

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA



PROTOCOLO DE DESPROTEINIZACIÓN CON HIPOCLORITO DE SODIO A  
DIFERENTES CONCENTRACIONES PARA OPTIMIZAR LA ADHESIÓN DE  
BRACKETS

Por

KAREN ESTEFANÍA RANGEL PADILLA

Como requisito parcial para obtener el Grado de  
MAESTRÍA EN ORTODONCIA

Marzo, 2016

PROTOCOLO DE DESPROTEINIZACIÓN CON HIPOCLORITO DE SODIO A  
DIFERENTES CONCENTRACIONES PARA OPTIMIZAR LA ADHESIÓN DE  
BRACKETS

**Comité de Tesis**

---

Director de Tesis

---

Secretario

---

Vocal

PROTOCOLO DE DESPROTEINIZACIÓN CON HIPOCLORITO DE SODIO A  
DIFERENTES CONCENTRACIONES PARA OPTIMIZAR LA ADHESIÓN DE  
BRACKETS

**Asesores de Tesis**

CD, MEO, PhD. María Argelia Akemi Nakagoshi Cepeda

Director de Tesis

CD, MCO. Jorge Luis Alvarado Cavazos

Co-Director de Tesis

MSP. Dr. Gustavo Israel Martínez González

Asesor Estadístico

CD, Posgraduada en Ortodoncia, PhD. Hilda Hortencia Hermelinda Torre Martínez

Asesor Metodológico

EOP. Roberto Valencia Hitte

Asesor Externo

CD. Roberto Espinosa Fernández

Asesor Externo

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecimiento a Dios por haberme permitido culminar con éxito esta etapa profesional y por mostrarme el camino que debía seguir.

A mis padres, Elvira y Ricardo, por su apoyo incondicional durante estos 3 años de preparación, en el que me ausenté y los descuidé, pero todo por un objetivo que ustedes motivaron y que finalmente se culminó.

A mi hermana Eyra, que sin su guía y ayuda no hubiera tenido la sabiduría suficiente para poder seguir adelante en este camino, y a la que le debo gran parte de mi formación profesional. A mi cuñado Alex, que siempre estuvo al pendiente e impulsándome para ser mejor.

César, fuiste mi apoyo durante estos tres años, siempre lograste ver en mí lo mejor y estuviste en mis buenos y malos momentos.

Dra Akemi Nakagoshi, muchas gracias por su confianza y la cooperación en este proyecto, fue un placer trabajar con usted.

Dr. Roberto Valencia y Dr. Roberto Espinosa, mis respetos; me abrieron un abanico de nuevas ideas y me encantó poder trabajar con ustedes.

A todos mis asesores, que de alguna u otra manera formaron parte de esta investigación, gracias por su tiempo y dedicación.

Mi agradecimiento al Dr. Roberto Carrillo González por estos 3 años de “coaching” profesional, mi gran admiración hacia usted. Al Dr. Roberto Carrillo Fuentes, también mi agradecimiento por la motivación que inspiró en mí.

A todos mis maestros del posgrado, de cada uno me llevo una enseñanza y espero poder contar con su apoyo en un futuro.

Esthercita, Jorge y Julio, sin ustedes al posgrado le faltaría algo. Los aprecio mucho y espero que sigan siendo los mismos siempre.

A mis compañeros de generación, que en las buenas y en las malas siempre nos mantuvimos unidos. De cada uno me llevo un grato recuerdo, y espero sigamos compartiendo experiencias. Idalia y Piña, me encantó ser parte de su grupo, armonizaron estos tres años, además de que fue un gusto ser su compañera de viajes. Consuelo, fuiste una grata sorpresa para mí, gracias por todos los consejos que me diste, y siempre te voy a apoyar en lo que pueda.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por apoyarme económicamente durante estos años de formación académica.

A la Universidad de Guadalajara por proporcionarme su equipo para terminar la investigación.

Finalmente agradezco a la Dra. Rosa Isela Sánchez Nájera y a la Universidad Autónoma de Nuevo León, por haberme otorgado la beca y permitirme estudiar estos 3 años de Maestría.

## **DEDICATORIA**

A mis padres, hermana y familia, los quiero mucho. Gracias por ser parte de mí éxito.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>Sección .....</b>	<b>Página</b>
AGRADECIMIENTOS .....	iv
DEDICATORIA .....	vii
LISTA DE FIGURAS .....	x
NOMENCLATURA .....	xii
RESUMEN .....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. HIPÓTESIS .....	4
3. OBJETIVOS .....	5
3.1 Objetivo General .....	5
3.2 Objetivos Específicos .....	5
4. ANTECEDENTES .....	6
4.1 Esmalte dental .....	6
4.1.1 Biología molecular de las proteínas del esmalte .....	8
4.1.1.1 Formación del esmalte .....	8
4.1.1.2 Estadios de la formación del esmalte .....	9
4.2 Grabado ácido .....	10
4.2.1 Patrones de grabado ácido .....	12
4.3 Adhesión .....	13
4.3.1 Adhesión en ortodoncia .....	14
4.4 Manejo de la superficie del esmalte .....	16
4.4.1 Limpieza del esmalte .....	16

4.4.2 Desproteínización del esmalte.....	16
4.5 Marco de referencia .....	17
5. MÉTODOS .....	19
5.1 Diseño del estudio.....	19
5.2 Criterios de Selección .....	19
5.2.1 Criterios de inclusión.....	19
5.2.2 Criterios de exclusión.....	19
5.2.3 Criterios de eliminación.....	20
5.4 Definición de las variables.....	20
5.5 Descripción de los procedimientos .....	20
5.5.1 Preparación del NaOCl.....	20
5.5.2 Preparación de las muestras.....	22
5.5.2.1 Conservación de los premolares.....	22
5.5.2.2 Pulido de los premolares.....	23
5.5.2.3 Preparación de los grupos de estudio.....	24
5.5.3 Observación y análisis de las muestras en el microscopio electrónico de barrido (MEB).....	25
5.5.3.1 Deshidratación de las muestras.....	26
5.5.3.2 Recubrimiento.....	27
5.5.3.3 Observación de las muestras.....	27
5.6 Instrumentos de recolección de datos .....	28
5.7 Validación de datos.....	28
5.8 Consideraciones éticas.....	28
6. RESULTADOS .....	30
7. DISCUSIÓN .....	35
8. CONCLUSIONES.....	38
9. APÉNDICE.....	39
10. LITERATURA CITADA .....	41
RESUMEN BIOGRÁFICO .....	42

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figuras</b>	<b>Página</b>
1. Material utilizado para realizar las soluciones. a. NaOCl al 12%. b. Agua destilada. c. Pipetas.....	21
2. Preparación de la solución de NaOCl.....	21
3. Ejemplo para la preparación de las diferentes concentraciones del NaOCl .....	21
4. Soluciones de NaOCl.....	22
5. a. Disco de diamante Brasseler® DS Visionflex. b. Premolar decoronado.....	22
6. Almacenamiento de premolares.....	23
7. Pulido de premolares con cepillo profiláctico y arena pómez.....	23
8. Fragmento del premolar.....	24
9. Preparación de los grupos de estudio. a. Aplicación del NaOCl. b. Enjuague del NaOCl con agua destilada.	

