

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN- TACNA**

**Facultad de Ciencias de la Salud**

**Escuela Académico Profesional de Odontología**

**EVALUACIÓN DE LA SUPERFICIE DE ESMALTE TRATADO CON UN  
AGENTE CONDICIONANTE Y UN SISTEMA ADHESIVO AUTOGRABANTE.  
ESTUDIO POR MICROSCOPIO ELECTRÓNICO  
DE BARRIDO. TACNA-2013**

**TESIS**

Presentada Por:

**Bach. Gabriela Natalia Basurto Yatto**

Para optar el Título Profesional de:

**CIRUJANO DENTISTA**

**TACNA- PERU**

**2013**

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN- TACNA**

**Facultad de Ciencias de la Salud**

**Escuela Académico Profesional de Odontología**

**EVALUACIÓN DE LA SUPERFICIE DE ESMALTE TRATADO CON UN AGENTE  
CONDICIONANTE Y UN SISTEMA ADHESIVO AUTOGRABANTE.  
ESTUDIO POR MICROSCOPIO ELECTRÓNICO  
DE BARRIDO. TACNA-2013**

**TESIS**

Presentada Por:

**Bach. GABRIELA NATALIA BASURTO YATTO**

Para optar el Título Profesional de:

**CIRUJANO DENTISTA**

Aprobada por UNANIMIDAD ante el siguiente jurado:



Dr. Luis Alberto Marico Cohaila

**PRESIDENTE**



Mgr. Jaime Bárcena Taco

**MIEMBRO**



Dr. Alejandro Aldana Cáceres

**MIEMBRO**



C.D. Edgardo Javier Berrios Quina

**ASESOR**

## **DEDICATORIA**

A Dios por acompañarme todos los días de mi vida, por ser mi guía, por darme fortaleza a seguir adelante a pesar de todos los obstáculos presentados, por darme su amor y la fe que necesito.

A mis padres por brindarme su amor, por sus consejos, valores por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien. Gracias a mis hermanos por su apoyo y comprensión.

Gracias a todos mis familiares y amigos, que estuvieron siempre conmigo apoyándome.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi asesor el C.D. Edgardo Javier Berrios Quina por su apoyo y asesoría en la realización del presente trabajo de investigación.

Al ingeniero Julián Nieto por permitirme el uso de los laboratorios de la Escuela de Metalurgia.

Al prof. Mario Alberto Matos Peña por su trabajo estadístico, por su paciencia y comprensión.

Muchas Gracias

## **CONTENIDO**

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN.....	1

## **CAPITULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

1. FUNDAMENTOS Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	7
3. JUSTIFICACIÓN.....	8
4. OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE.....	10

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	12
2.1. INTERNACIONALES.....	12
2.2. NACIONALES.....	20
3. BASES TEÓRICAS.....	21
3.1. ESMALTE.....	21
3.2. UNIÓN AL ESMALTE.....	23
3.3. ADHESIÓN A ESMALTE.....	24
3.4. ADHESIVOS DENTINARIOS.....	28
3.5. ADHESIVOS AUTOGRABABLES.....	29
3.6. ACONDICIONAMIENTO.....	35
3.7. TÉCNICA DE GRABADO ÁCIDO.....	36
3.8. TRATAMIENTO ADHESIVO DEL SUSTRATO ADAMANTINO...	38
3.9. MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO.....	42
4. DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE TERMINOS.....	44

**CAPÍTULO III**  
**METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

3.1. TIPO DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	46
3.2. MUESTRA.....	46
3.3. CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	48
3.3.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN.....	48
3.3.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.....	48
3.4. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS...	48
3.5. PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS.....	49
3.6. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	52

**CAPÍTULO IV**  
**RESULTADOS**

RESULTADOS.....	54
DISCUSIÓN.....	61

**CAPÍTULO V**  
**DISCUSIÓN Y COMENTARIOS**

CONCLUSIONES.....	68
RECOMENDACIONES.....	69
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
ANEXOS.....	76

## RESUMEN

La presente investigación evalúa el efecto que producen dos agentes condicionantes sobre la superficie del esmalte. Fueron evaluadas 20 piezas dentales humanas sanas y recientemente extraídas a quienes se les aplicó un agente condicionante y un sistema adhesivo autograbante. Los especímenes se dividieron en 2 grupos de 10 aleatoriamente y fueron seccionados, se les aplicó los dos agentes, posteriormente observados por medio del Microscopio Electrónico de Barrido. El objetivo del estudio fue determinar si existen diferencias significativas en el efecto de la aplicación de un agente condicionante en comparación con un Sistema Adhesivo autograbante sobre la superficie del esmalte. La valoración estadística se hizo mediante la prueba de d'ocima de Kolmogorov-Smirnov Z, la cual nos dio como resultado que el efecto de la aplicación del agente condicionante así como el sistema adhesivo autograbante tienen los mismos efectos en la superficie del esmalte ( $p > 0,05$ ) no significativo.

Se concluye que los dos agentes no presentan diferencias significativas al colocarlos sobre la superficie del esmalte.

## ABSTRACT

The present investigation evaluates the effect that two determining agents produce on the surface of the enamel. 20 pieces were evaluated dental human healthy and recently extracted to whom autograbante applied to them a determining agent and an adhesive system. The specimens divided in 2 groups of 10 aleatoriamente and were cut, there were applied they both agents, later observed by means of the M.E.B. The aim of the study is to determine if significant differences exist in the effect of the application of a determining agent in comparison with an Adhesive System autograbante on the surface of the enamel. The statistical valuation was done by means of the test of d'ocima of Kolmogorov-Smirnov Z, which gave to us as result that the effect of the application of the determining agent as well as the adhesive system autograbante have the same effects in the surface of the enamel ( $p > 0,05$ ) not significantly.

One concludes that both agents do not present significant differences on having placed them on the surface of the enamel.

## INTRODUCCIÓN

Los materiales adhesivos han 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.<sup>1</sup>

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 que aparentemente producen una adhesión débil a esmalte, provocan 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 el efecto de la aplicación de un agente condicionante o un Sistema Adhesivo autograbante sobre la superficie del esmalte. El presente trabajo se compone de cinco capítulos. En el capítulo I de esta tesis se formula el planteamiento del problema, indicándose el objetivo general, los objetivos específicos y la justificación de la investigación. En el capítulo II mencionamos el fundamento teórico.

Luego el capítulo III determinamos el proceso metodológico que se llevó a cabo para la realización del presente trabajo. En el capítulo VI se exponen

los resultados en 04 cuadros y 03 gráficos respectivamente interpretados. Finalmente en el capítulo V se presentan la discusión y las recomendaciones del estudio.

## **CAPITULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

#### **1. FUNDAMENTOS Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

##### **1.1.- DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

La Odontología actual exige cada vez el uso de materiales con mejores propiedades mecánicas y estéticas para el proceso de restauración de piezas dentarias con lesiones cariosas. Por lo que resulta de singular importancia el conocimiento de los agentes empleados sobre las superficies dentarias durante dichos procesos restauradores, es por ello que se requiere comparar el efecto que tiene sobre esmalte el uso de un agente condicionante o grabador convencional como el ácido fosfórico al 37%, en relación a un sistema adhesivo autograbante, ambos luego de la preparación cavitaria; esto para ver cuál de ellos proporciona la superficie más apropiada para la adhesión.

Las resinas compuestas no poseen unión directa a la pieza dentaria, para esto se ha desarrollado la técnica de grabado ácido total y el uso de los adhesivos a esmalte y dentina.

La técnica de grabado ácido total, tiene como objetivo crear microporosidades en la estructura dentaria, tanto en esmalte como en dentina. En esmalte el patrón de grabado permite a la resina compuesta introducirse en esta superficie irregular creando una traba micromecánica.

En la dentina, esta técnica no ha dado los mismos resultados que en el esmalte, debido principalmente a su diferencia estructural. En la dentina en comparación con el esmalte, hay un aumento de la materia orgánica y del contenido de agua, con una disminución del componente inorgánico.

Para lograr la unión de la resina compuesta a la dentina, fueron desarrollados los adhesivos dentinarios, los cuales permiten que la dentina tenga afinidad con el material restaurador.

Los adhesivos dentinarios se han ido desarrollando en el tiempo, teniendo como objetivo principal, lograr una unión íntima entre la dentina y la resina compuesta, sin la presencia de una interfase o brecha entre ambos componentes, de manera de impedir la filtración marginal, haciendo las restauraciones más duraderas en

el tiempo. La filtración marginal de la restauración favorece la aparición de caries recidivante que finalmente provocaría la pérdida de la restauración y el fracaso de la técnica adhesiva.

Actualmente las investigaciones se han centrado principalmente en el perfeccionamiento de la unión entre la dentina y el adhesivo, lo que ha provocado la aparición de nuevos sistemas adhesivos que en teoría logran este objetivo, surgiendo así los sistemas adhesivos autograbantes o de 6ta. Generación, los que según sus fabricantes no necesitan de un condicionamiento ácido previo del esmalte, y son considerados por algunos como alternativa eficaz para asegurar una adhesión duradera y un buen sellado marginal en las restauraciones con resina compuesta.

Es así que nuestro estudio pretende determinar cuál Sistema Adhesivo, permitirá obtener la superficie de esmalte más apropiada para la adhesión de restauraciones con resina compuesta, aumentando así las posibilidades de una unión adhesiva más resistente y con menos fallas, lo cual a su vez asegurará un mejor desempeño clínico de dichas restauraciones.

## **1.2.- FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Existen diferencias en la aplicación de un agente condicionante o un Sistema Adhesivo autograbante, sobre la superficie del esmalte?

## **2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Evaluarsi existen diferencias significativas en la aplicación de un agente condicionante en comparación con un Sistema Adhesivo autograbante sobre la superficie del esmalte.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar el efecto de aplicación de un agente condicionante sobre la superficie de esmalte.
- Determinar el efecto de aplicación de un Sistema Adhesivo autograbante sobre la superficie del esmalte.
- Comparar las diferencias que existen entre el efecto de aplicación de un agente condicionante y un Sistema Adhesivo autograbante, sobre la superficie de esmalte.

### **3. JUSTIFICACIÓN**

Es parcialmente original porque existen otros estudios al respecto, pero el tema no se ha abordado en la localidad y será beneficioso para comparar el efecto de agentes condicionantes sobre la superficie del esmalte.

Tiene relevancia científica porque al realizar un estudio in vitro podemos demostrar cuales son los efectos en la superficie del esmalte al ser tratado con el agente condicionante ácido fosfórico, en comparación con el Sistema Adhesivo Autograbante.

Tiene relevancia social porque en el momento actual donde la Odontología Adhesiva ha cobrado particular preponderancia, es deber del Odontólogo realizar dichas restauraciones con un desempeño clínico satisfactorio, siendo una forma de conseguirlas a través de una adhesión resistente y sin fallas marginales; todo ello en beneficio de la salud de las personas a través de un mejor desempeño profesional del odontólogo mediante el conocimiento de mejores técnicas restauradoras adhesivas.

Tiene relevancia académica porque contribuye a obtener información relevante para las áreas de Operatoria Dental y Biomateriales Dentales, dicha información obtenida contribuirá a comentar, proyectar, desarrollar o apoyar futuras investigaciones relacionadas.

Además existe el interés personal, motivación y curiosidad por la investigación con el objetivo de encontrar una mejor técnica restauradora que disminuya o elimine la posibilidad de presencia de fallas adhesivas en los procedimientos con resina compuesta.

El estudio es viable porque se cuenta con la disponibilidad de unidades de estudio y recursos necesarios para realizar la investigación, desde que Buonocore en 1955 introdujo el ácido fosfórico para el grabado de la superficie dentaria se logró mayor receptividad para la adhesión y que la odontología hubiera progresado y mejorado en las técnicas restaurativas.<sup>1</sup>

Este trabajo propone tratar uno de los factores que interviene decididamente en la longevidad de los procedimientos restauradores adhesivos, señalando así como apuntar nuevos caminos o desafíos para la obtención de restauraciones adhesivas más durables.

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 cuál 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.

#### 4. OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE

<b>Variable investigativa</b>	<b>indicadores</b>	<b>Sub indicadores (ordinal)</b>
Superficie de esmalte tratado	Patrón de condicionamiento sobre esmalte*	Tipo I Tipo II Tipo III

**\*Patrón de condicionamiento sobre esmalte (Silverstone en 1975):**

Tipo I: En el cual hay disolución predominante de los núcleos del prisma de esmalte.

Tipo II: En el cual hay disolución predominante de la periferia del prisma de esmalte.

