Etching Bond



Para el sistema adhesivo OneCoat Self Etching Bond, el valor de adhesión más alto lo obtuvo el grupo en el que se realizó grabado ácido previo ( $14.9 \pm 7.1$  MPa) frente al grupo sin grabado ácido ( $10.5 \pm 6.2$  MPa), sin embargo ambos resultados son menores al valor obtenido por el grupo control All Bond 2 ( $18.6 \pm 7.3$  MPa). Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos All Bond 2 y OneCoat Self Etching Bond con grabado ácido previo frente a OneCoat Self Etching Bond sin grabado ácido.

## V. DISCUSION

Es ampliamente conocida la influencia positiva que produce sobre la adhesión, el grabado ácido previo a la aplicación de los sistemas adhesivos utilizados en odontología<sup>7,9,19,22,23</sup>. Hasta hace poco el uso de este material era considerado de uso obligatorio para realizar cualquier procedimiento restaurador, sin este, la eficacia del sistema de adhesión se veía comprometida lo cual ponía en peligro el éxito del tratamiento. La reciente aparición de los sistemas adhesivos autograbantes, los cuales prescinden del uso del ácido ortofosfórico, amerita la realización de estudios que comprueben su efectividad para así demostrar si efectivamente es útil esta innovación o si la eliminación del grabado ácido va en desmedro de la fuerza de adhesión del material restaurador a la superficie dental.

A su vez los test de microtensión para evaluar la fuerza de adhesión son medios confiables y ampliamente utilizados en odontología, sin embargo para su realización se necesita un gran número de piezas dentarias. Dado que conseguir dientes humanos, sobre todo anteriores, se ha tornado más complicado, el uso alternativo de dientes de bovino se convierte en una buena opción debido a su similitud a las piezas humanas a nivel de esmalte y dentina superficial, y a la cantidad de especímenes que se obtienen con pocas piezas debido a su tamaño.<sup>49,63,70</sup>

En el presente estudio se compararon cuatro sistemas adhesivos autograbantes (Adper Easy Bond, OneCoat Self Etching Bond, Go!, Futurabond DC) con y sin grabado previo, con un sistema adhesivo de cuarta generación (All Bond 2), obteniéndose mayor fuerza de adhesión en este último en comparación a la mayoría de los adhesivos autograbantes que fueron utilizados bajo las instrucciones del fabricante; mientras que

para los grupos en los que se utilizó grabado ácido previo los resultados indicaron valores similares al adhesivo de cuarta generación sin diferencias significativas para la mayoría de los casos, alcanzándose incluso en uno de los casos un valor mayor y con diferencia significativa en relación al adhesivo All Bond 2.

Para los casos en los que los adhesivos fueron aplicados según las instrucciones del fabricante los resultados se explican básicamente por el mecanismo de acción de estos sistemas, mientras que los sistemas autograbadores cuentan con monómeros ácidos que graban e imprimen el esmalte a la vez, los sistemas convencionales realizan el grabado y la imprimación en pasos individuales lo que al parecer asegura una mejor penetración del material en el sustrato adamantino.

Mientras que en los grupos en los que se realizó grabado ácido previo a la aplicación de los sistemas adhesivos autograbadores los resultados se atribuyen a una mayor penetración del adhesivo en la superficie dental, dada por la suma de acciones del ácido ortofosfórico y de los monómeros ácidos presentes en los sistemas autograbantes.

Perdigão y col.<sup>5</sup> estudiaron la fuerza de adhesión sobre esmalte de varios sistemas autograbadores de un solo paso y uno de dos pasos en relación a un sistema convencional de grabado total, los resultados que obtuvieron indicaron que todos los sistemas analizados presentaron menores valores de adhesión en relación al sistema control, estos datos coinciden con los obtenidos en el presente estudio para los grupos en los que el sistema fue aplicado siguiendo las indicaciones del fabricante, por el contrario difieren ampliamente con los resultados obtenidos por los grupos con grabado ácido previo.