c. Técnica de grabado ácido convencional con $H_3PO_4$ al 37% (3M ESPE Scotchbond etching).....	25
10. Almacenamiento de las muestras para su deshidratación en alcohol.....	26
11. Muestras bañadas en oro después de ser procesadas en el Denton Vacuum Desk V.....	27
12. a. Superficie vestibular del diente solamente pulido con arena pómez a 2000x. ....	30
13. Superficie pulida y grabada a 500x. ....	31
14. a. Superficie pulida, desproteinizada con NaOCL al 7% durante 20 segundos y grabada con la técnica convencional a 500x.....	32
15. a. Superficie pulida, desproteinizada con NaOCL al 7% durante 15 segundos y grabada a 500x .....	32
16. a. Superficie pulida, desproteinizada con NaOCL al 9% durante 20 segundos y grabada con la técnica convencional a 500x.....	33
17. a. Superficie pulida, desproteinizada con NaOCL al 9% durante 15 segundos y grabada con la técnica convencional a 500x.....	34

## NOMENCLATURA

$\text{H}_3\text{PO}_4$	Ácido fosfórico
ml	Mililitros
$\text{NaOCl}$	Hipoclorito de Sodio
seg	Segundos

## RESUMEN

El éxito de la ortodoncia depende en gran medida de que los brackets se mantengan en la cavidad oral durante todo el tiempo de tratamiento. Actualmente los brackets de ortodoncia son colocados en su posición mediante técnicas adhesivas que involucra el grabado de la superficie.

La desprotección del esmalte es una herramienta indispensable que optimiza los resultados de la técnica de grabado convencional, logrando un acondicionamiento morfológico mayor y zonas retentivas generalizadas en la superficie del esmalte, traduciéndose en un incremento en la retención de los materiales a base de resina. La eliminación del material orgánico que se encuentra en la superficie del esmalte o incluso entre los prismas del mismo mediante la desprotección con NaOCl, es necesario, ya que estos funcionan como una barrera resistente contra los ácidos.

El objetivo de esta investigación fue modificar la técnica de desprotección actual para lograr reducir el tiempo que requiere el procedimiento, y así lograr que se adapte a la tendencia que exige la ortodoncia moderna.

Se investigaron 4 grupos experimentales a los que se les aplicó NaOCl a diferentes concentraciones (7 y 9%) y tiempos (15 y 20 seg.) utilizando la técnica de grabado ácido con  $H_3PO_4$ , para posteriormente observar su superficie en el MEB.

En ambas concentraciones se obtuvieron resultados satisfactorios y muy similares al protocolo original, lo que da pie al uso de una mayor concentración de NaOCl en menor tiempo.

## ABSTRACT

Success in orthodontic treatment depends directly on the time the orthodontic appliances stay in the mouth during all the treatment. Actually, braces are placed by means of adhesive techniques that involve the etching of the surface.

Enamel deproteinization is a really important tool that improves the results of the conventional etch technique. This protocol achieves a major morphologic conditioning and generalized retentive areas in the surface of the enamel, increasing the retention of the resinous materials. The removal of the organic material from the surface of the enamel or from the prisms by means of the desproteinization with NaOCl, is necessary, as they function as a resistant barrier versus acids.

The aim of this study was to modify the classic deproteinization technique (NaOCl at 5.25% during 60 seconds) to achieve a reduction in the time that is required in the realization of the procedure and achieve the adaptation to the tendency of the modern orthodontics.

Four experimental groups were investigated (premolars), NaOCl was applied at different concentrations (7 and 9%) and at different times (15 and 20 seconds) and employing an acid etch technique with  $H_3PO_4$ , to later visualize its surface in the microscope.

In both concentrations, successful results were obtained and very similar to the original protocol, so we can conclude that a higher concentration of NaOCl in less time is a good alternative.

## 1. INTRODUCCIÓN

La ortodoncia actual utiliza brackets para llevar a cabo la biomecánica del movimiento dental, y en la actualidad uno de los problemas más frecuentes por los que atraviesa el ortodoncista al momento de su colocación es la adhesión, específicamente la adhesión de la resina del bracket al diente.

El éxito de un tratamiento de ortodoncia depende en gran medida de que el aparato fijo que se coloque quede adherido durante todo el tiempo de tratamiento. Por lo que encontrar una técnica adhesiva que ayude a lograr una mayor duración de la aparatología fija ortodóncica dentro de la cavidad oral puede resultar por de más benéfico.

Estudios recientes se han orientado a buscar técnicas que mejoren las condiciones de la superficie del esmalte durante el grabado ácido con el fin de favorecer la retención de los materiales adhesivos.

Las variaciones en los patrones del grabado de la superficie del esmalte pueden afectar considerablemente la calidad de la adhesión de la resina del bracket al diente. La desproteización del esmalte, realizada antes del grabado ácido, crea una superficie adamantina con los requerimientos necesarios para lograr una óptima adhesión.

El protocolo de desproteización establecido actualmente logra un grabado en el 94% de la superficie, siendo esto de gran ayuda para la adhesión resina-esmalte. Desafortunadamente, la tendencia actual de los procesos en ortodoncia es hacer el

trabajo lo más simple posible, razón por la cual técnicas previas al cementado de brackets son poco utilizadas al momento de la colocación de brackets.

Gracias al avance de la tecnología en el área de microscopía electrónica en la odontología se puede tener un mayor conocimiento de las estructuras dentales, y además contribuye al desarrollo de nuevos materiales. El presente estudio hace uso de la microscopía electrónica para comprobar los resultados satisfactorios que se obtienen al utilizar la desprotección del esmalte como un método previo a la técnica de grabado ácido.

El fin de esta investigación fue buscar modificar la técnica de desprotección para lograr reducir el tiempo que se requiere en la realización del procedimiento, y además desarrollar un protocolo simple que se adapte a la tendencia que exige la ortodoncia moderna, logrando reducir el tiempo operatorio.

La mejora del tiempo en el protocolo de desprotección deberá ser un factor de importancia para la promoción de su uso tanto en la ortodoncia como en otras disciplinas odontológicas.

## **2. HIPÓTESIS**

Al aumentar la concentración de NaOCl se puede reducir el tiempo de aplicación generando las mismas condiciones óptimas para la adhesión que la que se obtiene empleando la técnica de desproteinización del esmalte con NaOCl al 5.25%, favoreciendo así el área de adhesión para la colocación del bracket y simplificando el tiempo operatorio.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo General**

Establecer un protocolo de desproteínización del esmalte al aumentar las concentraciones de NaOCl y aun así obtener los mismos resultados en los patrones de grabado ácido que con el protocolo ya establecido, lo que dará como resultado un aumento en la calidad de la adhesión del bracket.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Identificar los patrones de grabado ácido utilizando la técnica de desproteínización del esmalte con NaOCl al 9% a 20 y 15 segundos.
- Observar los patrones de grabado ácido utilizando la técnica de desproteínización del esmalte con NaOCl al 7% a 20 y 15 segundos.