Tipo III: En el cual no se hace evidente ninguna estructura prismática en esmalte

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

##### 2.1.1. INTERNACIONALES

- **R. Frankenberger et al.**, en el año 2001 realizaron un estudio *in vitro*, donde compararon un adhesivo autograbante (Prompt L-Pop de 3M ESPE) con dos adhesivos de grabado ácido total (EBS Multi de ESPE y Prime & Bond NT de DentsplyCaulk), en cuanto a su resistencia adhesiva, donde la aplicación de varias capas de adhesivo autograbante no presenta diferencias significativas en la fuerza adhesiva en comparación con los adhesivos de grabado ácido total. A la vez se analizó mediante Microscopio Electrónico de Barrido, la capa híbrida formada por estos distintos sistemas adhesivos, la que resultó ser bastante similar en todos los casos.<sup>2</sup>

- **Berrios Quina E. Porto Neto S.**, en su estudio” **Microscopía electrónica de barrido en esmalte tratado con fresa. aire abrasivo y ácido**”. Brasil-2001: Evaluaron las alteraciones morfológicas en esmalte después de haber realizado preparaciones cavitarias clase I utilizando fresa, sistema de aire abrasivo solo y aire abrasivo más grabado ácido. 60 terceros molares fueron distribuidos aleatoriamente en tres grupo de 20 dientes. El análisis cualitativo de las fotomicrografías permitió concluir: 1. Las superficies tratadas con fresa muestran un patrón irregular no apropiado para la unión directa con resina compuesta. 2- las superficies de esmalte tratadas con sistema de aire abrasivo solo mostraron un patrón no apropiado para la unión directa con resina compuesta. 3- las superficies de esmalte tratadas con sistema de aire abrasivo más grabado con ácido fosfórico, mostraron superficies con patrones de grabado tipo II y III, en mayor cantidad que el patrón tipo I.<sup>3</sup>
- **Lidia Ernestina Trigueros**, en su tesis **“Análisis comparativo de la filtración marginal entre los composites de aplicación directa condensables e híbridos. Quito-2003.”**, de carácter laboratorial, utilizando 90 piezas dentarias

(terceros molares y primeros premolares superiores e inferiores, extraídos por razones ortodóncicas) divididas en 9 grupos de 10 piezas dentarias cada uno, llega a la conclusión de que el acondicionamiento ácido de la superficie dentaria con el ácido fosfórico al 37% demostró ser efectivo. Por lo tanto su efecto es recomendable como complemento indispensable en las preparaciones para restauraciones compuestas en dientes posteriores.<sup>4</sup>

- **María Francisca Sandoval Valdés, en su tesis “Estudio comparativo *in vitro*, al microscopio electrónico de barrido, del efecto sobre la dentina de un sistema adhesivo con grabado ácido total y un sistema adhesivo autograbante. Santiago de Chile-2005”**, empleando para el estudio 8 piezas dentarias, entre terceros molares y premolares, sanos, sin caries. **Concluye:** Existen diferencias significativas en la superficie dentinaria tratada con un adhesivo de sexta generación o autograbante (AdperPrompt 3M ESPE) en comparación con un sistema adhesivo con grabado ácido total (Single Bond 3M ESPE). La diferencia radica en que el adhesivo AdperPrompt no remueve el barro dentinario y se une a la dentina a través de él, no así el

adhesivo Single Bond, el cual remueve completamente el barro dentinario, ya que utiliza la técnica de grabado ácido total. Por lo tanto, se confirma la hipótesis planteada.<sup>5</sup>

- **Rogelio José CougAll-VilChis, Chrisel Zárata Díaz, Masato, KohJiYamamoto. “Efectos de un nuevo agente de autograbado en la resistencia al descementado de los bracketsortodóncicos” España-2008.** Este estudio fue realizado para evaluar los efectos de un nuevo agente de autograbado en la resistencia al descementado de los brackets metálicos. Métodos. Un total de 30 premolares recién extraídos fueron almacenados en solución de timol al 0,2% (wt/vol.) y posteriormente fueron divididos aleatoriamente en dos grupos (n = 15). En el grupo I (control), el esmalte fue autograbado con Transbond Plus SEP, mientras que en el grupo II (experimental) el esmalte fue autograbado con Bond Force. En ambos grupos los brackets fueron adheridos con Transbond XT. La muestra fue almacenada a 37 °C durante 24 h. A continuación, la resistencia al descementado fue mediada (0,5 mm/min). El índice de adhesivo remanente (ARI) también fue analizado. Además, el efecto de los acondicionadores fue observado con el microscopio

electrónico de barrido (SEM). Resultados. No existieron diferencias significativas entre ambos grupos (I:  $22,0 \pm 3,9$  MPa y II:  $20,0 \pm 3,6$  MPa); sin embargo, la resistencia al descementado del grupo experimental fue ligeramente menor. El ARI tampoco mostró diferencias significativas. Las SEM imágenes de las superficies de esmalte acondicionadas con los dos sistemas de autogrado mostraron interesantes patrones de grabado tipo I y tipo II. Conclusiones. El nuevo agente de autogrado no afecta significativamente a la resistencia al descementado y tampoco la cantidad de adhesivo remanente. Por lo anterior, su uso puede ser recomendado como una alternativa para adherir los brackets ortodóncicos. No obstante, su utilización requiere mayor tiempo de aplicación.<sup>6</sup>

- **Montasser y cols., el 2008** en su estudio observaron patrones de grabado más conservadores con los adhesivos autogradores que con la técnica de grabado convencional y llegaron a la conclusión de que dichos adhesivos de última generación producen menos cambios irreversibles en el esmalte.<sup>7</sup>

- **Barkmeier y cols., en el 2009** en su estudio de los adhesivos dentales llegaron a la conclusión que con el uso del ácido fosfórico se obtuvo una mayor rugosidad en la superficie del esmalte que con los sistemas adhesivos autograbadores.<sup>8</sup>
- **Ana Isabel Nicolás Silvente, “Estudio In Vitro del efecto de diferentes métodos de acondicionamiento del esmalte en el recementado de brackets”. Murcia–2010.** Se utilizaron 135 incisivos de los cuales se empleó 80 incisivos para evaluar la fuerza adhesiva y los restantes 55 incisivos para llevar a cabo las observaciones de los cambios de la superficie del esmalte al MEB. Cada uno de estos dientes fue seccionado a nivel del cuello dentario con una fresa de diamante, se usó la parte coronal y se desechó la porción radicular. Resultados, al examinar la superficie del esmalte al MEB en el primer acondicionamiento se pudo observar la existencia de porosidades en el esmalte de todos los grupos. El patrón de grabado obtenido en los dos grupos del ácido fosfórico fue similar, en el grupo del adhesivo autograbador observaron una menor rugosidad en el esmalte que en los grupos tratados con ácido fosfórico, mientras que el patrón de grabado producido por el NRC fue el más conservador.<sup>9</sup>

- **María José Donoso, “Evaluación al microscopio electrónico de barrido de la influencia del NaClO sobre la superficie del esmalte como procedimiento previo a la aplicación de dos diferentes tratamientos adhesivos. Quito-2011”.** Este estudio pretendió a través de observaciones al MEB, determinar las características topográficas y modificación de la superficie de esmalte tras la desprotección de hipoclorito de sodio al 5.25% durante 60 segundos comparándolo a la aplicación convencional de ácido fosfórico por 15 segundos. Los resultados tras un análisis estadístico del área que muestra una topografía de patrón de acondicionamiento tipo I y II o ausencia de este revelaron que las superficies tratadas con hipoclorito de sodio previo al grabado ácido, presentaron mayores áreas de superficie con patrón de acondicionamiento al compararlo con las superficies tratadas únicamente con ácido fosfórico. Llega a la siguiente conclusión: Al MEB se determinó que el procedimiento de aplicación del hipoclorito de sodio durante 60 segundos sobre la superficie del esmalte como método previo a la aplicación del ácido fosfórico se constituye como un procedimiento favorable en los procesos adhesivos debido a la presencia de

mayor porcentaje de áreas en las que se observó la ausencia de acondicionamiento de las superficies.<sup>10</sup>

- **Alaia Berasategi Lertxundi en su estudio Sistemas adhesivos autograbantes. España-2011.** Los adhesivos de autograbado ofrecen un avance significativo en la reducción de pasos con relación a los de grabado ácido, además de los beneficios ya conocidos de adhesión a esmalte y dentina en su uso clínico. El objetivo de esta revisión es recopilar los conocimientos actuales referentes a los nuevos sistemas adhesivos autograbantes (self-etching), valorar la eficacia de la previa aplicación del grabado ácido y compararlos con los sistemas adhesivos tradicionales. Llega a la conclusión de que en las pruebas de microfiltración marginal, está comprobado que el empleo del adhesivo en la técnica recomendada por el fabricante conduce a un patrón de filtración en el esmalte que parece corroborar la menor eficacia de estos adhesivos en este nivel. El grabado de la cavidad muestra un patrón mucho más satisfactorio, y un sellado marginal en el esmalte altamente fiable.<sup>11</sup>

### 2.1.2. NACIONALES

- **Vanesa Elizabeth Suaquita Lupaca, “Fuerza de adhesión de una resina compuesta indirecta con diferentes tratamientos de superficie utilizando un cemento autoadhesivo sobre esmalte. Estudio in vitro. Lima- Perú- 2007.”**, se utilizaron 18 dientes de bovino. Se construyeron bloques de resina con moldes de nylon mediante la técnica incremental oblicua. Se dividieron en seis grupos en función al tratamiento de superficie sobre el bloque de resina polimerizada: Grupo I (grabado ácido ortofosfórico 35%), Grupo II (grabado ácido ortofosfórico 35%+ Silano), Grupo III (microarenado con  $AL_2O_3$ ), Grupo IV (microarenado con  $AL_2O_3$  + Silano), Grupo V (ningún tratamiento de superficie), Grupo VI RelyX ARC (microarenado + sistema adhesivo convencional). Después de sumergir los dientes cementados por 24 horas en agua destilada, se efectuaron los cortes milimétricos y se obtuvieron por cada grupo de trabajo 30 especímenes, los cuales fueron sometidos a la prueba de microtensión a una velocidad de 0.5 mm/min hasta producirse la falla. En los resultados el Grupo V (ningún tratamiento de superficie) y Grupo III (microarenado) presentaron la mayor

fuerza de adhesión (40.04MPa) y (38.92 MPa), respectivamente, mientras que el Grupo I (grabado con ácido ortofosfórico) obtuvo el valor más bajo (32.06 MPa). Llega a la siguiente conclusión: El tratamiento con ácido ortofosfórico disminuyó significativamente la fuerza de adhesión comparada con el microarenado con óxido de aluminio.

La mayor fuerza de adhesión presentó el grupo que no recibió ningún tratamiento de superficie.

No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos de superficie utilizando un cemento autoadhesivo con la fuerza de adhesión de una resina compuesta indirecta tratada con microarenado-agente adhesivo convencional y un cemento resinoso dual sobre esmalte.<sup>12</sup>

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. ESMALTE**

#### **2.2.1.1. Definición:**

El esmalte dental o tejido adamantinado, es una cubierta de gran pureza, compuesto por Hidroxiapatita (mineral más duro del cuerpo humano y también presente, pero en menor densidad, en huesos) que recubre la corona de los órganos

dentarios, afectando a la función masticatoria. Por lo tanto, está en relación directa con el medio bucal por su superficie externa, y con la dentina subyacente por su superficie interna. En el cuello tiene relación inmediata o mediata con el cemento que recubre la raíz, siendo extremadamente delgado a este nivel y aumentando su espesor hacia las cúspides, donde alcanza su espesor máximo de 2 a 2,5 mm en piezas anteriores y hasta 3 mm en piezas posteriores.<sup>13</sup>

El esmalte es translúcido de color blanco o gris azulado. El color de nuestros dientes está dado por la dentina, se trasluce a través del esmalte y está determinado genéticamente. Generalmente los dientes presentan un color blanco, excepto en el borde incisal, donde predomina el color gris azulado del esmalte. Debido a que es una estructura cristalina anisótropa, el esmalte es un tejido birrefringente. El esmalte está formado principalmente por material inorgánico (90%) y únicamente una pequeña cantidad de sustancia orgánica (2,9%) y agua (4,5%). El material inorgánico del esmalte es similar a la apatita.<sup>14</sup>

En lo que se refiere a su matriz inorgánica, este tejido está conformado por sales minerales de fosfatos y carbonatos de

calcio que luego del proceso de cristalización se transforman en cristales inorgánicos de hidroxiapatita conocidos como la estructura del esmalte.<sup>15</sup>

#### **2.2.1.2. Unión al esmalte:**

La unión al esmalte grabado es uno de los procedimientos más usados y exitosos de la odontología y es parte rutinaria de la práctica odontológica moderna.<sup>15</sup> El tratamiento superficial del esmalte con ácido como el ácido fosfórico, genera una remoción selectiva de los cristales de hidroxiapatita ocasionando una gran microporosidad y el aumento de la energía superficial que permite que los monómeros hidrofóbicos de los composites se distribuyan fácilmente sobre la superficie y penetren en las microporosidades, los cuales al ser polimerizados forman una fuerte unión micromecánica. Para mejorar la capacidad de los monómeros de humedecer la superficie y penetrar en las microporosidades debido a su mayor viscosidad comparada con la del esmalte, los sistemas adhesivos han incorporado resinas con y sin relleno que actúan como agentes intermediarios entre el esmalte y el composite.

Las uniones que se forman entre un adhesivo polimérico de baja viscosidad y una superficie de esmalte son fundamentalmente de tipo mecánico y dependen de la penetración de la resina en las irregularidades de la superficie del esmalte.<sup>16</sup>

### **2.2.1.3. Adhesión a Esmalte**

El esmalte y la dentina son diferentes desde el punto de vista morfofisiológico, por lo tanto, el mecanismo de adhesión varía entre un substrato y el otro.

El esmalte está constituido un 96% por sales inorgánicas, 2% sustancia orgánica y 2% de agua. La fracción inorgánica está representada en su mayor parte por cristales de hidroxiapatita,  $[Ca_{10} (PO_4)_6(OH)_2]$ . El resto del contenido inorgánico está constituido por elementos traza tales como carbonatos, citratos, sodio, magnesio, hierro, etc.<sup>17</sup>

En los primeros ensayos realizados por Buonocore, en 1955, él propuso el uso de ácido sobre la superficie dentaria antes de la aplicación de una resina acrílica, para hacerla más receptiva a la adhesión.<sup>18</sup> Tras diversos estudios, logró desarrollar una técnica en que al esmalte dentario se le

aplicaba un ácido fosfórico al 85% durante 30 segundos, el cual producía una disolución irregular de su superficie, siguiendo las zonas de menor mineralización de los prismas del esmalte, la que después se lavaba y secaba dejando un área microporosa que permitía una fuerte adhesión micromecánica de la resina acrílica al diente. Esta es conocida actualmente como la “Técnica de Grabado Ácido del Esmalte”, la cual además de dar una buena unión microscópica, permitió disminuir la cantidad de tejido sano a remover en comparación con la confección de cavidades macroscópicamente retentivas.<sup>19</sup> Esta técnica de adhesión a esmalte no fue utilizada en forma rutinaria, sino hasta 20 años después de la primera publicación de Buonocore. Sin embargo, la técnica es ahora bastante común, revolucionando la práctica de la odontología restauradora así como también en otras disciplinas como la odontología estética, preventiva, pediátrica y en ortodoncia.<sup>20</sup> El ácido utilizado actualmente es el ácido ortofosfórico ( $H_3PO_4$ ) el cual es muy compatible con la composición del esmalte que es  $[Ca_{10} (PO_4)_6(OH)_2]$ , a diferencia con otros ácidos que son muy reactivos (ej. ácido sulfúrico o clorhídrico), o poco reactivos (ej. ácido cítrico o

láctico). El ácido ortofosfórico al accionar sobre la hidroxiapatita, lo hace extrayendo calcio, que pasa a formar parte de la solución.<sup>24</sup> La concentración de 37.5% es la más utilizada en la actualidad, ya que se ha visto que concentraciones mayores logran una menor formación de microporos, así como una menor profundidad de grabado, y concentraciones menores del ácido, aumentan la velocidad de formación de éstos (efecto inverso). Respecto al tiempo de aplicación del ácido, no debe ser muy largo, ya que la reacción es autolimitante y se produce una precipitación de fosfato de calcio sobre el esmalte, obliterando los poros, con lo que disminuye la capacidad de unión. Además, retirar esta capa de sales precipitadas es muy difícil, creándose problemas para la adhesión del material restaurador.<sup>18</sup> El lavado del ácido que actuó debe ser por un tiempo adecuado, por lo menos igual o bien superior al de su aplicación y con una fuerza alta para poder penetrar en los poros y remover el ácido y las sales de calcio disueltas en el líquido, ya que más que por remoción directa, se eliminan por una dilución del ácido presente en el fondo de las grietas en que está atrapado.<sup>22</sup> La presencia de restos de ácido y de sales de

fosfato contaminará la superficie y fracasará la adhesión entre la resina compuesta y el esmalte. Una vez lavada la superficie, es necesario realizar un completo secado de ésta, ya que un mínimo de espesor de humedad impedirá el contacto real buscado. Este procedimiento efectuado con ácido fosfórico sobre la superficie adamantina, demostró aumentar la duración de la adhesión bajo las condiciones de humedad que posee el entorno bucal.<sup>23</sup> Con la técnica de grabado ácido se logra obtener un esmalte con una superficie limpia, sin contaminantes, llena de poros o grietas de una profundidad aproximada de 1µm a 70 µm, de un aspecto opaco, con lo cual se permite:

1. Aumentar macroscópicamente la superficie total de esmalte capaz de adherirse, ya que las grietas y surcos aumentan la cantidad de esmalte expuesto.
2. Liberar toda la potencialidad de la energía superficial del esmalte, al quedar limpio de todo contaminante sólido, líquido o gaseoso.
3. La formación de microcavidades retentivas en la superficie del esmalte.<sup>18</sup>

### **2.2.2. Adhesivos Dentinarios**

Los adhesivos dentales buscan sellar el diente y así prevenir la entrada de contaminantes, microorganismos del medio ambiente oral y disminuir el movimiento de fluidos como interfases. En la década de los 50 Hagger inició la tecnología en agentes adhesivos para la unión de resinas a la estructura dental. Un producto comercial SevritonCavitySeal fue vendido junto con una resina de curado químico Sevitrón. Kramer y Mc Lean en 1952 encontraron que el DAG incrementaba la adhesión a la dentina porque al penetrar en la superficie se formaba una capa intermedia a la que denominaron Zona híbrida. En 1955 Buonocore utilizó ácido Fosfórico al 85% por 30 segundos para lograr descalcificación ácida y observó que se incrementaba notablemente el área de superficie debido a la acción del grabado ácido exponiendo la estructura orgánica del esmalte. El desarrollo de los sistemas actuales de adhesión a dentina y esmalte con resinas de fotocurado de baja viscosidad, fue posible gracias a los primeros sistemas de fotocurado con luz visible que se basaron en catalizadores de alfadiquetonamina.

Nakabayashi y cols., en el 2003 describieron los monómeros basados en 4-metacriloxietil trimetrilatoanhídrico que contenían grupos químicos hidrofílicos e hidrofóbicos que pueden penetrar en la dentina grabada y polimerizar creando una capa transicional formada por diente y resina.<sup>24</sup> Para que las resinas compuestas se adhieran de manera eficaz y duradera a la estructura dental es fundamental el previo empleo de una resina de baja viscosidad o adhesivo, que sea capaz de penetrar en lo íntimo de la dentina y ahí polimerizarse. Estos son los llamados adhesivos dentinarios, que buscan un mejor sellado marginal, así como también la disminución de la sensibilidad post-operatoria y las microfiltraciones. El éxito de la restauración se basa principalmente en el grado de adhesión que logra este material en la estructura dentinaria.

### **2.2.3. Adhesivos autograbables**

#### **¿Qué son los adhesivos autograbables?**

Son adhesivos de última generación que no requieren lavado después del grabado. Se basan en la utilización de un primer con características ácidas y con capacidad autolimitante, es decir, luego de unos segundos ya no siguen actuando. Posteriormente, sin necesidad de lavado, se aplica la resina y

se fotoactiva. Suelen presentarse en dos frascos, uno el primer acidificado y el otro la resina.<sup>25</sup>

## **Desarrollo en el tiempo de los Adhesivos Dentinarios**

### **1ª Generación**

Buonocore, al principio de la década de los sesenta, propone el uso de un comonomero, que teóricamente podía unirse al calcio de la dentina. Sin embargo, al contacto con el agua esta adhesión disminuía considerablemente, demostrando resultados clínicos muy pobres.<sup>26</sup>

### **2ª generación**

Una segunda generación de adhesivos fueron desarrollados para el uso clínico a principios de la década de los ochenta. La mayoría de estos materiales eran ésteres halofosfóricos de resinas sin relleno, tales como el bisfenol A-glicidylmetacrilato (BISGMA) o el hidroxietil metacrilato (HEMA). Su mecanismo de unión a la dentina se basaba en la unión del calcio, presente en el barro dentinario, por grupos fosfatos del adhesivo. Por lo tanto, estos adhesivos modifican el barro dentinario. Sin embargo, este sistema adhesivo presentaba una fuerza de adhesión bastante débil, que no contrarrestaba la fuerza

producida por la contracción de polimerización, produciéndose la filtración marginal de las restauraciones.<sup>27</sup>

### **3ª generación**

Una tercera generación de adhesivos fueron introducidos en Estados Unidos al final de la década de los ochenta, Este nuevo sistema adhesivo, se basaba principalmente en la remoción parcial o modificación del barro dentinario, que permitía la penetración de la resina adhesiva a la dentina subyacente. Clínicamente estos adhesivos mejoraron la retención y la integridad marginal, en comparación con los anteriores. Sus resultados clínicos aún no fueron los óptimos, pero en comparación con sus predecesores, estos últimos disminuyeron la filtración marginal, pero no la eliminaron.<sup>27</sup>

### **4ª Generación**

Este sistema adhesivo aparece a principios de la década de los noventa, son llamados “three estep” o “tres-pasos” o también sistemas adhesivos con grabado ácido total. Su mecanismo de acción consta de tres pasos, acondicionamiento, aplicación de un Primer y por último el adhesivo. El acondicionamiento de la dentina se basa en la técnica de grabado ácido total propuesta por Fusayama et al, en el año 1979, que consiste en el grabado

ácido simultáneo de la dentina y el esmalte, desmineralizando el componente inorgánico, exponiendo las fibras de colágeno. La malla de colágeno desmineralizada será tratada con un Primer, que consiste en una resina de tipo hidrofílica, que actúa como un agente de enlace entre la resina adhesiva, que es hidrofóbica, y la dentina húmeda, que es hidrofílica. El Primer es capaz de penetrar la dentina húmeda, para luego unirse a través de enlaces químicos a la resina adhesiva. Finalizada la aplicación del adhesivo, éste es polimerizado, para terminar con la colocación de la resina compuesta restauradora.<sup>27</sup>

### **5ª Generación**

Esta nueva generación fue desarrollada para simplificar los tres pasos del sistema adhesivo anterior. El método más común de simplificación es la combinación del Primer y el adhesivo de resina en una botella, por esto fueron llamados “one-bottle” o monobotella”, que también corresponden a sistemas adhesivos con grabado ácido total.

Se basa en el mismo procedimiento que la generación anterior, ahorrándose un paso. Se realiza el grabado ácido total y luego la aplicación del adhesivo que en su interior contiene el Primer. Finalmente se polimeriza y se procede a realizar la restauración

de resina compuesta. Este sistema adhesivo al igual que el anterior ha demostrado un buen comportamiento en cuanto a fuerza adhesiva y sellado marginal. Al igual que en los sistemas adhesivos de cuarta generación, se reportaron reacciones de sensibilidad postoperatoria, asociadas al grabado ácido, que remueve el barro dentinario y aumenta la permeabilidad de los túbulos. Muchos de estos adhesivos se encuentran actualmente disponibles, incluyendo Prime & Bond 2.1 NT (DentsplyCaulk), Single Bond (3M), Optibond Solo (Kerr) y One-Step (Bisco).<sup>27</sup>

### **6ª Generación**

En la actualidad el desarrollo de los adhesivos dentinarios está orientado a simplificar los pasos operatorios, disminuyendo etapas en la técnica, y a solucionar problemas como la sensibilidad post-operatoria de los sistemas adhesivos con grabado ácido total (cuarta y quinta generación de adhesivos dentinarios). Fue así como aparecieron los sistemas autograbantes, que no requieren un grabado ácido previo a su aplicación, encontrándose los Primers autograbantes (two-step o dos pasos) y los Adhesivos autograbantes (all-in-one-materials o materiales todo en uno).<sup>28</sup>

**Los Primers Autograbantes**, consisten en dos botellas. La primera combina el grabado ácido y la aplicación del Primer y la segunda contiene el adhesivo de resina. Este material puede grabar e imprimir (acción del Primer) el esmalte y la dentina simultáneamente, es decir, desmineraliza el componente inorgánico de la dentina infiltrando con el Primer las fibras de colágeno expuestas, con un segundo paso operatorio que es la aplicación del adhesivo. En esta categoría se encuentra Clearfil SE Bond de Kuraray.

**Los Adhesivos Autograbantes**, al igual que los primers autograbantes corresponden a dos botellas, la primera que contiene el ácido y el Primer y la segunda que contiene el adhesivo. La diferencia radica en que en los adhesivos autograbantes se mezclan ambos componentes, para ser aplicados en un sólo paso clínico, a diferencia de los primers autograbantes en que ambos componentes deben ser aplicados por separado, en dos pasos operatorios. En teoría los adhesivos autograbantes, desmineralizan el componente inorgánico de la dentina y del esmalte, promoviendo la difusión de monómeros de resina adhesiva dentro de la malla de

colágeno desmineralizada. En esta categoría encontramos AdperPrompt L-Pop y AdperPrompt, ambos de 3M ESPE.<sup>28</sup>

#### **2.2.4. Acondicionamiento**

El acondicionamiento consiste en el grabado simultáneo de dentina y esmalte, con ácido fosfórico, conocido como “técnica de grabado ácido total”, que fue desarrollado el año 1979, por Fusayama et al, convirtiéndose en un técnica ampliamente utilizada en Japón. Sin embargo, el concepto de grabado total sólo fue aceptado en Estados Unidos en la década de los noventa. Se postulaba que la difusión del ácido dentro de los túbulos dentinarios causaba sensibilidad post-operatoria, sin embargo actualmente se sabe que un incorrecto sellado marginal de la restauración es la principal causa de inflamación pulpar.<sup>26</sup>

El acondicionamiento o grabado ácido de la dentina, remueve el barro dentinario, abre los túbulos, aumenta la permeabilidad de la dentina y produce la descalcificación de la dentina peritubular e intertubular. Remueve los cristales de hidroxiapatita dejando una malla de colágeno que podría colapsar por pérdida de soporte inorgánico.<sup>29</sup>

Posteriormente se debe lavar la superficie grabada, para así eliminar restos de ácido y de hidroxiapatita, manteniendo la humedad de la dentina, que es la principal responsable de la integridad de la malla de colágeno, impidiendo su colapso. Si la superficie dentinaria es reseca, el agua que soporta la malla de colágeno, se evapora causando su colapso. Con esto se reduce el espacio entre las fibras de colágeno y disminuye la posibilidad de que un adhesivo de resina se infiltre dentro de esta malla.

Se ha demostrado en estudios previos, la diferencia estructural que presentan la dentina húmeda y la dentina secada en exceso o reseca.<sup>30</sup>

#### **2.2.5. Técnica de Grabado Ácido**

La adhesión a esmalte se logra a través del grabado ácido de este sustrato altamente mineralizado, el cual sustancialmente aumenta su área de superficie para el enlace. Esta técnica de unión a esmalte, conocida como la técnica de grabado ácido, fue la invención de Buonocore en 1955, después de observar el uso industrial del ácido fosfórico para mejorar la adhesión de pinturas y cubiertas de resina en la superficie de metal. El

demonstró un aumento de 100 veces la retención de pequeños botones depolimetilmetacrilato en dientes incisivos in vivo, cuando el esmalte fue grabado con ácido fosfórico al 85% por 2 min. El grabado transforma la superficie lisa del esmalte en una superficie irregular con una alta energía superficial, dos veces más que el esmalte sin grabar. El agente de enlace al esmalte humecta la superficie de alta energía y es llevado dentro de las microporosidades mediante la atracción capilar. Los agentes adhesivos al esmalte están generalmente basados en bis-GMA desarrollada por Bowen en 1962 o UDMA. Ambos monómeros son viscosos, hidrófobos, y son frecuentemente diluidos con otros monómeros de capacidad hidrofílica de mayor o menor viscosidad, tales como TEG-DMA HEMA. La unión entre esmalte y el material restaurador establecida por la polimerización de los monómeros dentro de las microporosidades y mediante la copolimerización de los remanentes enlaces dobles carbono-carbono con la fase matriz de resina compuesta, produce fuertes enlaces químicos.<sup>30,31,32,33</sup>

## **Tratamiento adhesivo del sustrato adamantino**

La adhesión a esmalte requiere de una superficie:

- Superficie biselada o coincidente con la dirección de las varillas adamantinas. Se deben considerar la dirección de las varillas adamantinas y el espesor de las paredes de la preparación cavitaria para obtener microretención en los elementos dentarios, como paso previo a la aplicación de los sistemas adhesivos.<sup>30</sup>
- Activación del sustrato adamantino y superficie de alta energía. La activación de la superficie de sustrato se puede lograr eficientemente a través de acondicionamiento adamantino con ácido fosfórico al 15, 32,35, 37 y 40% que aplicado sobre la superficie del esmalte, desmineraliza y disuelve la matriz inorgánica de hidroxiapatita de las varillas adamantinas dando lugar a la formación de microporos y microsurcos. Estos ácidos cambian la superficie del esmalte intacto que es de baja energía superficial (pues se presenta con distintos grados de impurezas, glicoproteínas salivales y biofilms) en un área activa limpia, desmineralizada y de alta energía superficial. La acción fundamental de un ácido débil o fuerte (donante de protones) aplicado sobre una base

(aceptante de protones) como es el esmalte sería: activar la superficie del tejido para transformar éstas áreas de baja energía superficial en una de alta energía superficial, desmineralizar y disolver la matriz orgánica de las varillas adamantinas, creando microporos y microsurcos que transforman al tejido en un sólido cristalino y microporoso, fenómeno conocido como efecto geométrico. Este accionar posibilita la imprimación del tejido por un monómero, que quedará retenido en el interior de los microporos creados por unión físico-mecánica a través de un efecto reológico, que se consigue cuando el material cambia de estado.<sup>31</sup> Los monómeros hidrófugos o bonds y los hidrófilos-hidrófugos o primers adhesivos que se introduce en el esmalte al polimerizar y transformarse en sólidos resinosos, generan una contracción que posibilita su adaptación a las paredes de los microporos tridimensionales quedando retenidos por anclaje o traba micromecánica.<sup>30</sup> La pérdida de sustancia de 5-12  $\mu\text{m}$ . depende de la concentración del ácido utilizado y del tiempo de exposición del mismo. La desmineralización producida por los ácidos débiles o fuertes en alta concentración, genera un ataque a las estructuras inorgánicas del esmalte a través de

una reacción ácido-base con la hidroxiapatita y la formación de sales solubles de fosfato de calcio que posteriormente son eliminadas por el lavado, determinando la formación de los tipos o patrones de acondicionamiento adamantino.