Al compararse los resultados obtenidos entre los sistemas adhesivos de un solo paso con el sistema de dos pasos, nuestro estudio obtuvo valores significativamente menores de este último en relación a dos sistemas de un solo paso y al grupo control, teniendo valores similares solamente con uno de los adhesivos de séptima generación, esto con los grupos aplicados según indicaciones del fabricante; sin embargo el sistema adhesivo de dos pasos no tuvo diferencias significativas con la mayoría de sistemas de un paso al aplicarse grabado ácido; estos resultados difieren del estudio realizado por Knobloch<sup>6</sup> que concluye que los adhesivos de dos pasos tienen valores significativamente mayores que los sistemas monocomponente y que además existen fuerzas de adhesión similares entre los adhesivos de uno y dos frascos. También difiere de los resultados obtenidos por Brackett y Pashley<sup>42</sup>, los que indican que los adhesivos de dos pasos presentan mayor valor de adhesión que los adhesivos de un paso, en este estudio los sistemas adhesivos de un solo frasco obtuvieron valores de adhesión mayores que los sistemas de dos frascos.

Es sabido que la aplicación de ácido ortofosfórico mejora la topografía del esmalte dental haciéndola mas susceptible a la adhesión, la diferencia de angulación de los prismas de esmalte causa que el ácido tenga mayor potencial de desmineralización en ciertas regiones<sup>20</sup>, además la aplicación del ácido produce un desgaste de aproximadamente 10  $\mu\text{m}$  creando una capa porosa en donde se introducirá la resina de baja viscosidad por capilaridad para asegurar la adhesión<sup>9</sup>, esto se ve demostrado en el estudio que realizaron Soares y col.<sup>8</sup> en el que compararon diversos tratamientos previos a la aplicación de adhesivos sobre diferentes substratos dentales entre ellos el esmalte, obteniendo elevados valores de adhesión en la superficie adamantina previa aplicación de ácido ortofosfórico al 37%, lo cual se ve reflejado en el aumento de los



valores de fuerza de adhesión que experimentaron los sistemas adhesivos de este estudio al ser tratada la superficie dental con ácido grabador previa a su aplicación.

Es también conocido que el esmalte requiere un acondicionamiento más agresivo que la dentina; así se ha sugerido que la menor fuerza de adhesión obtenida con los sistemas autograbadores en el esmalte se debe a su leve capacidad desmineralizante, que no es capaz de crear un patrón óptimo de retención, por lo tanto habrá deficiencias en los macrotags de resina que garantizarían una buena adhesión.<sup>2,10,54</sup>

Las diferencias entre los resultados obtenidos en este estudio al aplicarse ácido grabador y al no hacerlo se pueden explicar por el incremento de la porosidad creada sobre la superficie del esmalte la que originaría una mayor penetración de la resina y por lo tanto una mayor retención micromecánica a diferencia de la débil acción de los monómeros ácidos presentes en los sistemas autograbantes<sup>34</sup>, esto se corrobora con el estudio realizado por Van Landuyt<sup>26</sup> y col. los que obtuvieron valores de adhesión significativamente mayores, de hasta 13.5 MPa de diferencia, utilizando grabado ácido previo a la aplicación un sistema adhesivo de dos pasos.

La técnica de aplicación del sistema es otro factor que influye sobre las fuerzas de adhesión obtenidas, está demostrado que una aplicación activa, que consiste en friccionar el adhesivo contra la superficie dental del mismo puede incrementar la fuerza adhesiva, esto debido a la remoción de los restos superficiales y a que al realizarse fricción durante la aplicación del adhesivo este logra introducirse mejor en las micro retenciones creadas mejorando la interdigitación de la superficie dental con el material<sup>4</sup>, como lo demostrado por Ando<sup>34</sup> que obtuvo una mejora en los valores de adhesión de dos sistemas autograbantes luego de aplicar la técnica activa en comparación a la pasiva.