#### 4. ANTECEDENTES

Uno de los componentes pasivos más importantes de la aparatología ortodóncica son los brackets, un aditamento para los agentes que producen la fuerza. Con el fin de obtener las fuerzas ortodóncicas que se necesitan, los brackets se encuentran adheridos a la superficie dental. (Tamizharasi and Kumar, 2010)

Alrededor de 1900, los brackets estaban compuestos de oro platinizado y se encontraban sujetos por unas bandas o “anillos” alrededor del diente. (Kusy, 2009; Tamizharasi and Kumar, 2010) . Antes del tratamiento, el ortodoncista debía crear suficiente espacio para acomodar las bandas, y ser cerrado después del tratamiento. Este era tiempo consumido por el ortodoncista y causaba discomfort para el paciente. (Gange, 2015). No fue sino hasta 1960, cuando los brackets en banda desaparecieron y surgió el bracket miniatura adhesivo, lo que significó el comienzo de la ortodoncia estética. (Kusy, 2009)

La transición de los brackets en banda a brackets de adhesión directa fue gracias a los avances en el campo de la adhesión dental realizados por Michael Buonocure en 1955, quien desarrolló la técnica de grabado ácido, al demostrar el incremento de la adhesión de las resinas acrílicas sobre esmalte tratado con 85% de ácido fosfórico ( $H_3PO_4$ ). (Zhu et al., 2014; Faltermeier, et. al., 2007; Buonocure, 1955)

Sadler en 1958 realizó el primer reporte acerca de la cementación de brackets directamente a la superficie del esmalte (Mizrahi, 1982). Esta técnica de adhesión se ha ido desarrollando hasta el punto en que hoy en día es un medio generalmente aceptado para la colocación de brackets en los dientes durante el tratamiento de ortodoncia.

Las investigaciones en el área de adhesión, revolucionaron la apreciación de la aparatología fija en la ortodoncia (Faltermeier et al., 2007). Además de que fueron fundamental para el entendimiento y aceptación del grabado del esmalte y el sistema de adhesión en la odontología (Espinosa et al. 2008).

El desarrollo de la técnica de grabado ácido, seguido por el uso de la adhesión en la ortodoncia por G.V. Newman y la introducción de la “resina de Bowen” han sido pasos revolucionarios hacia delante en la historia de la ortodoncia (Kumar et al., 2011); y con los años se ha prestado gran atención a mejorar las técnicas de grabado ácido, acondicionadores (primer) y adhesivos. (Faltermeier et al., 2007)

#### **4.1 Esmalte dental**

Durante la tercera a la octava semana del desarrollo del cuerpo humano, conocido como el periodo embrionario, se observan tres hojas germinativas que darán origen a varios tejidos y órganos específicos, entre ellos los tejidos dentales: el ectodermo, mesodermo y endodermo (Sadler and Langman, 2007) .

El desarrollo dental es un proceso altamente dirigido que comienza con la colocación definida de los dientes en los maxilares. (Bartlett, 2013). A la formación de los elementos dentarios dentro del hueso se llama odontogénesis. (Gómez and Campos, 2009).

Los dientes se desarrollan a partir de brotes epiteliales que, normalmente, comienzan a formarse en la porción anterior de los maxilares para luego avanzar en dirección posterior. (Gómez and Campos, 2009) La aparición de estos brotes epiteliales comienza con la formación de la lámina dental, una capa de células epiteliales que se extiende desde el revestimiento de la cavidad oral en el ectomesénquima subyacente. (Slootweg, 2010).

En la formación de los dientes participan dos capas germinativas: el epitelio ectodérmico, que origina el esmalte, y el ectomesénquima que forma los tejidos restantes (complejo dentinopulpar, cemento, ligamento periodontal y hueso alveolar). (Gómez and Campos, 2009)

Los dientes están compuestos de tres diferentes tejidos mineralizados: cemento, dentina y esmalte. El cemento se localiza a lo largo de la raíz y su función principal es la de sostener al diente en su lugar por medio de su unión con fibras de colágeno. La dentina es una matriz parecida al hueso que ocupa el mayor volumen del diente. (Bartlett, 2013) El esmalte es el tejido que recubre la corona anatómica de los dientes, siendo este altamente mineralizado, y es el tejido más duro del cuerpo. (Valencia et al., 2010; Gwinnett, 1992)

La dureza del esmalte es debido a su alto contenido mineral (cerca del 96%) y su bajo contenido orgánico, pues contiene muy poca proteína (menos del 1% de material orgánico) y agua (3.2-3.6%). (Bartlett, 2013; Øgaard and Fjeld, 2010)

Por su alta mineralización, el esmalte es considerado en lo general inerte y acelular. Sin embargo, aún cuando es considerado un tejido sin vida, este tiene permeabilidad e intercambia iones con la saliva y otros elementos que se encuentran en la cavidad oral. (Valencia et al., 2010)

El esmalte dental, también llamado adamantino (Valencia et al., 2010), está formado por ameloblastos derivados del epitelio oral. El epitelio del esmalte se diferencia en una matriz secretora de esmalte por los ameloblastos. La formación del esmalte dental es un prototipo de desarrollo de los órganos funcional a través de un proceso de mineralización de la matriz. A diferencia de la dentina o el hueso, en la que el colágeno es la mayor proteína de la matriz, el esmalte lo constituyen diferentes tipos de moléculas con la amelogenina siendo su mayor componente. (Fukumoto et al., 2014)

#### **4.1.1 Biología molecular de las proteínas del esmalte.**

##### **4.1.1.1 Formación del esmalte.**

La formación del esmalte es el resultado de una síntesis excepcional de proteínas así como del funcionamiento altamente especializado en el crecimiento y organización de los cristales de apatita. (Espinosa et al., 2012; Satchell et al., 2002)

El desarrollo del esmalte o amelogénesis puede ser descrita en 4 diferentes etapas: presecretora, secretora, de transición y maduración. Las etapas están definidas por la función y morfología de los ameloblastos. (Bartlett, 2013)

Las proteínas de la matriz del esmalte se producen en sus niveles más altos por los ameloblastos durante las etapas de secreción y de transición de la amelogénesis y colectivamente dirigen el adecuado ensamblaje y crecimiento de los cristales dentro del esmalte mineralizado. (Fukumoto et al., 2014)

No ha sido fácil el entender algunos de los procesos de formación el esmalte, pero es necesario conocerlos, para asegurar de esta manera la efectividad en su manejo clínico. (Espinosa et al., 2012)