- Tipo I: en el cual hay disolución predominante de los núcleos del prisma.
- Tipo II: en el cual hay disolución predominante de la periferia del prisma.
- Tipo III: en el cual no son evidentes ningunas estructuras prismáticas.<sup>30,31</sup>

Los patrones de desmineralización tipo I y II, generan en el tejido adamantino microporos y microsurcos capilares que miden 10 a 25  $\mu\text{m}$  de profundidad con una amplitud de 1.5 a 3.5  $\mu\text{m}$ . El tipo III dificulta los fenómenos de adhesión.<sup>30</sup>

Los parámetros para determinar los patrones de acondicionamiento adamantino depende de:

- Tipo de ácido
- Concentración del ácido
- Tiempo de aplicación
- Forma del agente (gel, semigel, solución acuosa)
- Tiempo de lavado.

- Si el esmalte es instrumentado antes del grabado
- Composición química ( prismático, aprismático)
- Condición del esmalte (dientes permanentes, fluorizado, desmineralizado pigmentado).<sup>30</sup>

La resistencia de unión in vitro de una resina compuesta al esmalte grabado con ácido fosfórico, típicamente promedia 20Mpa. Esta resistencia de unión se piensa que es suficiente para resistir la fuerza de contracción que acompaña a la polimerización de las resinas compuestas. Consecuentemente si la preparación está rodeada de esmalte, el grabado ácido reduce significativamente la microfiltración en la interfase cavo superficial.<sup>30</sup>

- Humectación imprimación y compatibilidad. El esmalte acondicionado permite la humectación por imprimación dentro de los microporos de un monómero resinoso, que una vez polimerizado conformará los micros tags de retención micromecánica. La imprimación y la compatibilidad físico-químico se logran cuando el adhesivo es de baja tensión superficial, característica molecular de los líquidos y el sustrato tiene alta energía superficial, característica molecular de los sólidos.<sup>30</sup>

### **2.2.6. Microscopio electrónico de barrido**

El microscopio electrónico de barrido (SEM) es un instrumento que permite la observación y caracterización superficial de materiales inorgánicos y orgánicos, entregando información morfológica del material analizado. A partir de él se producen distintos tipos de señal que se generan desde la muestra y se utilizan para examinar muchas de sus características. Con él se pueden realizar estudios de los aspectos morfológicos de zonas microscópicas de los distintos materiales con los que trabajan los investigadores de la comunidad científica y las empresas privadas, además del procesamiento y análisis de las imágenes obtenidas.<sup>34</sup>

#### **Aplicación en Odontología:**

Una aplicación específica de este microscopio se obtiene al estudiar la direccionalidad de las varillas del esmalte dental. El esmalte dental posee varias fases de formación, en las cuales se van depositando elementos minerales que llegan al lugar por los vasos sanguíneos circundantes, produciéndose la mineralización total en la última fase de su formación. En esta etapa se forman cristales, que al depositarse toman una disposición en todo el tejido formado, creando las varillas del

esmalte, estructura principalmente inorgánica (98%), adquiriendo una disposición muy particular de acuerdo al sector que se estudie de la pieza dentaria. Estas varillas son observadas con un microscopio electrónico de barrido, notando que estas se disponen en diferentes direcciones con un sólo sentido desde el límite amelodentinario a la superficie, entrecruzándose en las cúspides y en ciertos sectores de las caras libres y proximales, lo que se denomina multidireccionalidad de las varillas. Para ello se extraen piezas dentarias humanas (con indicación quirúrgica), las que son metalizadas con oro-paladio y luego son estudiadas en el SEM. De este modo se puede observar la disposición de las varillas, analizar los cambios de direcciones en el espesor del esmalte y comparar la disposición en los distintos sectores del esmalte (oclusal, 1/3 medio y 1/3 cervical). Además se pueden analizar a través del SEM las alteraciones que producen los ácidos producidos por la entrada de microorganismos y restos alimenticios en las superficies vestibulares de los dientes anteriores, ya que sobre ellos se produce la retención de los materiales odontológicos en fracturas, fisuras, ferulizaciones, etc. La entrada de los microorganismos se produce, ya que para

la retención del material de restauración, desde los comienzos de la odontología, se han realizado tallados en forma de retención mecánica en las piezas dentarias, formándose estos en la interfase restauración-diente.<sup>35, 36</sup>

### 2.3. DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE TÉRMINOS

**Esmalte:** O tejido adamantinado, es una cubierta de gran pureza, compuesto por Hidroxiapatita (mineral más duro del cuerpo humano y también presente, pero en menor densidad, en huesos) que recubre la corona de los órganos dentarios, afectando a la función masticatoria.<sup>37</sup>

**Adhesión:** La adhesión es la propiedad de la materia por la cual se unen y plasman dos superficies de sustancias iguales o diferentes cuando entran en contacto, y se mantienen juntas por fuerzas intermoleculares.<sup>38</sup>

Proviene del latín *adhaerere* que quiere decir hecho de unir o pegar dos superficies mediante algún elemento adhesivo.

Anusavice, 2004: proceso de unión de una resina con dentina grabada.

Gladwin y Bagby, 2004, no es concisa la definición en odontología, considerando que los materiales dentales deben funcionar en humedad y en condiciones ambientales hostiles por un periodo de tiempo para ser útiles.

RALE: Fuerza de atracción que mantiene unidas moléculas de distinta especie química 2001.<sup>39</sup>

**Acondicionamiento:** es un sustantivo que deriva del verbo acondicionar. Esta acción consiste en lograr cierta condición o estado a partir de una semana determinada disposición de las cosas.<sup>40</sup>

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. TIPO DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

El presente estudio reúne las condiciones metodológicas de una investigación laboratorial, en razón a que la ejecución del mismo se desarrolla mediante procedimientos técnicos de laboratorio donde se experimenta con materiales y equipos.

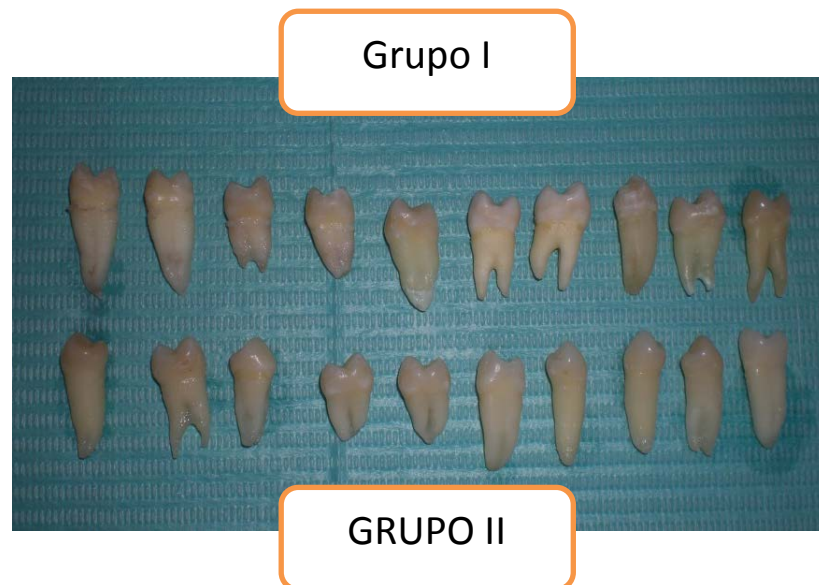
El diseño de la investigación es descriptivo, comparativa, proscriptiva y transversal.

La investigación abarcó los periodos comprendidos a partir de la elaboración del proyecto (marzo) concluyendo el mismo año académico 2013 (junio).

#### **3.2. MUESTRA**

En este estudio se utilizaron 20 piezas dentarias humanas, premolares, sanos, sin caries, extraídos por razones ortodónticas, periodontales o protéticas, distribuidos aleatoriamente en 2 grupos de 10 piezas cada uno, signados con los números I y II. (Figura 1)  
Una vez extraídos fueron colocados en una solución de formalina al

2% por 24 horas y luego se les retiró de dicha solución para lavarlos con agua, procediendo enseguida a eliminar restos de membrana periodontal con la ayuda de un bisturí para luego pasar una pasta de piedra pómez con una escobilla de Robinson a baja velocidad sobre la corona, inmediatamente después se les sumergió en agua destilada estéril contenida en frascos rotulados en los que se indica el grupo al que pertenecen; hasta el momento del siguiente paso en el procedimiento.



**Figura 1**

### **3.3. CRITERIOS DE SELECCIÓN**

#### **3.3.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

- El estudio se realizó en piezas dentarias (premolares) sin caries, íntegras anatómicamente, sin fracturas ni fisuras.
- Se incluyeron piezas dentarias extraídas recientemente con un tiempo menor a 3 meses a pacientes dentro de una faja etaria de 20 a 30 años, y que no presenten restauraciones.

#### **3.3.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

- No se tomaron en cuenta piezas dentarias con malformaciones de esmalte o dentina
- Se excluyeron piezas dentarias con caries, fracturas o fisuras.
- Premolares superiores e inferiores con un tiempo mayor a tres meses de extraídos.

### **3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Se aplicó la técnica de observación “in vitro” haciendo uso del Microscopio Electrónico de Barrido (OXFORD INSTRUMENTS INCA

PENTA FET X3)(Figura 2) para la observación de los efectos del agente condicionante o grabador ácido (ácido fosfórico en gel-Maquira) y del primer ácido del Sistema Adhesivo Autograbante o de 6ta. Generación (Optibond - Kerr) utilizados sobre la superficie de esmalte. Empleando una ficha de recolección de datos para anotar los resultados de la evaluación al Microscopio Electrónico de Barrido.



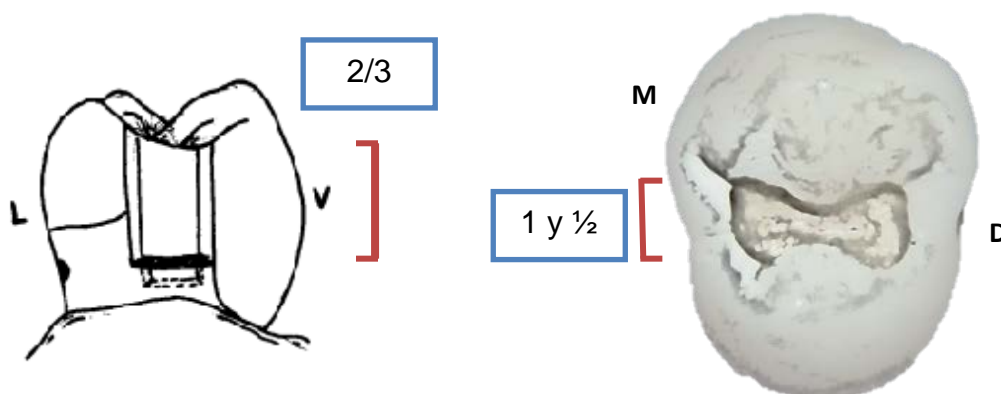
**Figura 2:** Microscopio Electrónico de Barrido del laboratorio de la escuela de metalurgia.

### **3.5. PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS**

Finalizada la recolección de las piezas dentarias (en un tiempo aproximado de 1 mes), fueron en primer lugar sumergidas por 24 horas en formalina al 2% (con la finalidad de eliminar la proliferación

bacteriana) para luego realizar la exéresis de restos de membrana periodontal con la ayuda de un bisturí, complementada con la aplicación sobre la corona de la pieza dentaria de una pasta de piedra pómez y agua a través de una escobilla de Robinson.

Luego se realizó con una fresa de carburo tungsteno # 245 en alta velocidad y abundante refrigeración aire-agua, la preparación cavitaria clase I simple oclusal con una amplitud en sentido vestibulo palatino de 1 y ½ vez de la fresa (0,9mm) y con una profundidad de 2/3 partes de la longitud de la fresa sobre cada una de las piezas dentarias.(Figura 3), para enseguida con un disco de diamante y abundante refrigeración aire-agua, ejecutar un corte mesiodistal en medio de la preparación, de modo que divida la corona de cada diente en dos mitades una vestibular y otra lingual o palatina, para que el esmalte de la pared cavitaria de una de las mitades nos sirva para la observación.(Figura 4)



**Figura 3**



**Figura 4**

Hecho el corte y elegida aleatoriamente la mitad respectiva se procedió a aplicar el agente condicionante (ácido fosfórico al 37%) durante 60 segundos y se limpió con agua estéril durante 60 segundos al Grupo I y el primer acídico del adhesivo autograbante al grupo II durante 20 segundos y luego se aplicó aire durante 5 segundos, todo de acuerdo a las indicaciones del fabricante.

Posteriormente se sumergió las muestras en alcohol de 70° y 96° para dejar la superficie casi libre de impurezas, para luego concluir

sumergiendo las muestras en alcohol de 100° depositado en la bandeja del ultrason durante 20 minutos con lo cual se termina de eliminar las impurezas que podrían haber quedado en la superficie a observar.(Figura 5).



**Figura 5**

Preparadas así las muestras, se observaron a 3000 aumentos al microscopio electrónico de barrido, anotando seguidamente en una ficha los resultados de la observación.