Los resultados obtenidos por Goracci<sup>32</sup> coinciden con los datos recolectados en el presente estudio, dicho autor realizó un estudio de las fuerzas de adhesión de tres sistemas autograbantes sobre esmalte y los comparó con un sistema de grabado total obteniendo resultados similares entre los sistemas autograbadores pero significativamente menores al sistema convencional, al igual que el presente estudio en donde los sistemas aplicados sin grabado ácido previo obtuvieron fuerzas adhesivas menores al grupo control de cuarta generación.

Souza-Saroni<sup>48</sup> no encontró diferencias significativas entre dos sistemas de grabado total con dos sistemas monocomponente aplicados según las indicaciones del fabricante sobre esmalte lo que difiere de gran cantidad de estudios, pero coincide parcialmente con el presente, en el cual el sistema Futurabond DC obtuvo valores menores que el sistema de grabado total mas sin diferencia estadísticamente significativa; resultado similar fue obtenido por Pilecki<sup>54</sup> quien también comparó un sistema autograbante de un solo paso con dos de grabado total sin obtener diferencias significativas en los valores de adhesión.

En cuanto al manejo del material, actualmente los fabricantes de materiales dentales buscan la simplificación de los sistemas adhesivos reduciendo de este modo el índice de errores producidos el alto número de pasos clínicos, sin embargo esta simplificación no permite dar el grabado necesario en el esmalte, lo que en la dentina parece ser suficiente.

## VI. CONCLUSIONES

- El Sistema Adhesivo Futurabond DC con y sin grabado ácido previo obtuvo fuerzas de adhesión de 15.6 MPa y 14.3 MPa respectivamente. No se encontró diferencia significativa entre los grupos experimentales ni entre estos y el grupo control.
- El Sistema Adhesivo Go! con y sin grabado ácido previo obtuvo fuerzas de 16.2 MPa y 9.5 MPa respectivamente. Se encontró diferencia significativa entre el grupo sin grabado ácido previo y el grupo control; mientras que no se encontraron diferencias significativas entre el grupo con grabado ácido y el grupo All Bond 2.
- El Sistema Adhesivo Adper Easy Bond con y sin grabado ácido previo obtuvo fuerzas de adhesión de 24.7 MPa y 14.6 MPa respectivamente. Se encontraron diferencias significativas entre los grupos experimentales y entre estos y el grupo control.
- El Sistema Adhesivo OneCoat Self Etching Bond con y sin grabado ácido obtuvo fuerzas de adhesión de 14.9 MPa y 10.5 MPa respectivamente. Se encontraron diferencias significativas entre los grupos experimentales y no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo con grabado ácido previo y el grupo control.
- El grupo control All Bond 2 obtuvo una fuerza media de 18.6 MPa en comparación a las fuerzas de 24.7 MPa para Adper Easy Bond, 15.6 MPa para

Futurabond DC, 16.2 MPa para Go! y 14.9 MPa para OneCoat Self Etching Bond con grabado ácido previo.