La interacción entre proteína-proteína y proteína-mineral son mecanismos que juegan un papel importante en la formación del esmalte. Donde la importancia radica en el potencial de ensamble de la matriz de proteínas, en la regulación del crecimiento de cristales así como en la organización estructural del esmalte. (Espinosa et al., 2012; Fincham et al. 1994)

#### **4.1.1.2 Estadios de la formación del esmalte.**

El esmalte es un nanocompuesto diferenciado altamente organizado, que consiste en cristales elongados de hidroxiapatita de matrices paralelas formando una microestructura tridimensional intrincada. (Valencia et al. 2013)

##### Periodo formativo

El proceso de formación del esmalte tiene origen embriológico. Donde el esmalte comprende 3 estadios: el primero denominado informativo, establece la localización y límites de la matriz orgánica. La matriz orgánica es altamente heterogénea compuesta por varias proteínas. (Espinosa et al., 2012)

Estas proteínas incluyen a la amelogenina, la amelina, tuftellina, sialo-fosforoproteína dentinaria, enzimas amelinas y sero proteínas como la albúmina. Cada una de estas contribuyen a la formación de matriz y cumplen ciertas funciones. (Espinosa et al., 2012).

Cualquier falla en los mecanismos de las proteínas del esmalte puede resultar en una maduración incompleta del esmalte y la erupción de un tejido displásico.

La primera secreción de matriz orgánica consta principalmente de 2 tipos de proteínas y guardan una proporción de 2:1; la amelogenina hidrofóbica rica en prolina y la amelina que es una fosfoproteína ácida glucosídica.

La amelogenina regula la formación adecuada del esmalte por medio de un proceso de mineralización cooperativo y no como matriz pre formada única. (Fukae, 2009) Es la proteína que más abunda en la matriz extracelular del esmalte y es secretada por células diferenciadas del epitelio dental interno. (Valencia et al. 2013)

La enamelina parece estar involucrada en la formación inicial de los cristales, pues se muestra localizada en o alrededor de los cristales nucleado en la matriz en etapa presecretora. (Fukae, 2009)

#### Periodo de maduración del esmalte

El segundo estadio denominado de maduración comprende de un crecimiento de cristales y pérdida de agua y proteína. Durante el desarrollo dental, las proteinasas son segregadas por los ameloblastos en los espacios extracelulares, donde las proteínas del esmalte son seccionadas, catalizando la hidrólisis de uniones peptídicas. (Espinosa et al., 2012)

#### Periodo de agregación mineral

El tercer estadio se caracteriza por tener el mayor agregado mineral y pérdida de porosidad, donde las proteinasas juegan dos funciones importantes durante la formación del esmalte dental; el procesar y degradar las proteínas del esmalte donde diferentes enzimas llevan a cabo estas funciones. (Espinosa et al., 2012)

## **4.2 Grabado ácido**

Como ya se mencionó Buonocore en 1955 (Buonocore, 1955) observó que ciertos ácidos pueden alterar la superficie del esmalte para que la adhesión de una resina al tejido adamantino pueda ocurrir. Estas ideas de retención mecánica y adhesión química han sido la base para investigaciones subsecuentes y el desarrollo de la odontología adhesiva. (Hobson et al., 2002)

Los sistemas de adhesión modernos para materiales a base de resina se apoyan en un principio la retención micromecánica (Cardoso et al., 2011; Tsujimoto et al., 2010) lograda por las microporosidades que se forman en el esmalte como consecuencia de la disolución ácida. (Patcas et al., 2015) El principio básico es la remoción de cristales para

crear una superficie irregular. (Valencia et al., 2015)

Para lograr esto, un ácido, generalmente un ácido ortofosfórico 37%, se utiliza para limpiar la superficie y disolver los minerales. Debido a que la velocidad de disolución de ácidos es diferente para las diversas partes de la estructura del esmalte, particularmente entre esmalte interprismático y prismática, se ha creado una topografía desigual muy sutil de la superficie. (Øgaard and Fjeld, 2010)

Los cambios morfológicos producidos en la superficie del esmalte por el uso de ácido fosfórico, fueron por primera vez reportados por Gwinnett en 1971 y Silverstone en 1975, quienes identificaron la micromorfología del esmalte y clasificaron el grabado del esmalte en 3 patrones: tipo I, II y III (Zhu et al., 2014; Espinosa et al., 2010; Espinosa et al., 2008)

Desde la década de 1960, diferentes tipos de ácidos con diversas concentraciones y / o tiempos de grabado se han investigado in vitro para perfeccionar la técnica de grabado ácido. En comparación con otros ácidos, tales como ácido cítrico, ácido fluorhídrico, y ácido clorhídrico, el ácido fosfórico demostró ser el más efectivo para promover la adherencia del esmalte a los materiales dentales in vitro. (Zhu et al., 2014)

Cuando se utilizaron diferentes concentraciones de ácido fosfórico in vitro, las concentraciones inferiores al 30% eran insuficientes para producir la disolución suficiente del esmalte para la adhesión. Las concentraciones ácidas arriba del 50% presentan mejor cambios morfológicos en la superficie. Basados en estudios de laboratorio, el grabado de la superficie del esmalte intacto normal de los dientes humanos permanentes con un 30% y un 50% de ácido fosfórico durante 60 segundos ha sido aceptado como el protocolo para la adherencia del esmalte desde principios de la década de 1980. (Zhu et al., 2014)

Los tiempos de aplicación clínica para el ácido se han reducido en los últimos años, pues hay evidencia que indica que tiempos más cortos son igual de efectivos.

Trabajos recientes han demostrado que solo un pequeño porcentaje de la superficie del esmalte está grabado idealmente con una aplicación de 30 segundos con ácido fosfórico al 37%. (Gardner and Hobson, 2001)

#### **4.2.1 Patrones de grabado ácido.**

Los patrones de grabado ácido varían en la superficie del esmalte. Se ha reportado que un patrón de grabado ideal se encuentra en solo el 5% del tejido grabado sobre las superficies vestibulares de los dientes. (Øgaard and Fjeld, 2010)

El tipo I de los patrones de grabado en el esmalte, el  $H_3PO_4$  disuelve la cabeza de los cristales del prisma, con un material periférico o una sustancia interprismática intacta. (Espinosa et al., 2008; Espinosa et al., 2012) Según el estudio de Silverstone de 1975, fue el patrón más comúnmente observado. (Silverstone et al. 1975)

En el patrón tipo II, el ácido diluye la zona periférica de los prismas, dejando la cabeza del prisma relativamente intacta. (Zhu et al., 2014)

En el tipo III, la superficie cambia y no tiene características definidas, pero generalmente la disolución del tejido es superficial, no altera los estratos más profundos de los prismas del esmalte. (Zhu et al., 2014)