### **3.6. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS**

Los datos obtenidos fueron tabulados en Excel para ser presentados en tablas y gráficos. Se utilizó el análisis de la prueba

estadística de Kolmogorov-Smirnov Z para ver la relación de las variables. Posteriormente se llevó a cabo el análisis de los mismos y se realizó la interpretación y discusión de los resultados así como también formular recomendaciones y conclusiones del trabajo

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### CUADRO N° 01

#### EFFECTO DE APLICACIÓN DE UN AGENTE CONDICIONANTE SOBRE LA SUPERFICIE DEL ESMALTE.

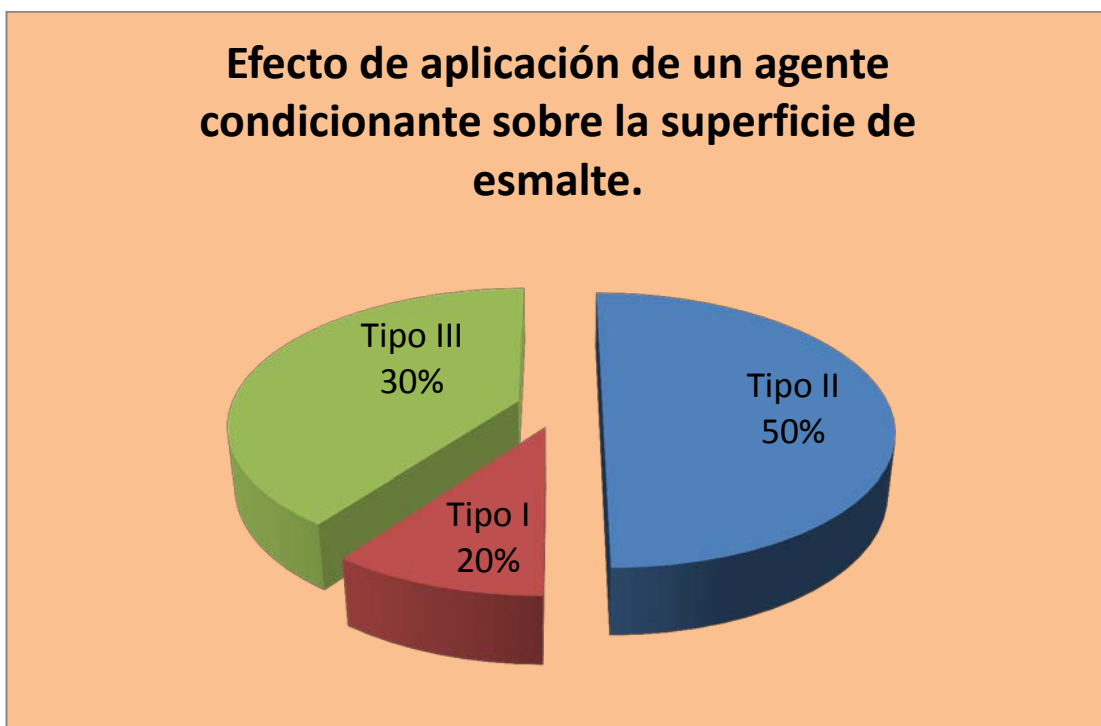
EVALUACIÓN	ni	%
Tipo I	2	20,0
Tipo II	5	50,0
Tipo III	3	30,0
Total	10	100,0

Fuente: Ficha de recolección de datos

En el cuadro se puede observar que en un 20 % de las piezas dentarias tratadas con un adhesivo de 5ta generación (agente condicionante) se ha presentado disolución predominante de los núcleos del prisma (tipo I), en un 50% hay disolución predominante de la periferia del prisma (Tipo II), y en un 30% no se evidencia ninguna estructura prismática al aplicar el agente condicionante (ácido fosfórico al 37 %) sobre la superficie del esmalte (Tipo III).

## GRÁFICO 01

**EFFECTO DE APLICACIÓN DE UN AGENTE CONDICIONANTE SOBRE  
LA SUPERFICIE DEL ESMALTE.**



## CUADRO N° 02

### EFFECTO DE APLICACIÓN DE UN SISTEMA ADHESIVO AUTOGRABANTE (PRIMER ACÍDICO) SOBRE LA SUPERFICIE DEL ESMALTE

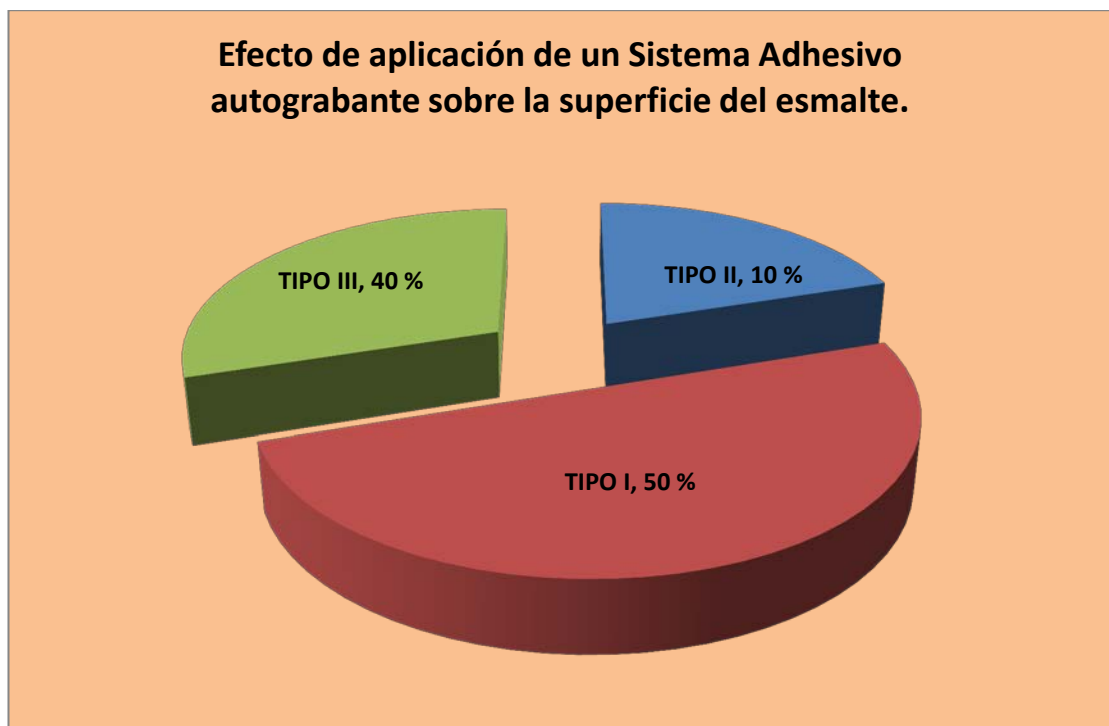
EVALUACIÓN	ni	%
Tipo I	5	50,0
Tipo II	1	10,0
Tipo III	4	40,0
Total	10	100,0

Fuente: Ficha de recolección de datos

En un 50 % de las muestras se ha presentado disolución predominante de los núcleos del prisma (Tipo I), en un 10% hay disolución predominante de la periferia del prisma, (Tipo II) y en un 40% no se evidencia ninguna estructura prismática, (Tipo III) al aplicar un sistema adhesivo autograbante sobre la superficie del esmalte.

## GRÁFICO 02

### EFFECTO DE APLICACIÓN DE UN SISTEMA ADHESIVO AUTOGRABANTE (PRIMER ACÍDICO) SOBRE LA SUPERFICIE DEL ESMALTE



### CUADRO N° 03

#### EFFECTO DE APLICACIÓN DE UN AGENTE CONDICIONANTE Y UN SISTEMA ADHESIVO AUTOGRABANTE, SOBRE LA SUPERFICIE DE ESMALTE.

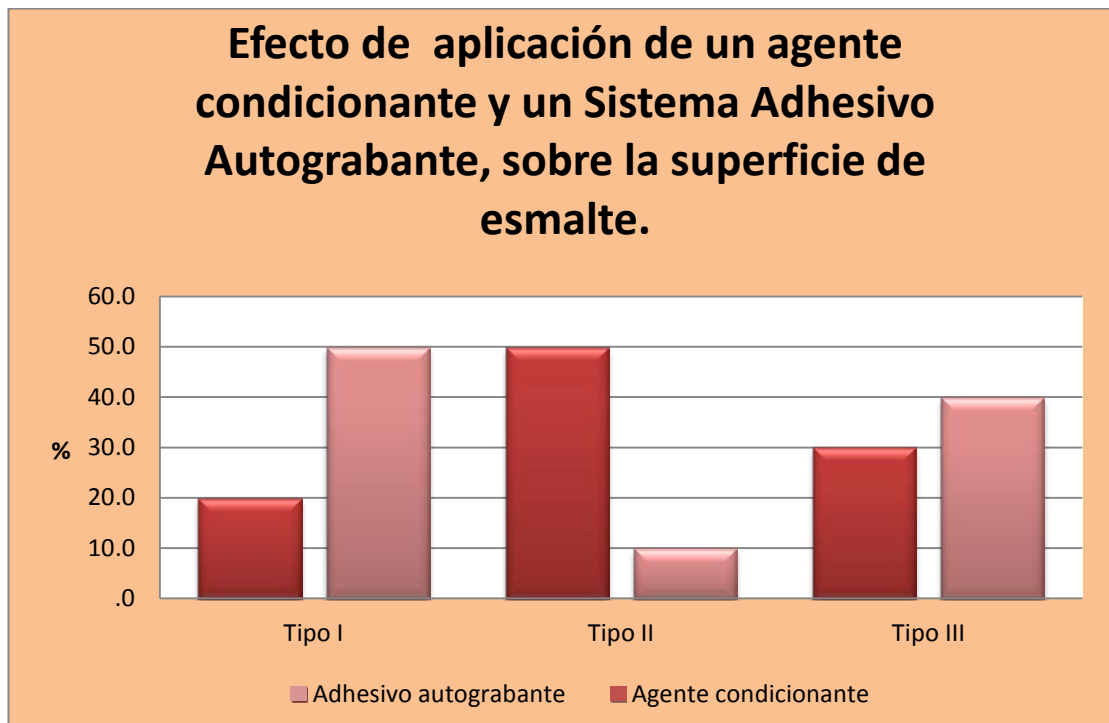
EVALUACIÓN	Adhesivo autograbante		Agente condicionante	
	ni	%	ni	%
Tipo I	5	50,0	2	20,0
Tipo II	1	10,0	5	50,0
Tipo III	4	40,0	3	30,0
Total	10	100,0	10	100,0

Fuente: ficha de recolección de datos

Se puede observar que el 50 % de piezas dentarias tratadas con adhesivo autograbante presentaron un patrón tipo I y con el agente condicionante el 20% presentó un patrón tipo I. En cuanto al tipo de patrón II empleando el adhesivo autograbante se encontró en un 10 % y con el agente condicionante en un 50 %. Y para el patrón tipo III con el agente autograbante se encontró un 40 % y con el agente condicionante un 30%.

### GRÁFICO 03

**EFFECTO DE APLICACIÓN DE UN AGENTE CONDICIONANTE Y UN SISTEMA ADHESIVO AUTOGRABANTE, SOBRE LA SUPERFICIE DE ESMALTE.**



**CUADRO N° 04**

**EFFECTO DE APLICACIÓN DE UN AGENTE CONDICIONANTE Y UN ADHESIVO AUTOGRABANTE SOBRE LA SUPERFICIE DE ESMALTE**

EVALUACIÓN	Adhesivo autograbante		Agente condicionante	
	ni	%	ni	%
Tipo I	5	50,0	2	20,0
Tipo II	1	10,0	5	50,0
Tipo III	4	40,0	3	30,0
Total	10	100,0	10	100,0
		Máxima	Absoluta	0,30
			Positiva	0,10
			Negativa	-0,3
		Kolmogorov-Smirnov Z		0,671
		p		0,759

La prueba estadística no paramétrica para 2 muestras independientes utilizadas fue la de Kolmogorov-Smirnov Z la que nos dio como resultado que el efecto de la aplicación del agente condicionante así como el sistema adhesivo autograbante tienen los mismos efectos en la superficie del esmalte ( $p > 0,05$ ) no significativo.

## DISCUSIÓN

En el presente estudio se compararon dos agentes condicionantes, uno de 5ta y otro de 6ta generación sobre la superficie del esmalte.

Los resultados obtenidos en nuestro estudio con la prueba estadística no paramétrica para 2 muestras independientes de Kolmogorov-Smirnov Z nos indican que el efecto de la aplicación del agente condicionante(ácido fosfórico al 37%) así como del sistema adhesivo autograbante (primer ácido) es similar en la superficie del esmalte ( $p > 0,05$ ) siendo estadísticamente no significativo y similar a los resultados obtenidos por **Frankenberger R. et al**, quienes realizaron un estudio in vitro, donde compararon un adhesivo autograbante (Prompt L-Pop de 3M ESPE) con dos adhesivos de grabado ácido total (EBS Multi de ESPE y Prime & Bond NT de DentsplyCaulk), donde analizaron mediante Microscopio Electrónico de Barrido, la capa híbrida formada por estos distintos sistemas adhesivos, la que resultó ser bastante similar en todos los casos.

En la investigación de **Trigueros, L.E.**, titulada Análisis comparativo de la filtración marginal entre los composites de aplicación directa condensables e híbridos, se llegó a la conclusión de que el ácido fosfórico al 37% es efectivo, lo cual probablemente nos indica que los patrones de

condicionamiento o de grabado ácido obtenidos son similares a los de nuestro estudio.

En el estudio de **Sandoval Valdés, M.L.**, titulado Estudio comparativo *in vitro*, al microscopio electrónico de barrido, del efecto sobre la dentina de un sistema adhesivo con grabado ácido total y un sistema adhesivo autograbante, se concluyó que existen diferencias significativas en la superficie dentinaria tratada con un adhesivo de sexta generación o autograbante (AdperPrompt 3M ESPE) en comparación con un sistema adhesivo con grabado ácido total (Single Bond 3M ESPE). La diferencia radica en que el adhesivo AdperPrompt no remueve el barro dentinario y se une a la dentina a través de él, no así el adhesivo Single Bond, el cual remueve completamente el barro dentinario, ya que utiliza la técnica de grabado ácido total. Este resultado sería semejante al nuestro si lo extrapoláramos al esmalte, puesto que nuestro estudio fue sobre la superficie del esmalte.

En nuestros resultados encontramos que de las piezas dentarias tratadas con el adhesivo autograbante, el 50 % presentó un patrón tipo I y el 10% un patrón tipo II; en tanto que de las piezas tratadas con el agente condicionante (ácido fosfórico al 37%) un 20% presentó patrón tipo I y un 50% patrón tipo II, lo cual resulta similar al estudio de **CougAll-VilChis, R.J.; Zárate Díaz, Ch.; Kohji Yamamoto, M.**, sobre efectos de

un nuevo agente de autograbado en la resistencia al descementado de los brackets ortodóncicos, quienes concluyeron que las superficies de esmalte acondicionadas con los dos sistemas de autograbado mostraron interesantes patrones de grabado tipo I y tipo II.