- El grupo control All Bond 2 obtuvo una fuerza media de 18.6 MPa en comparación a las fuerzas de 14.6 MPa para Adper Easy Bond, 14.3 MPa para Futurabond DC, 9.5 MPa para Go! y 10.5 MPa para OneCoat Self Etching Bond sin grabado ácido previo.
- Para los resultados de los grupos sin grabado ácido previo se observó diferencia significativa para todos los grupos en comparación al grupo control a excepción del grupo Futurabond DC donde no se encontró diferencia significativa.
- Para los resultados de los grupos con grabado ácido previo no se observó diferencia estadísticamente significativa entre los grupos experimentales y el control a excepción del grupo Adper Easy Bond el cual obtuvo un resultado significativamente mayor al grupo All Bond 2.
- Se acepta la hipótesis que al utilizar al utilizar grabado ácido previo a la aplicación de cuatro sistemas adhesivos autograbantes aumenta la fuerza de adhesión al esmalte de estos adhesivos.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar grabado ácido previo a la aplicación de cualquier sistema adhesivo autograbado ya que éste mejora ampliamente su capacidad de adhesión.
- De todos los sistemas adhesivos utilizados durante el presente estudio el más recomendable para su uso clínico es el sistema Adper Easy Bond por obtener los valores de adhesión más elevados en ambos escenarios.
- Se recomienda la aplicación activa del sistema adhesivo autograbante sobre esmalte dental.
- Se recomienda realizar más estudios en los adhesivos usados que permitan corroborar la información obtenida sobre la fuerza de adhesión de los sistemas adhesivos autograbadores con grabado ácido previo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Christensen G. Self Etching Systems are Here. Journal of American Dental Association. 2001 July; 132:1041-1043
2. Abreu R. Adhesión en Odontología Contemporánea (2002). Portal de Odontología online <[www.odontologia-online.com](http://www.odontologia-online.com)> [consultado 08 de Setiembre 2008]
3. Vargas O. Sistemas contemporáneos de adhesión en odontología. Portal Encolombia <[www.encolombia.com/scodb2-adhesion8.htm](http://www.encolombia.com/scodb2-adhesion8.htm)> [consultado 08 de Setiembre 2008]
4. Padrós E; Padrós J; Manero J. Los Fastidiosos Enigmas de la Adhesión Dentinaria. Nuevas Reflexiones. Ideas y Trabajos Odontoestomatológicos. 2000; 1(1):8-37
5. Perdigão J; Gomes G; Gondo R; Fundingsland J. In vitro bonding performance of all in one adhesives. Part I. Microtensile Bond Strengths. Journal of adhesive dentistry 2006;8:367-373
6. Knobloch L; Gailey D; Azer S; Johnston W; Clelland N; Kerby R. Bond strengths of one- and two-step self-etch adhesive systems. Journal of Prosthetic Dentistry. 2007;97:216-22
7. Rotta M; Bresciani P; Moura S; Miranda R; Hilgert L; Baratieri L; Loguercio A; Reis A. Effects of phosphoric acid pretreatment and substitution of bonding

- resin on bonding effectiveness of self etching systems to enamel. Journal of adhesive dentistry 2007;9:537-546
8. Soares C; Guimarães C; Freitas P; Soares A. Effects of previous treatments on bond strength of two self-etching adhesive systems to dental substrate. Journal of adhesive dentistry 2007;9:291-296
  9. Carpena G; Greenhalgh D; Klaus P; Mussi G; Widmer N. Enamel Acid Etching. A Review. Compendium. January 2007;28(1):18-25
  10. Moura S; Pelizzaro A; Dal Bianco K; de Goes M; Loguercio A; Reis A; Miranda R. Does the acidity of the self etching primer affect bond strength and surface morphology of enamel? Journal Adhesive Dentistry. 2006;8:75-83
  11. Perdigão J. Adesivos dentales: Últimos avances. Website de Dentsply <<http://www.dentsply.es/Noticias/clinica0801.htm>>. [Consultado el 20 de Setiembre del 2008]
  12. Carpenha G; Perdigão J; Lopes M; Cardoso L; Baratieri L; Monteiro S. Dentin bond strengths of simplified adhesives. Effects of dentin depth. Compendium. June 2006 Vol. 27, No. 6.
  13. Schwartz, R; Summitt, J; Robbins, J. Fundamentos en Odontología Operatoria un logro contemporáneo. Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica. Primera edición 1999.
  14. Otamendi C. Efecto de los compuestos eugenólicos en los materiales utilizados en endodoncia sobre la unión de los sistemas adhesivos (2003). Web site de Dr.