Estos tres patrones de grabado del esmalte aparecen al azar en cualquier punto del esmalte y pueden aparecer juntos en cualquier zona del tejido adamantino. Clínicamente, sólo se observa la cantidad del esmalte, al observar un área blanca y opaca en la superficie; pero no se sabe la calidad del grabado que se realizó. (Espinosa et al., 2012)

Silverstone, mostró que los patrones que presentaban mejor retención eran el tipo I y II, debido a que se tenía una área porosa más profunda y grande. El tipo III, no presenta una morfología profunda y definida lo que hace que carezca de retención micromecánica. (Valencia et al., 2010; Silverstone et al., 1975)

El desarrollo subsecuente de la técnica de grabado ácido fue basado en la idea de maximizar los patrones de Tipo I y/o II, optimizando los tipos, concentración y duración del ácido grabador. (Zhu et al., 2014)

### 4.3 Adhesión

La tecnología en la adhesión ha evolucionado rápidamente desde su introducción hace más de 50 años. (B. Van Meerbeek et al., 2011)

La adhesión implica la tendencia de los átomos o moléculas de unirse unos con otros. Son interacciones moleculares en la interfaz entre los materiales. Cualquier circunstancia que describa la adhesión es realmente un conjunto que contiene un sustrato o “adherente” aplicando un “adhesivo” lo que crea una interfaz. (Marshall et al., 2010)

En odontología los adherentes pueden ser muy variados (ejemplo: esmalte, dentina, amalgama, ionómero de vidrio etc.) y los adhesivos pueden involucrar interfaces únicas (selladores, cerámica unida a metal) o múltiples (resina adherida a dentina, restauraciones cerámicas unidas a las estructuras del diente). (Marshall et al., 2010)

La cohesión involucra atracciones intramoleculares entre átomos/moléculas y es frecuentemente reportado como fuerza cohesiva de un material o tejido. (Marshall et al., 2010)

El mecanismo fundamental para la adhesión en el esmalte y dentina está basado

en un proceso de intercambio, en el que los minerales extraídos de los tejidos duros dentales son reemplazadas por monómeros de resina que con la polimerización quedan micromecánicamente clavados en las porosidades creadas con el grabado ácido. (Cardoso et al., 2011)

El proceso anterior consta de dos fases: la primera consiste en la remoción de fosfato de calcio, lo que expone microporosidades y la segunda descrita como “hibridación” que involucra la infiltración y la subsecuente polimerización de la resina en las microporosidades. (Cardoso et al., 2011; Van Meerbeek et al., 2003)

#### **4.3.1 Adhesión en ortodoncia.**

Por muchas décadas, el sistema de adhesión en ortodoncia más popular estaba basado en la técnica de grabado ácido introducida por Buonocore en 1955, y modificado para propósitos ortodóncicos por Newman y cols. durante la década de 1960. (Gange, 2015; Øgaard and Fjeld, 2010)

La ortodoncia típicamente involucra el uso de brackets adheridos a la superficie dental para la alineación de los dientes (Markovic et al., 2008). La capacidad para unir materiales compuestos al esmalte es fundamental para la práctica de rutina del tratamiento de ortodoncia con aparatos fijos (Hobson et al., 2002), y debería ser una prioridad el conseguir una baja tasa de fracasos en dicha unión, puesto que reemplazar brackets decementados es ineficaz, costoso y requiere de más tiempo. (Graber et al., 2013)

Los brackets de ortodoncia se unen a las superficies vestibulares de los incisivos superiores e inferiores, caninos y premolares, mediante la técnica de grabado ácido con adhesivos compuestos. Los brackets proporcionan un enlace mecánico entre el diente y el arco de alambre, que permite al ortodoncista para aplicar fuerzas ligeras para el diente con el fin de lograr los movimientos deseados. (Hobson et al., 2002)

Los beneficios de la unión directa de los bracket incluyen la ausencia de espacios de la banda después del tratamiento, la aplicación más fácil en los dientes parcialmente erupcionados, disminuye el peligro de descalcificación por bandas sueltas, detección y tratamiento de caries más fácil, así como proporcionar al paciente una mayor estética con la aparatología ortodóncica. (Ajlouni et al., 2004)

La adhesión de bracket directamente a la superficie del diente es parte de la práctica rutinaria; desafortunadamente, entre el 0.5% y un 16% de la adhesión falla. (Hobson et al., 2002)

Los requisitos de resistencia suficiente, facilidad de pérdida de adherencia, y el riesgo limitado de daño permanente a la superficie del esmalte son crítico en la ortodoncia. (Øgaard and Fjeld, 2010). En un tratamiento de ortodoncia el fracaso en la adhesión puede ocurrir durante la misma visita de adhesión o tiempo antes de la siguiente cita. Después del fracaso en la adhesión, la tasa de una nueva falla se reporta en diversos estudios en un rango del 10 al 25%. (Pakshir et al., 2012)

El éxito o el fracaso de un tratamiento de ortodoncia fija depende fundamentalmente del logro de una unión fuerte y duradera al diente. (Markovic et al., 2008; Hobson et al., 2002)

El adhesivo para ortodoncia debe ser capaz de permitir que el bracket se mantenga unido al esmalte durante todo el tratamiento y permitir la remoción fácil de los mismos cuando se necesite, sin que haya un daño a la superficie del esmalte y con las menos molestias para el paciente. (Markovic et al., 2008)

Hay otros factores que pueden potencialmente contribuir a la fuerza de adhesión entre el esmalte y el bracket que incluye: el tipo de acondicionador del esmalte, la concentración del ácido, el tiempo de grabado, la composición del adhesivo, el diseño y

material del bracket, el ambiente oral así como la habilidad del clínico. (Bishara et al., 1999)

#### **4.4 Manejo de la superficie del esmalte**

##### **4.4.1 Limpieza del esmalte.**

Generalmente, hay depósitos orgánicos que cubren la superficie del esmalte como la cutícula de superficie y la película adquirida. Investigadores han descubierto que estos remanentes interfieren con el proceso de grabado, resultando en una adhesión pobre de la resina. La limpieza del esmalte antes de la colocación de  $H_3PO_4$  es recomendado para lograr una superficie de adhesión favorable (Kakaboura and Papagiannoulis, 2005).

Autores demostraron que esta capa orgánica externa evita que el ácido fosfórico convencional al 37% grave eficazmente la superficie, dando como resultado patrones de grabado inconsistentes y un esmalte poco fiable para la unión de ortodoncia. (Justus et al., 2010)

##### **4.4.2 Desproteinización del esmalte.**

El protocolo que Espinosa y cols. proponen para la remoción del material orgánico y/o acondicionar la superficie del esmalte es utilizar hipoclorito de sodio (NaOCl) al 5.25% por 60 segundos, antes del uso de ácido grabador. (Espinosa et al., 2010; Espinosa et al. 2008)

Debido a que el NaOCl es un desnaturalizante de las proteínas y que no causa alteración en la estructura mineral del esmalte (Venezie et al., 1994), incrementa la calidad del patrón de grabado por medio de la eliminación de la materia orgánica y la película adquirida de la superficie del esmalte. (Pereira et al., 2012; Justus et al., 2010; Espinosa et al., 2008)

A pesar de que hay gran cantidad de literatura que soporta que el objetivo de esta técnica es mejorar la calidad del grabado ácido, garantizando así una mejoría en la adhesión a esmalte, frecuentemente es confundida con un interés por lograr asepsia de la superficie dental.