**Montasser y cols., en el 2008** en su estudio observaron patrones de grabado más conservadores con los adhesivos autograbadores que con la técnica de grabado convencional y llegaron a la conclusión de que dichos adhesivos de última generación producen menos cambios irreversibles en el esmalte, este resultado difiere con nuestro estudio, pues nosotros encontramos los tres tipos de patrones para ambos agentes.

**Barkmeier y cols., en el año 2009** en su estudio sobre adhesivos dentales llegaron a la conclusión que con el uso del ácido fosfórico se obtuvo una mayor rugosidad en la superficie del esmalte que con los sistemas adhesivos autograbadores, este resultado concuerda con lo observado en nuestro trabajo al Microscopio Electrónico de Barrido, tanto que los patrones encontrados con el ácido fosfórico presentan mayor rugosidad que con el adhesivo autograbante.

**Nicolás Silvente, A.I., en su trabajo del 2010 titulado “Estudio In Vitro del efecto de diferentes métodos de acondicionamiento del esmalte**

**en el recementado de brackets”**, al examinar la superficie del esmalte al MEB en el primer acondicionamiento se pudo observar la existencia de porosidades en el esmalte de todos los grupos. El patrón de grabado obtenido en los dos grupos del ácido fosfórico fue similar, en el grupo del adhesivo autograbador observaron una menor rugosidad en el esmalte que en los grupos tratados con ácido fosfórico, mientras que el patrón de grabado producido por el NRC (Non RinseConditioner, acondicionador sin lavado) fue el más conservador. Estos resultados concuerdan parcialmente con nuestro estudio ya que los patrones obtenidos con al ácido fosfórico y con el adhesivo autograbante presentan diferente rugosidad en el esmalte sin que haya evidencias de que los patrones de condicionamiento producidos por el adhesivo autograbante sean más conservadores.

**Donoso, M.J.,** en su estudio titulado **“Evaluación al microscopio electrónico de barrido de la influencia del NaClO sobre la superficie del esmalte como procedimiento previo a la aplicación de dos diferentes tratamientos adhesivos, realizado el 2011,** llega a la siguiente conclusión: Al MEB se determinó que el procedimiento de aplicación del hipoclorito de sodio durante 60 segundos sobre la superficie del esmalte como método previo a la aplicación del ácido fosfórico se constituye como un procedimiento favorable en los procesos adhesivos

debido a la presencia de mayor porcentaje de áreas en las que se observó la ausencia de acondicionamiento. Esto concuerda con nuestro estudio ya que probablemente los patrones encontrados sean similares al nuestro y por ello favorece la adhesión.

En el estudio de **Berasategi & Lertxundi A.**, titulado. **Sistemas adhesivos autograbantes, en el 2011**, llega a la conclusión de que en las pruebas de microfiltración marginal, el empleo del adhesivo autograbante en la técnica recomendada por el fabricante conduce a un patrón de filtración en el esmalte que parece corroborar la menor eficacia de estos adhesivos a éste nivel. El grabado de la cavidad con el ácido fosfórico muestra un patrón mucho más satisfactorio, y un sellado marginal en el esmalte altamente fiable, resultados que podrían diferir de los obtenidos en nuestro estudio, si consideramos que en nuestro estudio tanto el agente condicionante como el agente autograbante presentan patrones de grabado tipo I tipo II en mayor porcentaje, lo que a la vez nos podría hacer inferir que el sellado marginal va a ser similar para ambos casos por el hecho que los patrones de acondicionamiento I y II son los más apropiados para una buena adhesión.

En el estudio de Berrios Quina E.; Porto Neto S., titulado. **Microscopía electrónica de barrido en esmalte tratado con fresa, aire abrasivo y ácido. En el 2001**: concluyeron que las superficies tratadas con fresa

muestran un patrón irregular no apropiado para la unión directa con resina compuesta; las superficies de esmalte tratadas con sistema de aire abrasivo solo mostraron un patrón no apropiado para la unión directa con resina compuesta y las superficies de esmalte tratadas con sistema de aire abrasivo más grabado con ácido fosfórico, mostraron superficies con patrones de grabado tipo II y III, en mayor cantidad que el patrón tipo I, resultados que concuerdan con los nuestros al emplear ácido fosfórico al 37% observando un 50% con patrón tipo II y un 30 % con patrón tipo III, y en menor cantidad un patrón tipo I (10%).

En el estudio de **Suaquita Lupaca, V.E.; titulado. Fuerza de adhesión de una resina compuesta indirecta con diferentes tratamientos de superficie utilizando un cemento autoadhesivo sobre esmalte. En el 2007.**”, concluyó que el tratamiento con ácido fosfórico disminuyó significativamente la fuerza de adhesión comparada con el microarenado con óxido de aluminio. La mayor fuerza de adhesión presentó el grupo que no recibió ningún tratamiento de superficie. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos de superficie utilizando un cemento autoadhesivo con la fuerza de adhesión de una resina compuesta indirecta tratada con microarenado-agente adhesivo convencional y un cemento resinoso dual sobre esmalte. Estos resultados evaluando la superficie del esmalte concuerdan con los nuestros, porque

tanto el agente condicionante como el sistema adhesivo autograbante presentan los patrones tipo I y tipo II que en base a estudios realizados son los que mejores condiciones ofrecen para la adhesión.

## **CONCLUSIONES**

### **PRIMERA**

Las piezas dentales con adhesivo de 5ta generación presentaron los siguientes resultados: en un 20 % se ha presentado disolución predominante de los núcleos del prisma (tipo I), en un 50% hay disolución predominante de la periferia del prisma (Tipo II), y en un 30% no son evidentes ningunas estructuras prismáticas, al aplicar un agente condicionante sobre la superficie del esmalte (Tipo III).

### **SEGUNDA**

Las piezas dentales con adhesivo de 6ta generación presentaron los siguientes resultados: En un 50 % de las muestras se ha presentado disolución predominante de los núcleos del prisma (tipo I), en un 10% hay disolución predominante de la periferia del prisma, y en un 40% no son evidentes ningunas estructuras prismáticas, al aplicar un sistema adhesivo autograbante sobre la superficie del esmalte.

### **TERCERA**

No hubieron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en la evaluación de la superficie de esmalte tratado con un agente condicionante y un sistema adhesivo autograbante.

## **RECOMENDACIONES**

### **PRIMERA**

Realizar posteriores estudios in vitro para evaluar otros Sistemas Adhesivos, lanzados al mercado.

### **SEGUNDA**

Evaluar otras variables que puedan influir en el efecto de los adhesivos sobre la superficie del esmalte como: un menor tiempo de grabado o condicionamiento ácido al usado en nuestro estudio, y la edad de las personas de quienes se obtendrán las piezas dentarias para el estudio.

### **TERCERA**

Realizar estudios in vivo basados en los estudios in vitro pre.existentes, de cuyos resultados saquemos conclusiones que permitan brindar un tratamiento restaurador con mayor seguridad clínica y concomitantemente a ello incrementar la longevidad de las restauraciones.

## REFERENCIAS

1. Buonocore M.A., 1995 "A simple method for increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces". V-34, p.849-853.
2. R. Frankenberger et al. 2001. "Estudio in vitro, donde compararon un adhesivo autograbante (Prompt L-Pop de 3M ESPE) con dos adhesivos de grabado ácido total (EBS Multi de ESPE y Prime & Bond NT de DentsplyCaulk)". Pág. 18.
3. Berríos Quina E. Porto Neto S., 2001. "Microscopía electrónica de barrido en esmalte tratado con fresa, aire abrasivo y ácido". Rev. Estomatol Herediana de Brasil; V-11(1-2), pag.21-25.
4. Lidia Ernestina Trigueros, 2003 "Análisis comparativo de la filtración marginal entre los composites de aplicación directa condensables e híbridos". Universidad de Quito. Trabajo de investigación para optar al título de Cirujano- Dentista, Facultad de Odontología, pag.50-52
5. María Francisca Sandoval Valdés, 2005 "Estudio comparativo *in vitro*, al microscopio electrónico de barrido, del efecto sobre la dentina de un sistema adhesivo con grabado ácido total y un sistema adhesivo autograbante". Universidad de Chile. Trabajo de

- investigación para optar al título de Cirujano- Dentista. Facultad de Odontología, pág. 66.
6. Rogelio José CougAll-VilChis, Chrisel Zárate Díaz, Masato, KohJiYamamoto. España- 2008 “Efectos de un nuevo agente de autograbado en la resistencia al descementado de los bracketsortodóncicos”.Rev. Esp. Ortod.; V-38 pag.12.
  7. Montasser y cols. “Estudio de adhesivos”. Año 2008.
  8. Barkmeier y cols. “Estudio de adhesivos dentales”. Año 2009.
  9. Ana Isabel Nicolás Silvente. 2010 “Estudio In Vitro del efecto de diferentes métodos de acondicionamiento del esmalte en el recementado de brackets”. Trabajo de investigación para optar al título de Cirujano- Dentista. Facultad de Odontología Universidad de Murcia. Pag.100.
  10. María José Donoso, 2011 “Evaluación al microscopio electrónico de barrido de la influencia del NaClO sobre la superficie del esmalte como procedimiento previo a la aplicación de dos diferentes tratamientos adhesivos”. Universidad de Quito. Trabajo de investigación para optar al título de Cirujano- Dentista. Facultad de Odontología pag.103-106.
  11. Alaiá Berasategi Lertxundi. 2011 “Sistemas adhesivos autograbantes”. Rev. Española. Pág. 65.

12. Vanesa Elizabeth SuaquitaLupaca. 2007, "Fuerza de adhesión de una resina compuesta indirecta con diferentes tratamientos de superficie utilizando un cemento autoadhesivo sobre esmalte. Estudio in vitro". Universidad Mayor de San Marcos. Trabajo de investigación para optar al título de Cirujano- Dentista. Facultad de Odontología. Pag.65
13. Ten, Cate AR.1986. Histología Oral. 2° edición, ed. Médica Panamericana, pag.104.
14. Marro Alesso C., 2010. "Evaluación de un sistema adhesivo de grabar y lavar de dos pasos en dentina grabada vs. Dentina grabada y tratada con NACIO". Tesis doctoral. Universidad de granada. Trabajo de investigación para optar al título de Cirujano- Dentista. Facultad de Odontología. pag. 67.
15. Morioki, Fujitani et al. 1992 "Effect of acid etching on the dental pulp in adhesive composite restorations". IntDent J, V. 42 pag. 3-11.
16. Aguirre A, Mery, C, Montenegro, M. 1986. "Histología y Embriología del sistema estomatognático". Universidad de Chile, 138 p. p.61-75. Cap. V-VI.
17. Swift, EJ JR, Perdigao, J, Heymann, HO. 1995 "Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art". Quint. Int. 26(2):95-110.

18. Ehrmantraut M. Bader M. 1994 "Polimerización de resinas compuestas a través de estructuras dentarias". Rev. Fac. Odont. Univ. Chile 12(2):22-27.
19. Cordero, V. 2004 "Estudio comparativo in vitro de la resistencia adhesiva de restauraciones en resina compuesta realizadas con grabado ácido v/s un sistema adhesivo autograbante". Trabajo de investigación para optar al título de Cirujano- Dentista, Facultad de Odontología, Universidad de Chile.
20. Chain M, Baratieri L. Sao Paulo Brasil 2001. "Restauraciones estéticas con resinas compuestas en dientes posteriores. Ed. Artes Medicom.
21. Gonzalez, Mónica Lucía; Vargas Diana María. Bogotá, Colombia 2002. "Comparación de la adaptación a dentina de dos resinas empacables y una microhíbrida con interposición o no de un liner resinoso fluido y dos técnicas incrementales diferentes". Fundación Centro de investigación. C.I.E.O.
22. Otamendi C. "Efecto de los compuestos eugenólicos en los materiales utilizados en endodoncia sobre la unión de los sistemas adhesivos", disponible en la página web [www.carlosboveda.com](http://www.carlosboveda.com)
23. H. Koibuchi. 2001 "Bonding to dentin with a self-etching primer: the effect of smear layers". Dental Materials; V.17, pag.122- 126.

24. Hayakawa T, Kikutake K, Nemoto K. 1998 "Influence of self-etching primer treatment on the adhesion of resin composite to polished dentin and enamel". Dent Mater V. 14, pág. 99-105.
25. Kugel, G, Ferrari, M., 2000 "The science of bonding from first to sixth generation" JADA V.131, pag.20-25.
26. Swift, EJ JR 1998, "Bonding systems for restorative materials-a comprehensive review". Pediatr. Dent 20 V-2, pag.80-8.
27. Swift, EJ JR" dentin/enamel 2002. "Adhesives review of the literature". pediatr. Dent. 24 V-(5) pag. 456-461.
28. Perdigão, J. et. al. 2005 "Clinical performance of a self-etching adhesive at 18 months. Am. J. Dent 18 V-2, pag.135-140.
29. Swift, EJ JR, Perdigão, J, Heymann, HO. 1995. "Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art Quint. Int. 26 V.2 pag.95-110.
30. Henostroza G, Borgia E, Busato A, Carballo R, De Souza C, Edelberg M y col. Editores. 2003. "Adhesión en odontología restauradora". Editora MAIO.
31. Steenbecker O; Garone W; Da Souza C; Uribe J; Núñez N; Priotto E. 2006. "Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva". Universidad de Valparaíso.

32. Schwartz, R; Summitt, J; Robbins, J. 1999 “Fundamentos en Odontología Operatoria un logro contemporáneo”. Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica. Primera edición.
33. Barrancos MJ. 2000 “Operatoria dental”. Editorial Médica Panamericana. Tercera edición Argentina.
34. Mario Grágeda Zegarray Susana Montesinos. “Aplicaciones de Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) y Análisis de fractura de una aleación de Cu”. Estudiantes del Programa de Doctorado en Ciencias de la Ingeniería, mención Ciencia de los Materiales, Facultad de ciencias físicas y matemáticas, Universidad de Chile.
35. Belloni F, Lazo G, Durso G, Lazo S Ivanov M. Abal A, Tanevich A, Pazos F, Perez P, “Multidireccionalidad de las varillas del esmalte. Estudio al Microscopio Electrónico de Barrido (S.E.M). Implicancias Clínicas”, Facultad De Odontología - UNLP - Argentina.
36. Lazo G, Abal A, Lazo S, Durso G, Belloni F, Ivanov M., Tanevich A, Pazos F, Pérez, Cagliada N, “Alteraciones de las varillas del esmalte ante la aplicación de ácidos fosfórico, axalico y maleico al SEM”, Facultad de Odontología - UNLP – Argentina.
37. Páginaweb. [http://es.wikipedia.org/wiki/Esmalte\\_dental](http://es.wikipedia.org/wiki/Esmalte_dental)
38. Lanata E. 2008 “ATLAS de operatoria dental” 1era edición. Buenos aires. Alfarouza grupo editor Argentina. Pag.456.