- CarlosBoveda<[http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado\\_35.htm](http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_35.htm)> [Consultado 5 de Octubre 2008]
15. Abreu R. Restauraciones adhesivas directas en dientes posteriores (2002). Portal de odontología: Odontología On Line. <[www.odontología-online.com](http://www.odontología-online.com)> [Consultado el 5 de Octubre de 2008].
  16. Abreu R. Resinas compuestas en el futuro, Portal de odontología: Odontología On Line. <[www.odontología-online.com](http://www.odontología-online.com)> [Consultado el 5 de octubre de 2008]
  17. Filtek P90 / P90 System Adhesive. Brochure de información de producto. 3M ESPE.
  18. Bertoldi A. Odontología Restauradora y Salud Pulpar (2001) Portal de odontología red dental. <<http://www.red-dental.com/ot003101.htm>> [Consultado el 5 de Octubre de 2008]
  19. Oliveira S; Pugach M, Hilton Joan; Watanabe L. The influence of dentin smear layer on adhesion: A self-etching primer vs. a total etch system. Dental Materials 19 (2003) 758–767.
  20. Roque A; Bahamondes V; Moncada G. Influencia de la orientación de los prismas del esmalte en la resistencia al cizallamiento de dos sistemas adhesivos. Revista Dental de Chile 2007; 99(3):3-7.
  21. Christensen G. Bonding to dentin and enamel. Where does it stand in 2005? Journal of The American Dental Association. September 2005; Vol. 136:1299-1302.



22. Cachuté T; Favá M. Bond strength of adhesive systems to human tooth enamel. *Brazilian Oral Research*. 2007;21(1):4-9
23. Kugel G; Ferrari M. The Science Of Bonding: From First To Sixth Generation. *Journal of The American Dental Association*. June 2000.Vol 131:20-25
24. Aguilera A; Guachalla J; Urbina G; Sierra M; Valenzuela V. Sistemas Adhesivos de autograbado. *Revista Dental de Chile*. 2001; 92 (2): 23- 28
25. Laxe L; Brum S; Oliveira R; Goyata F. Sistemas Adesivos Autocondicionantes. *International Journal Of Dentistry, Recife*, Jan/Mar 2007;6(1): 25- 29
26. Van Landuyt K L; Kanumilli; De Munck J; Peumans M; Lambrechts P; Van Meerbeek B. Bond strenght of a mild self etch adhesive with and without prior acid etching. *Journal of Dentistry* 2006 34, 77–85
27. Miguez P; Castro P; Nunes M; Walter R; Pereira P. Effect of Acid etching on the enamel bond of two self etching systems. *Journal of adhesive dentistry* 2003;5:107-112
28. Brackett M; Brackett W; Haisch L. Microleakage of class V resin composites placed under self etched resins: effect of prior enamel etching. *Quintessence International*. 2006.37(2):111-113
29. Gèneve Gregoire; Ahmed Y. Evaluation of the Enamel capacity of six contemporary self etching adhesives. *Journal of dentistry* 2007; 35: 388–397.
30. Pashley D; Tay F. Aggressiveness of contemporary self etching adhesives. Part II: etching effects on unground enamel. *Dental Materials*. 2001;17:430-444

31. Ando S; Watanabe T; Tsubota K; Yoshida T; Irokawa A; Takamizawa T; Kurokawa H; Miyasaki M. Effect of adhesive application methods on bond strength to bovine enamel. *Journal of Oral Science* 2008; 50(2) 181-186.
32. Goracci C; Tranchesi F; Monticelli F; Capel P; Ferrari M. Microtensile bond strength of self-etching adhesives to enamel and dentin. *Journal of Adhesive dentistry* 2004;6:313-318.
33. Dias W; Pereira P; Swift E. Effect of surface preparation on microtensile bond strength of three adhesive systems to bovine enamel. . *Journal of Adhesive dentistry* 2004; 6:279-285.
34. Abo T; Uno S; Sano H. Comparison of bonding efficacy of an all-in-one adhesive with a self etching primer system.
35. Kultermann G. Oriéntese dentro de la jungla de adhesivos. *Revista Expertise 3M ESPE*. Octubre 2006;9:4-6
36. Tay F; Pashley D. Have dentin adhesives become too hydrophilic? *Journal of the Canadian Dental Association*. December 2003; 69(11):726-731
37. Barajas L; Barceló F. Estudio comparativo de adhesión a dentina por medio de resistencia al desalojo por empuje entre sistemas con y sin grabado ácido. *Revista Odontológica Mexicana*. 2007; 11(4): 181-184
38. Perdigao J. New Developments in dental Adhesion. *Dental Clinics of North America* 2007;51:333–357.