La importancia de la desproteinización radica en que el material orgánico actúa como una barrera en la disolución de los prismas, disminuyendo así la efectividad en la adhesión de los materiales a base de resina. (Valencia et al., 2015)

#### **4.5 Marco de referencia**

En 1994, Venezie y colaboradores realizaron el reporte de un caso en el que se utilizó la desnaturalización de las proteínas mediante el NaOCl al 5% en un paciente con amelogenesis imperfecta para mejorar la adhesión del bracket, debido a que con la técnica convencional no se lograba que el bracket se uniera al diente. (Venezie et al., 1994)

Espinosa y cols. realizaron en el 2008, el protocolo de desproteinización del esmalte con NaOCl al 5.25% durante 60 segundos previo a la técnica de grabado ácido, logrando una mejor calidad en los patrones de grabado, pues se observó un aumento significativo en la cantidad del patrón tipo I y II. Además en el 2010, efectuaron una investigación *in vitro* para evaluar la penetración de la resina después de desproteinizar el esmalte, obteniendo como conclusiones el aumento de la superficie total de grabado, y una mayor penetración del modelo de resina. (Espinosa et al., 2008)

En el 2010, Justus y cols. llevaron un estudio en el cual se utilizó la remoción de sustancias orgánicas del esmalte (desproteización del esmalte) antes del grabado ácido y compararon las fuerzas de adhesión del bracket con dos diferentes tipos de cementos a base de ionómero de vidrio, donde se observó un aumento significativo en la fuerza de adhesión del bracket. (Justus et al., 2010)

Pereira y cols. en el 2012, realizaron un estudio para probar los efectos de la desproteización del esmalte con NaOCl al 5.25% en la adhesión de brackets para comparar el uso de resina convencional y resina modificada con cemento de ionómero de vidrio, concluyendo que había un aumento en la fuerza de adhesión al desproteizar el esmalte en ambos grupos de estudio (Pereira et al., 2012).

La adhesión del bracket y la resina ha sido extensamente investigado en los últimos años, pero la topografía de la superficie del esmalte al ácido no ha sido objeto de investigación sistemática. En vista de ello, Hobson y cols. en el 2002 llevaron a cabo una investigación sistemática de la calidad y cantidad de los patrones de grabado que se encuentra en la superficie vestibular del esmalte donde se unen los brackets de ortodoncia. En este estudio se encontró que el patrón de grabado tipo A (I) fue el menos frecuente cuando se grababa con ácido fosfórico al 37% durante 30 segundos. (Hobson et al., 2002)

## **5. MÉTODOS**

### **5.1 Diseño del estudio**

El estudio es descriptivo, experimental, y transversal. Se analizaron premolares de pacientes que fueron extraídos por razones ortodóncicas en el Posgrado de Ortodoncia de la UANL.

### **5.2 Criterios de Selección**

#### **5.2.1 Criterios de inclusión.**

- Primeros y/o segundos premolares extraídos por razones ortodóncicas a pacientes de 13 a 20 años de edad.

#### **5.2.2 Criterios de exclusión.**

- Premolares que presente anomalías en el esmalte, como hipoplasia, hipomineralización; fracturas a lo largo de la cara vestibular o lingual, lesiones cariosas, malformaciones, patologías dentales, restauraciones o erosiones.

### 5.2.3 Criterios de eliminación.

- Premolares que hayan sido contaminados o que sufran alguna deformación durante el procedimiento.

### 5.4 Definición de las variables

INDEPENDIENTE		DEPENDIENTE	
Tiempo de desproteinización	20, 15 seg.	Patrones de grabado ácido en la superficie del esmalte.	Superficie grabada
Concentración del NaOCl	9%, 7%		
Tiempo de grabado ácido	15 seg.		

### 5.5 Descripción de los procedimientos

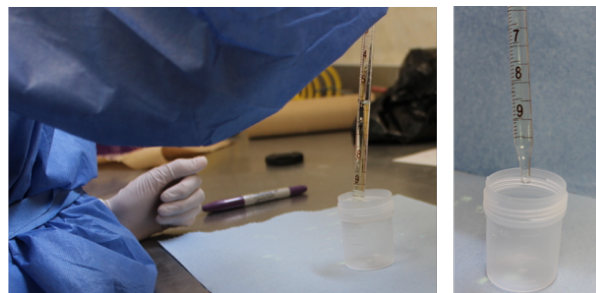
#### 5.5.1 Preparación del NaOCl.

La preparación del NaOCl en sus diferentes concentraciones (5.25%, 7%, 9%) se realizó el mismo día que se utilizaron las muestras, para evitar que perdiera su efectividad.

El NaOCl se encontraba en una concentración del 12%, por lo que se utilizó agua destilada para su dilución. La dilución se llevo a cabo por un mismo operador y con materiales de laboratorio que incluían: pipeta de 10 ml y 1 ml.



**Figura 1.** Materiales utilizados para realizar las soluciones. a. NaOCl al 12%. b. Agua destilada. c. Pipetas



**Figura 2.** Preparación de la solución de NaOCl.

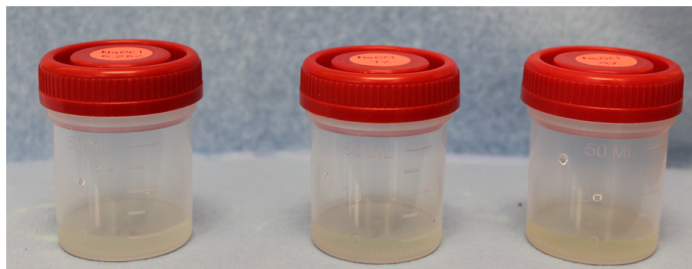
El proceso para saber que cantidad de agua destilada se necesitaba para llegar a la concentración del NaOCl se hizo mediante una regla de tres simple, utilizando 10 ml como cantidad base de la solución.