39. Roce, 2003, Vol8, N°4.pag.363-375.

40. Peñaloza Cifuentes, Osvaldo. 1998. "Descripción al MEB de la capa híbrida y tags de resina con sistemas adhesivos monocomponentes in vivo". Trabajo de investigación para optar al título de Cirujano-Dentista.

# **ANEXOS**

**ANEXO N° 01**

**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

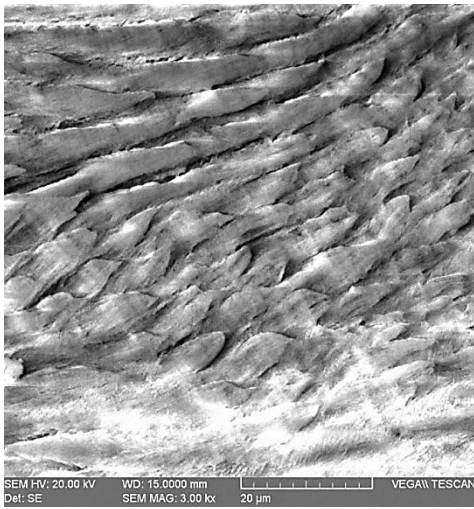
GRUPO I	PATRÓN DE CONDICIONAMIENTO SOBRE ESMALTE		
	TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3
<b>SISTEMA DE 5TA GENERACIÓN (AGENTE GRABADOR)</b>			
1		x	
2		x	
3			x
4			x
5		x	
6	x		
7		x	
8			x
9		x	
10	x		

GRUPO II	PATRÓN DE CONDICIONAMIENTO SOBRE ESMALTE		
	TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3
<b>SISTEMA AHDESIVO AUTOGRABANTE(IMPRIMADOR)</b>			
1			X
2	X		
3	X		
4			X
5			X
6	X		
7	X		
8	X		
9			X
10		X	