39. Padrós Serrat J; Monterrubio M; Padrós E. Adhesivos Autograbantes ¿Grabar o no Grabar? Revista del Consejo de Odontólogos y Estomatólogos. 2003;8(4):363-375
40. Barkmeier W; Erickson R; Latta M; Wilwerding T. Effects of a Self-Etch Adhesive and Phosphoric Acid on Enamel. University Medical Centre, School of Dentistry Omaha, NE,USA. 2006
41. Endo T; Finger W; Hoffmann M. Comparative evaluation of all-in-one application adhesives. The IADR/AADR/CADR 83rd General Session. 2005
42. Brackett W; Pashley D. Microtensile bond strength to dentin and enamel. A comparison of Cabrio CQ, PQ1, Single Bond Plus, iBond, Adper Prompt L-Pop, Xeno III, Clearfil S Bond and G-Bond. Medical College of Georgia. School of Dentistry 2005.
43. Erdrich A; Hoffmann M; Kastrati A, Grundler A; Pitel M. Shear Bond Strengths Comparison for "All-in-One" Adhesives Applied by Dental Practitioners. . The IADR/AADR/CADR 83rd General Session. 2005.
44. Bouillaguet S. Biological risks of resin based materials to the dentin pulp-complex. Critical Reviews in Oral Biology and Medicine 2004 January 1;15(1):47-60.
45. Purk J; Healy M; Dusevich V; Glaros A; Eick J. In Vitro microtensile bond strength of four adhesives tested at the gingival and pulpal walls of class II restorations. Journal of the American Dental Association. October 2006; 137(10): 1414–1418.

46. Perdigao J; Geraldeli S; Hodges J. Total Etch vs Self Etch adhesive. Effects on postoperative sensitivity. Journal of the American Dental Association. December 2003; 134:1621-1629
47. Baena M; Coelho M; Correr L; Consani S. Comparative study of the dental substrate used in shear bond strength tests. Pesquisa Odontologica Brasileira. 2003;17(2):171-5
48. Souza-Zaroni; Seixas L; Ciccone-Nogueira J; Chimello D; Palma-Dib R. W. Tensile bond strengths of different adhesives systems to enamel and dentin. Brazilian Dental Journal (2007) 18(2): 124-128.
49. Borges M; Matos I; Dias K. Influence of two self etching primers on enamel adhesion. Brazilian Dental Journal 2007 18(2): 113-118.
50. Morsy A. Talic Y. The effect of thermocycling on the adhesion of self etching adhesives on dental enamel and dentin. The Journal of contemporary Dental Practice. February 2007; 8(2):1-11
51. Saavedra P. Comparación in vitro del grado de Resistencia adhesiva de los sistemas de adhesión single bond y Adper Single Bond 2. Tesis para optar al grado de cirujano dentista. Universidad de Chile 2006.
52. Vasconcellos W; Susin A; Vaz L; Oliveira O. Tensile bond strength: evaluation of four current adhesives systems in abraded enamel and deep dentin. The Journal Of Indian prosthodontic society. June 2007; 7(2): 77-80