Cantidad de NaOCl	Porcentaje NaOCl
10 ml	12%
$x$	5.25%

$x = 5.25 \cdot 10 / 12$   
 $x = 4.4 \text{ ml de NaOCl}$

Se debe colocar **5.6 ml de agua destilada** para completar los 10 ml y lograr la concentración de 5.25%

**Figura 3.** Ejemplo para la preparación de las diferentes concentraciones del NaOCl.

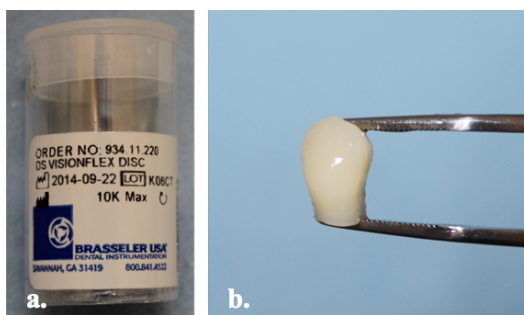


**Figura 4.** Soluciones de NaOCl.

## 5.5.2 Preparación de las muestras.

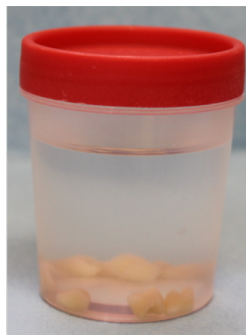
### 5.5.2.1 Conservación de los premolares.

Se realizaron 8 extracciones de premolares extraídos por razones ortodóncicas e inmediatamente se dispuso a realizar la decoronación de los mismos. La decoronación de los premolares se llevo a cabo con discos de diamante de doble filo (Brasseler® DS Visionflex Disc) a baja velocidad con constante irrigación de agua. Una vez realizado este procedimiento se procede a la eliminación de la pulpa dental con una cucharilla de dentina.



**Figura 5.** a. Disco de diamante Brasseler® DS Visionflex. b. Premolar decoronado.

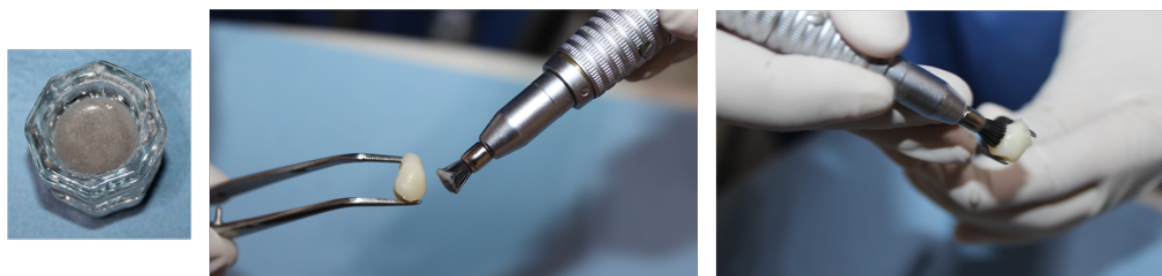
Para almacenar las coronas de los premolares hasta el día de su preparación, se colocaron en agua destilada a temperatura ambiente.



**Figura 6.** Almacenamiento de premolares

#### 5.5.2.2 Pulido de los premolares.

Antes de comenzar con el proceso de desproteinización, fue necesario pulir las piezas, lo cual se realizó con piedra pómez y un cepillo profiláctico. Se enjuagó con agua destilada por 10 segundos.



**Figura 7.** Pulido de premolares con cepillo profiláctico y arena pómez

### 5.5.2.3 Preparación de los grupos de estudio.

Para obtener muestras del esmalte comparables y con características físicas y químicas similares, las coronas se seccionaron con el disco de diamante de doble filo (Brasseler® DS Visionflex Disc) de tal manera que sólo se trabajó con las caras vestibulares de los premolares.



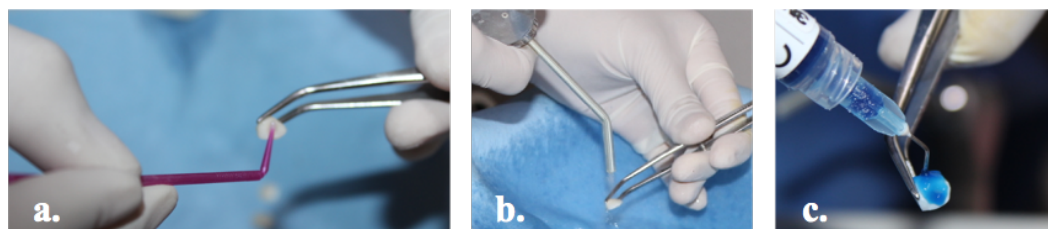
**Figura 8.** Fragmento del premolar.

Cada uno de los fragmentos fue codificado para poder identificarlos y se prepararon de la siguiente manera:

- *Grupo control negativo (CN):* Los premolares fueron pulidos con piedra pómez, lavados con agua destilada por 20 segundos y secado con aire comprimido libre de aceites.
- *Grupo control positivo (CP):* Se realizó la técnica grabado ácido convencional. El esmalte se graba con ácido grabador en gel de  $H_3PO_4$  al 37% (3M ESPE Scotchbond etching) aplicado con un microbrush por 15 segundos, lavado con agua destilada por 20 segundos y secado con aire comprimido libre de aceites.
- *Grupo A1:* Se realizó la técnica de desproteinización del esmalte convencional aplicando NaOCl al 5.25% durante 60 segundos. Posteriormente el esmalte se grabó con ácido grabador en gel de  $H_3PO_4$  al 37% (3M ESPE Scotchbond etching) aplicado con un microbrush por 15 segundos, lavado con agua destilada

por 20 segundos y secado con aire comprimido libre de aceites.

- *Grupo B1*: El esmalte se desproteinizó con NaOCl al 7% aplicado durante 20 segundos, lavado con agua destilada por 10 segundos y secado. El esmalte se graba con la misma técnica que el grupo CP.
- *Grupo B2*: La superficie del esmalte se trató con NaOCl al 7% aplicado durante 15 segundos, lavado con agua destilada por 10 segundos y posteriormente secado. El esmalte se graba con la misma técnica que el grupo A.
- *Grupo C1*: La superficie del esmalte se trató con 9% NaOCl aplicado durante 20 segundos, lavada con agua destilada por 10 segundos. El esmalte se graba con la misma técnica que el grupo CP.
- *Grupo C2*: La superficie del esmalte se trató con 9% de NaOCl aplicado durante 15 segundos. Se lavó con agua destilada por 10 segundos y se secó. El esmalte se graba con la misma técnica que el grupo CP.



**Figura 9.** Preparación de los grupos de estudio. a. Aplicación del NaOCl. b. Enjuague del NaOCl con agua destilada. c. Técnica de grabado ácido convencional con  $H_3PO_4$  al 37% (3M ESPE Scotchbond etching)

### 5.5.3 Observación y análisis de las muestras en el microscopio electrónico de barrido (MEB).

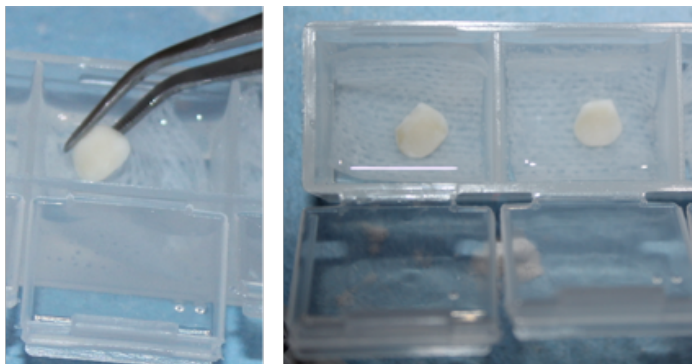
Para observar la muestra al MEB deben realizarse una serie de procedimientos para su preparación.