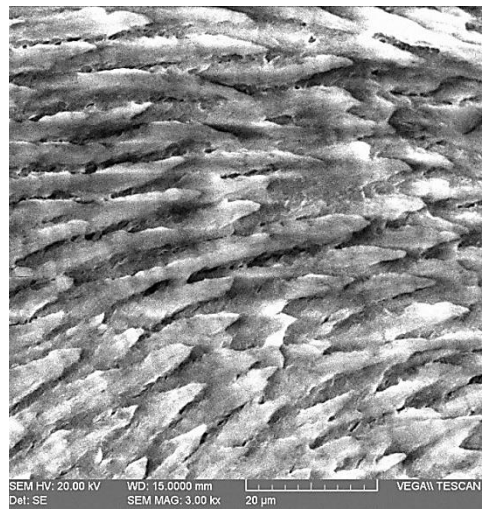
## ANEXO N° 02

### IMÁGENES DEL SISTEMA DE 5TA GENERACIÓN (ÁCIDO FOSFÓRICO AL 37 %)

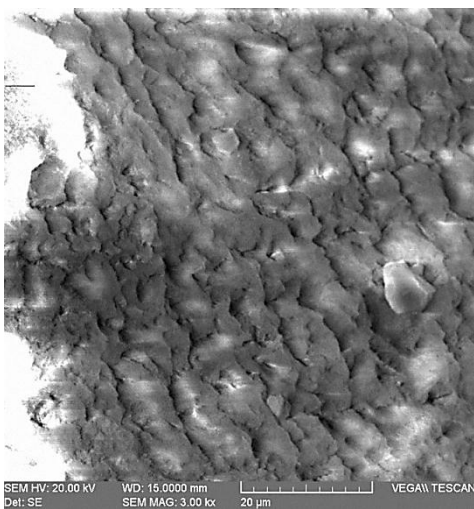
#### GRUPO I



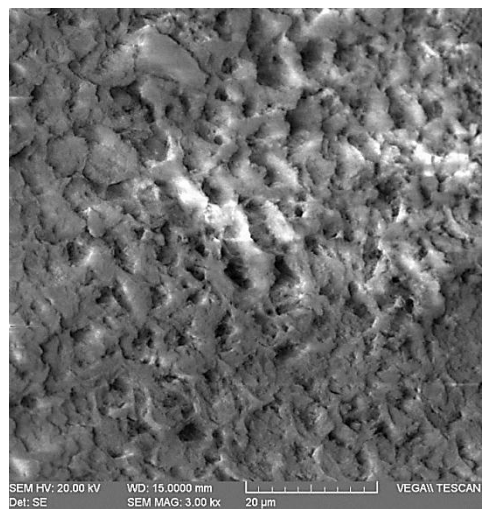
MUESTRA 1 PATRON TIPO II



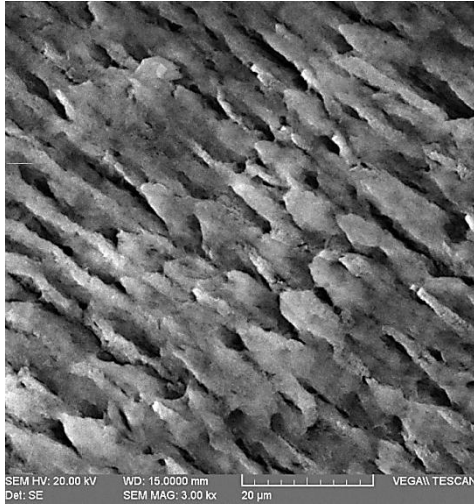
MUESTRA 2 PATRON TIPO II



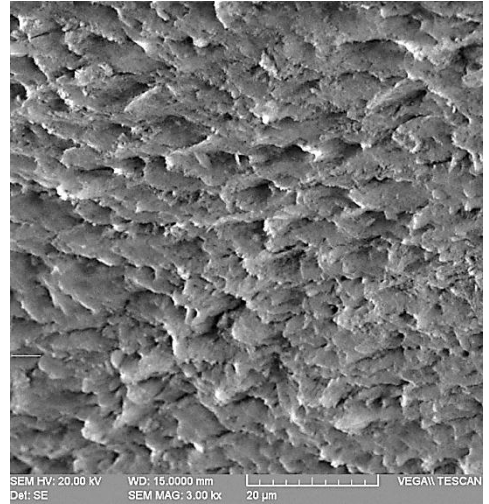
MUESTRA 3 PATRON TIPO III



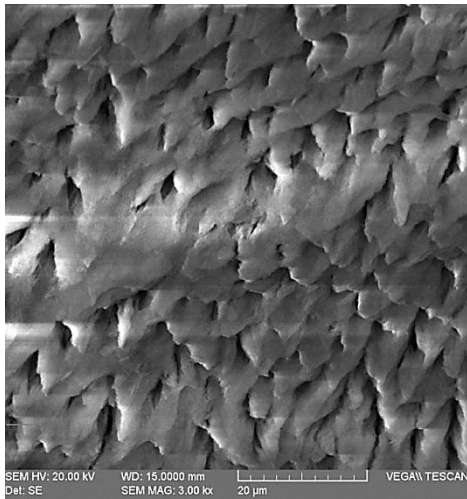
MUESTRA 4 PATRON TIPO III



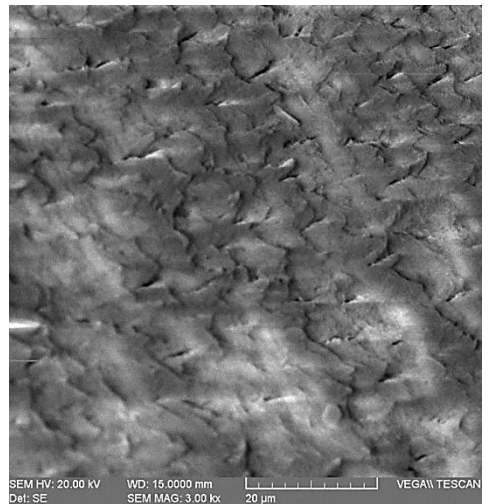
MUESTRA 5 PATRON TIPO II



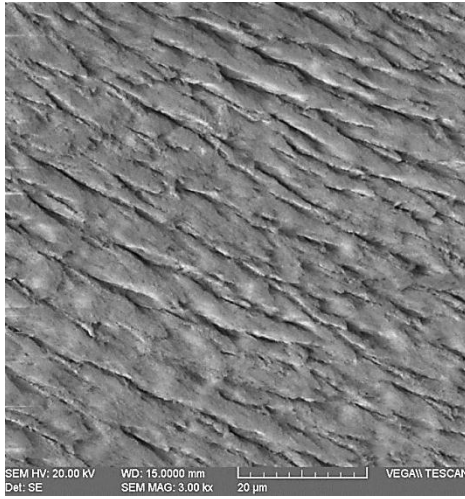
MUESTRA 6 PATRON TIPO I



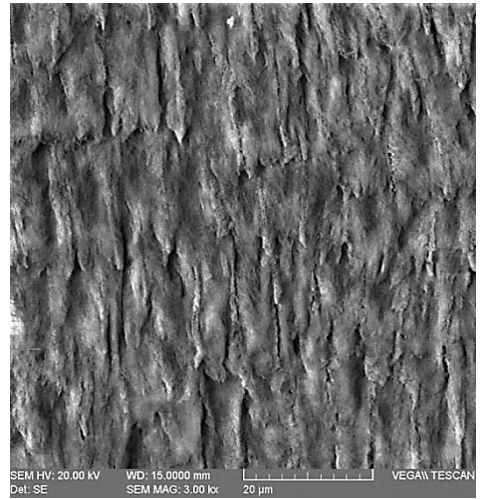
MUESTRA 7 PATRON TIPO II



MUESTRA 8 PATRON TIPO III

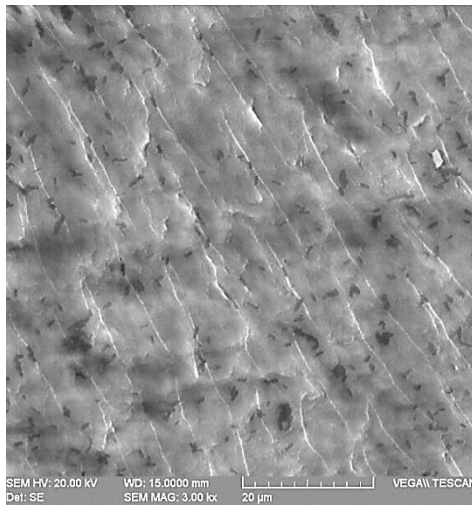


MUESTRA 9 PATRON TIPO II

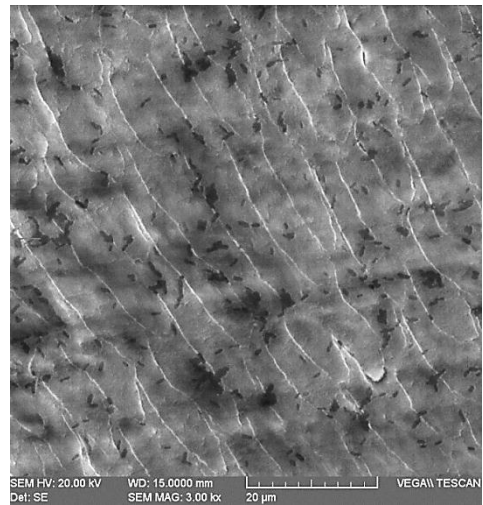


MUESTRA 10 PATRON TIPO I

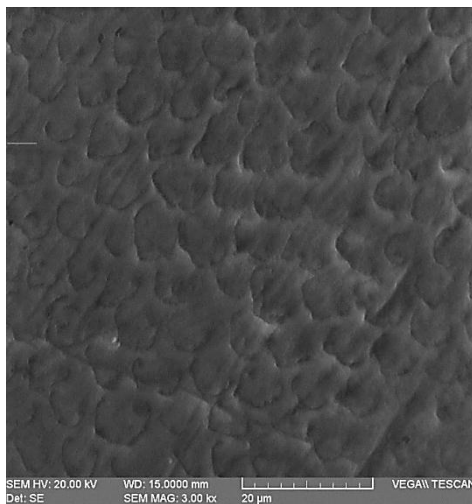
**IMÁGENES DEL SISTEMA AHDESIVO AUTOGRABANTE (PRIMER ACÍDICO)  
GRUPO II**



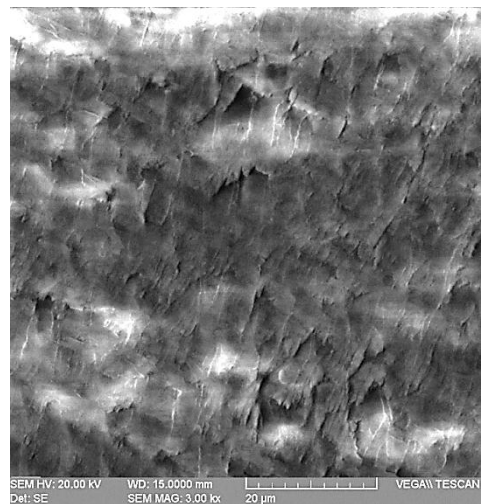
MUESTRA 1 PATRON TIPO III



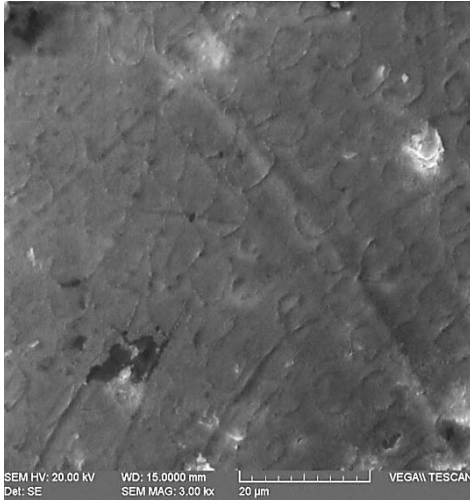
MUESTRA 2 PATRON TIPO I



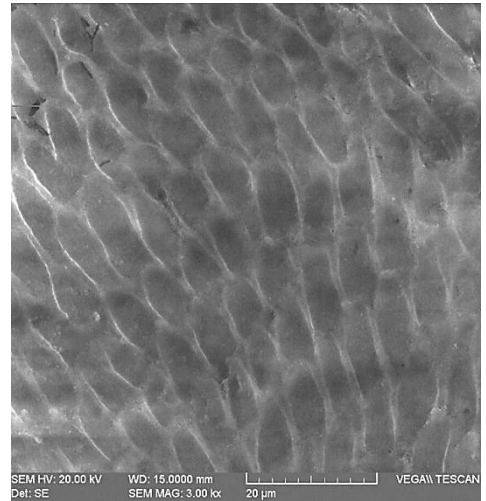
MUESTRA 3 PATRON TIPO I



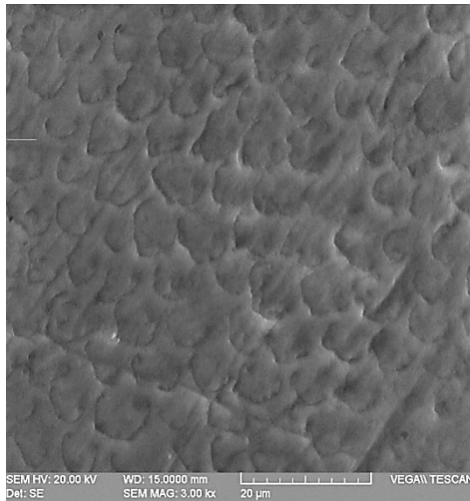
MUESTRA 4 PATRON TIPO III



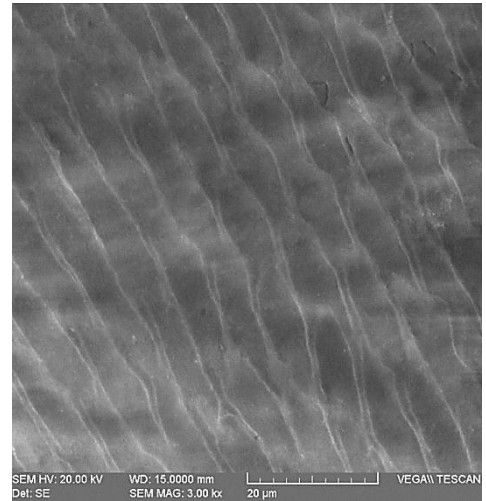
MUESTRA 5 PATRON TIPO III



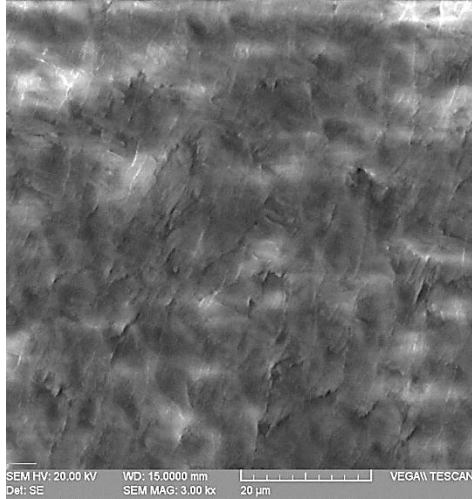
MUESTRA 6 PATRON TIPO I



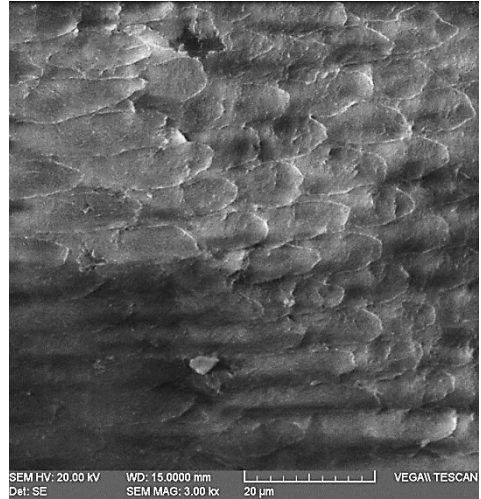
MUESTRA 7 PATRON TIPO I



MUESTRA 8 PATRON TIPO I



MUESTRA 9 PATRON TIPO III



MUESTRA 10 PATRON TIPO II

## ANEXO N° 03

### Pasos de procedimiento de laboratorio

Finalizada la recolección de las piezas dentarias (en un tiempo aproximado de 1 mes), fueron en primer lugar sumergidas por 24 horas en formalina al 2% (con la finalidad de eliminar la proliferación bacteriana) para luego realizar la exéresis de restos de membrana periodontal con la ayuda de un bisturí, complementada con la aplicación sobre la corona de la pieza dentaria de una pasta de piedra pómez y agua a través de una escobilla de Robinson.



Luego se realizó con una fresa de carburo tungsteno # 245 en alta velocidad y abundante refrigeración aire-agua, la preparación

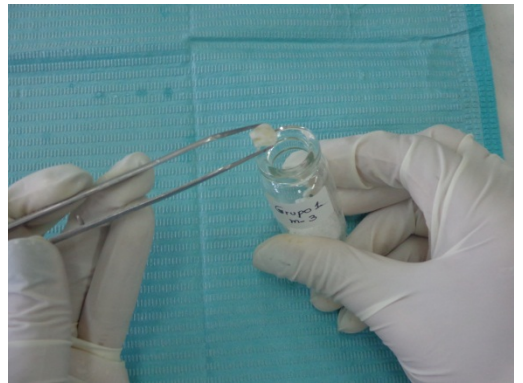
cavitaria clase I simple oclusal con una amplitud en sentido vestíbulo palatino de 1 y ½ vez de la fresa (0,9mm) y con una profundidad de 2/3 partes de la longitud de la fresa sobre c/u de las piezas dentarias para enseguida con un disco de diamante y abundante refrigeración aire-agua, ejecutar un corte mesiodistal en medio de la preparación, de modo que divida la corona de cada diente en dos mitades una vestibular y otra lingual o palatina, para que el esmalte de la pared cavitaria de una de las mitades nos sirva para la observación.





Hecho el corte y elegida aleatoriamente la mitad respectiva se procedió a aplicar el agente condicionante (ácido fosfórico al 37%) durante 60 segundos y se limpió con agua estéril durante 60 segundos al Grupo I y el primer acídico del adhesivo autograbante al grupo II durante 20 segundos y luego se aplicó aire durante 5 segundos, todo de acuerdo a las indicaciones del fabricante.







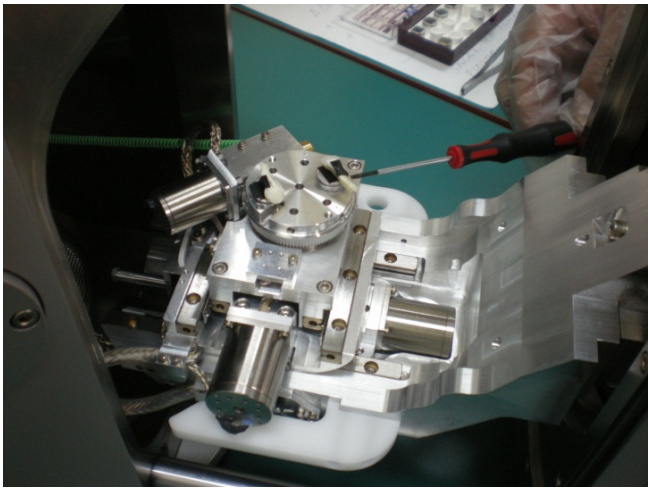
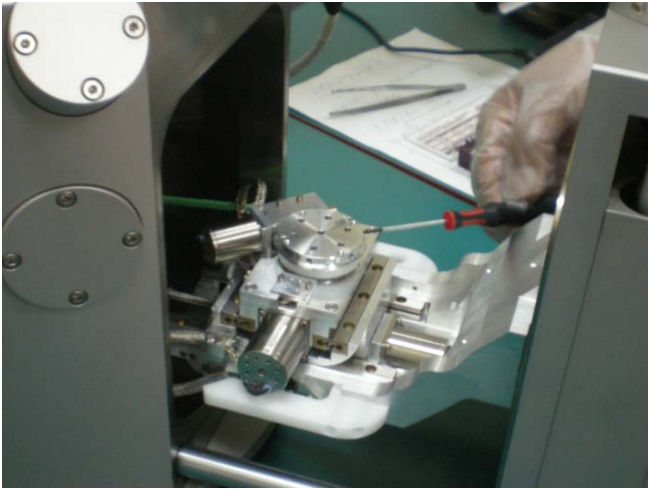
Posteriormente se sumergió las muestras en alcohol de 70° y 96° para dejar la superficie casi libre de impurezas, para luego concluir sumergiendo las muestras en alcohol de 100° depositado en la bandeja del ultrason (Odontobras) durante 20 minutos con lo cual se termina de eliminar las impurezas que podrían haber quedado en la superficie a observar.

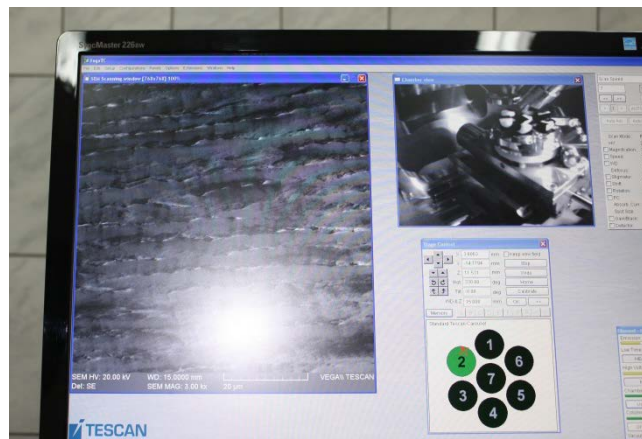
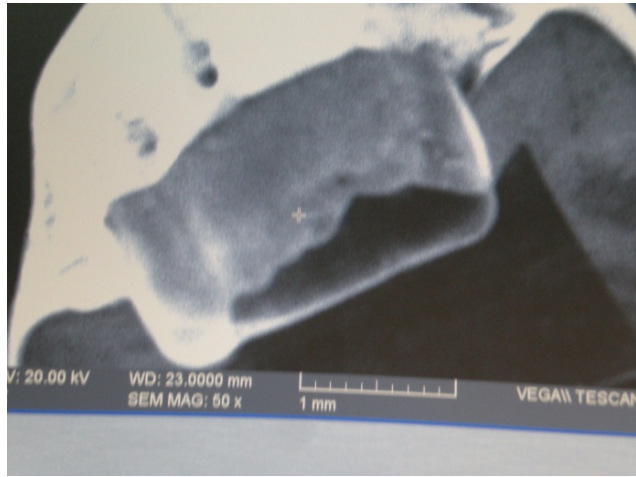
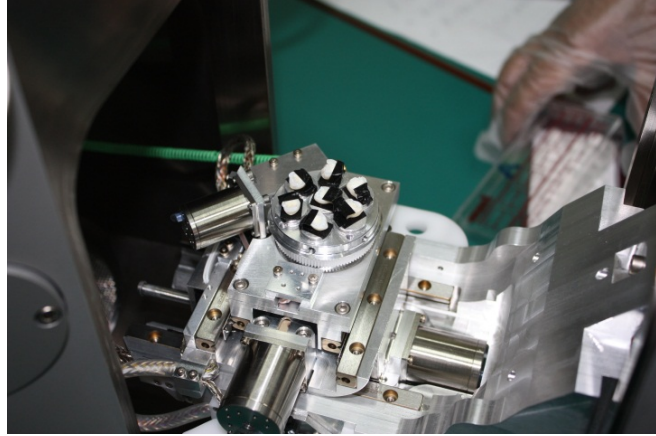


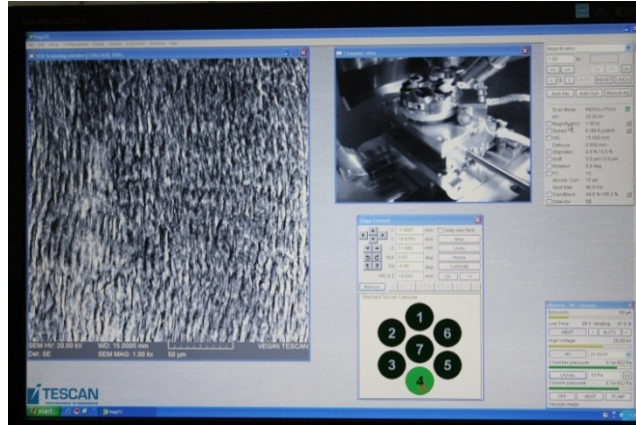


Preparadas así las muestras, se observaron a 3000 aumentos al microscopio electrónico de barrido, anotando seguidamente en una ficha los resultados de la observación.









## ANEXO N° 04



**Escuela de metalurgia**



**Laboratorio de microscopía electrónica**



**Laboratorio de Odontología**

## **ANEXO N° 05**

### **Dócima de Kolmogorov-Smirnov para dos muestras independientes.**

#### **Premisas**

La única premisa que se necesita es que las mediciones se encuentren al menos en una escala ordinal.

#### **Características de la dócima**

La dócima de Kolmogorov-Smirnov está construida, teniendo como base detectar las discrepancias existentes entre las frecuencias relativas acumuladas de las dos muestras objeto de estudio.

#### **Hipótesis**

Las hipótesis de esta dócima, expresadas en palabras son:

Ho: Las distribuciones poblacionales son iguales.

H1: Las distribuciones poblacionales son distintas.

## Estadígrafo y distribución muestral.

	TABLA1	TABLA2	DIFERENCIAS
<b>Clase</b>	Frecuencia relativa acumulada	Frecuencia relativa acumulada	Diferencia de las Frecuencias
<b>1</b>	p11	p21	p11-p21
<b>2</b>	p12	p22	p12-p21
...	...	...	...
<b>i</b>	p1i	p2i	p1i-p2i
...	...	...	...
<b>k</b>	p1k	p2k	p1k-p2k

	Sistema Adhesivo autograbante			Agente condicionante			Diferencia de las Frecuencias
Tipo I	2	0,20	2/7	5	0,50	5/10	-0,30
Tipo II	7	0,70	7/10	6	0,60	6/10	0,10
Tipo III	10	1,00	10/10	10	1,00	10/10	0,00

Diferencias de las frecuencias, con lo que obtenemos el valor máximo.

$$D = \max|p_{1i} - p_{2i}| \text{ Con } i = 1, 2, \dots, k$$

La hipótesis de que las dos muestras proceden de la misma población, se pone a prueba utilizando una tipificación de las diferencias más grande en valor absoluto.

$$Z_{k-s} = \max_i |D_i| \sqrt{\frac{n_1 * n_2}{n_1 + n_2}}$$

Este estadístico Z se distribuye según el modelo de probabilidad normal N (0;1).