53. Fouad Y. Immediate and 24-hours bond strengths of two dental adhesive systems to three tooth substrates. *The Journal of contemporary Dental Practice*. November 2003; 4(4):1-6
54. Pilecki P; Stone D; Sherriff M; Watson T. Microtensile bond strengths to enamel of self etching and one bottle adhesive systems. *Journal of Oral Rehabilitation* 2005 32; 531–540.
55. Torii Y; Ito K; Hikasa R; Iwata S; Nishitani Y. Enamel tensile bond strength and morphology of resin enamel interfase created by acid etching system with or without moisture and self etching primer system. *Journal of Oral Rehabilitation* 2002 29; 528–533.
56. Buonocore M. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *Journal of dental Research*. December; 34(6): 849-853.
57. Hashimoto M; Ohno H; Yoshida E; Hori M; Sano H; Kaga M; Oguchi H. Resin-enamel bonds made with self etching primers on ground enamel. *European Journal of Oral Science*. 2003;111: 447–453.
58. Abdalla A. Microtensile and tensile bond strength of single bottle adhesives: a new test method. *Journal of Oral Rehabilitation* 2004 31; 379–384.
59. Courson F; Bouter D; Ruse N; Degrance M. Bond strengths of nine current dentin adhesive systems to primary and permanent teeth. *Journal of Oral Rehabilitation* 2005 32; 296–303.

60. Söderholm K; Soares F; Argumosa M; Loveland C; Bimstein E; Guelmann M. Shear bond strength of one etch-and-rinse and five self-etching dental adhesives when used by six operators. *Acta Odontologica Scandinavica*. 2008; 66: 243\_249.
61. Al-Nahedh H. Effect of Different Bonding Conditions on the Shear Bond Strength of Two Compomers to Bovine Dentin. *The Journal of contemporary Dental Practice*. 2006; 7(4):1-9.
62. Pashley D. The evolution of dentin bonding from no-etch to total-etch to self-etch. *Adhesive Technology Solutions*, Kuraray. October 2002.
63. Oliveira W; Pagani C; Rodrigues J. Comparação da adesividade de dois sistemas adesivos autocondicionantes em esmate de dentes bovinos. *Revista da Faculdade de Odontologia São José dos Campos*. Maio/Agosto 2001;4(2) v.4, 43-50.
64. Perdigão J; Gomes G; Lopes M. Influence of conditioning time on enamel adhesion. *Quintessence International*. 2006; 37(1):35-41
65. Schulze K; Oliveira S; Wilson R; Gansky S; Marshall G; Marshall S. Effect of hydration variability on hybrid layer properties of a self-etching versus an acid-etching system. *Biomaterials* 2005;26:1011–1018
66. Carrillo C. Capa híbrida. *Revista Asociación Dental Mexicana*. 2005;63(5):181-184.
67. Orban. *Histología y Embriología Bucal de Orban*. Ed. El Ateneo S.A. 1986. (9ª ed). Cap 3.

68. Abramovich, Abraham Histología y embriología dentaria. 1999.2da edición.  
Editorial Medica Panamericana S.A. Argentina p. 118-149
69. Puentes H., Rincón L. Caracterización química y mecánica parcial de dientes incisivos de bovino como posible modelo de estudio de materiales dentales.  
Rev. Federación Odontológica Colombiana. 2004; 20: 9-19.
70. Posada M; Sánchez C; Jaime G; Peláez A; Restrepo L; López J. Dientes de bovino como sustitutos de dientes humanos para su uso en la odontología.  
Revisión de literatura. Revista CES Odontología. 2006; 19 (1): 63-68.
71. Pimentel F; Perlatti P; Suga R; Marins de Carvalho R. Testes mecânicos para a avaliação Laboratorial da união resina/dentina. Rev. Fac. Odontol Bauru. 2002; 10(3):118-27
72. Albaladejo A. Estudio in vitro de factores que afectan la durabilidad de la unión esmalte dentina. Tesis para obtener el grado de Doctor en Estomatología Universidad de Granada. 2006
73. Salazar G. Estudio del efecto de la aplicación de dos soluciones desinfectantes sobre la adhesión. Tesis para obtener el Título Profesional de Cirujano Dentista. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2006
74. Nima G. Fuerza de adhesión in Vitro de cinco sistemas adhesivos y un cemento autograbadador – autoadhesivo sobre la dentina del canal radicular y coronal superficial. Tesis para obtener el Título Profesional de Cirujano Dentista. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2006.

## ANEXOS

**TABLA I.** Ficha de recolección de datos para los sistemas adhesivos experimentales

Sistemas Adhesivos Autograbantes	Especímenes	Sin grabado ácido previo	Grabado ácido previo				Fuerza de Adhesión en N por tracción con microtensiómetro	Fuerza de Adhesión en MPa por tracción con microtensiómetro
				Ancho	Largo	Area Total		
Futurabond NR	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	7							
	8							
	9							
	10							
	11							
	12							
	13							
	14							
	15							
	16							
	17							
	18							
	19							
	20							
	21							
	22							
	23							
	24							
	25							
	26							
	27							
	28							
	29							
	30							

Media			
Desviación estándar			
Coeficiente de variabilidad			
Mediana			



Sistemas Adhesivos Autograbantes	Especímenes	Sin grabado ácido previo	Grabado ácido previo				Fuerza de Adhesión en N por tracción con microtensiómetro	Fuerza de Adhesión en MPa por tracción con microtensiómetro
				Ancho	Largo	Area Total		
Go!	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	7							
	8							
	9							
	10							
	11							
	12							
	13							
	14							
	15							
	16							
	17							
	18							
	19							
	20							
	21							
	22							
	23							
	24							
	25							
	26							
	27							
	28							
	29							
	30							

Media			
Desviación estándar			
Coefficiente de variabilidad			
Mediana			

Sistemas Adhesivos Autograbantes	Especímenes	Sin grabado ácido previo	Grabado ácido previo				Fuerza de Adhesión en N por tracción con microtensiómetro	Fuerza de Adhesión en MPa por tracción con microtensiómetro
				Ancho	Largo	Area Total		
Adper Easy Bond	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	7							
	8							
	9							
	10							
	11							
	12							
	13							
	14							
	15							
	16							
	17							
	18							
	19							
	20							
	21							
	22							
	23							
	24							
	25							
	26							
	27							
	28							
	29							
	30							

Media			
Desviación estándar			
Coefficiente de variabilidad			
Mediana			

Sistemas Adhesivos Autograbantes	Especímenes	Sin grabado ácido previo	Grabado ácido previo				Fuerza de Adhesión en N por tracción con microtensiómetro	Fuerza de Adhesión en MPa por tracción con microtensiómetro
				Ancho	Largo	Area Total		
OneCoat Bond	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	7							
	8							
	9							
	10							
	11							
	12							
	13							
	14							
	15							
	16							
	17							
	18							
	19							
	20							
	21							
	22							
	23							
	24							
	25							
	26							
	27							
	28							
	29							
	30							

Media			
Desviación estándar			
Coefficiente de variabilidad			
Mediana			

TABLA II. Ficha de recolección de datos para el grupo control

Sistema Adhesivo	Especímen	Área			Fuerza de Adhesión en N por tracción con microtensiómetro	Fuerza de Adhesión en MPa por tracción con microtensiómetro
		Ancho	Largo	Total		
All Bond 2	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
	8					
	9					
	10					
	11					
	12					
	13					
	14					
	15					
	16					
	17					
	18					
	19					
	20					
	21					
	22					
	23					
	24					
	25					
	26					
	27					
	28					
	29					
	30					

Media			
Desviación estándar			
Coefficiente de variabilidad			
Mediana			



Foto 1. Microtensiómetro Microtensile Tester (BISCO)



Foto 2. Máquina de Cortes tipo ISOMET