### 5.5.3.1 Deshidratación de las muestras.

Los especímenes de materiales orgánicos, como es el caso de las estructura que se analizaron en este trabajo, deben de llevar un protocolo de deshidratación (sustitución de la humedad por alcohol) para evitar que ocurra una deformación o retracción de la muestra.

Esta sustitución de la humedad por alcohol, se inició con una concentración de 60% agua destilada y 40% alcohol (96%). Cada 24 horas se cambiaron las concentraciones, aumentando un 10% de alcohol hasta llegar al 100%.

Las muestras se almacenaron individualmente en un recipiente de plástico pequeño. Para evitar posibles daños a los especímenes, el cambio de concentración de alcohol se realizó con una jeringa hasta eliminar la cantidad de solución que presentaba y se procedía a llenar con la nueva concentración.



**Figura 10.** Almacenamiento de las muestras para su deshidratación en alcohol.

### 5.5.3.2 Recubrimiento.

Posteriormente a la deshidratación, se requiere de un recubrimiento. En el caso del MEB, es necesario que se recubran las muestras con materiales conductores. En este estudio las muestras fueron cubiertas con un evaporador conocido como *sputtering*, el cual utiliza oro que se evapora fácilmente y emite gran número de electrones. El aparato utilizado en esta investigación fue el Denton Vacuum Desk V.



**Figura 11.** Muestras bañadas en oro después de ser procesadas en el Denton Vacuum Desk V.

### 5.5.3.3 Observación de las muestras.

Una vez realizada la deshidratación y el recubrimiento se procede a la observación de las muestras. La observación de la muestra será estandarizada a la cara vestibular de la corona anatómica de la pieza.

En esta investigación se utilizó el microscopio electrónico de barrido JEOL JSM 6610 LV y se tomaron microfotografías en diferentes áreas del diente, escogidas por una

tercera persona. Fueron tomadas a una magnificación de 500x, 2000x, hasta 10,000x en algunas zonas.

Las imágenes obtenidas del microscopio electrónico de barrido serán analizadas de forma cualitativa por parte de los investigadores.

### **5.6 Instrumentos de recolección de datos**

Para la recolección de datos fue necesario dividir las microfotografías tomadas con el MEB en 100 recuadros de mismo tamaño, para obtener el porcentaje de superficie grabada en cada una de los grupos experimentales y en el grupo control.

La decisión para considerar si la superficie estaba grabada o no fue realizada por el mismo investigador y se basó en que el 75% o más del recuadro se encontrará grabado.

### **5.7 Validación de datos**

La prueba estadística que se utilizó fue la prueba t de diferencias de proporciones con una confiabilidad del 95%.

### **5.8 Consideraciones éticas**

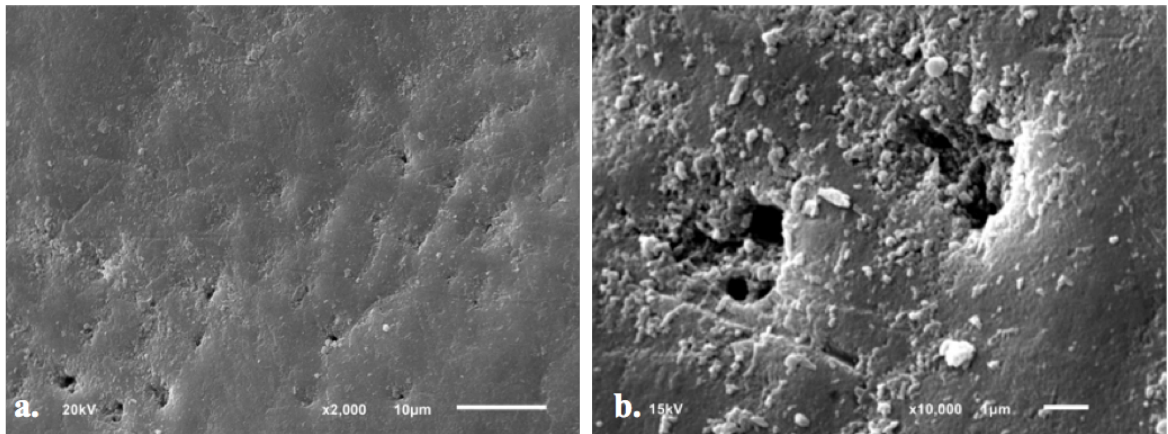
"Todos los procedimientos estarán de acuerdo con lo estipulado en el Reglamento de la ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud."

Título segundo, capítulo I, Artículo 17, Sección I, investigación sin riesgo, no requiere consentimiento informado.

## 6. RESULTADOS

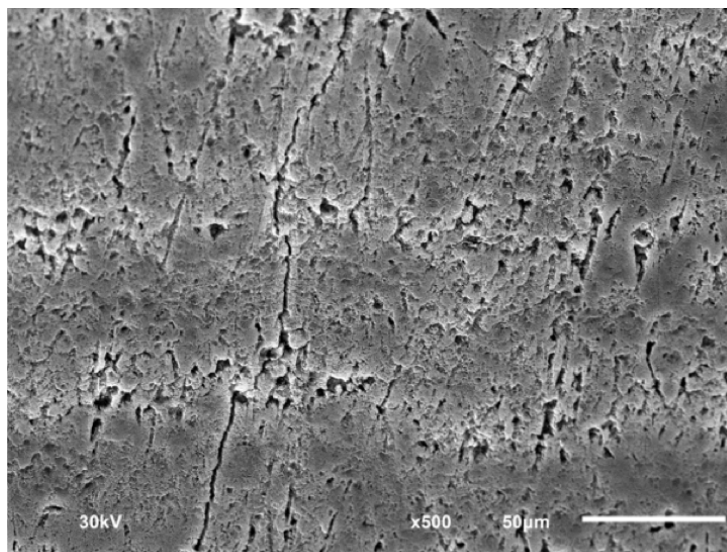
Al observar las diferentes fotografías tomadas con el MEB en diversas áreas de la cara vestibular del diente se muestran los siguientes resultados.

Con respecto al CN, se observó que la superficie del esmalte aún después de un pulido de la superficie con arena pómez, presenta materia orgánica e incluso bacterias en la zona que no pudieron ser removidas. Esto se debe a que a pesar de observar al esmalte como una superficie lisa y brillante, no lo es del todo, ya que en ella se encuentran poros que albergan diferentes colonias de bacterias y material orgánico. Además no se consideran a las proteínas que se encuentran inmersas en los cristales del esmalte.



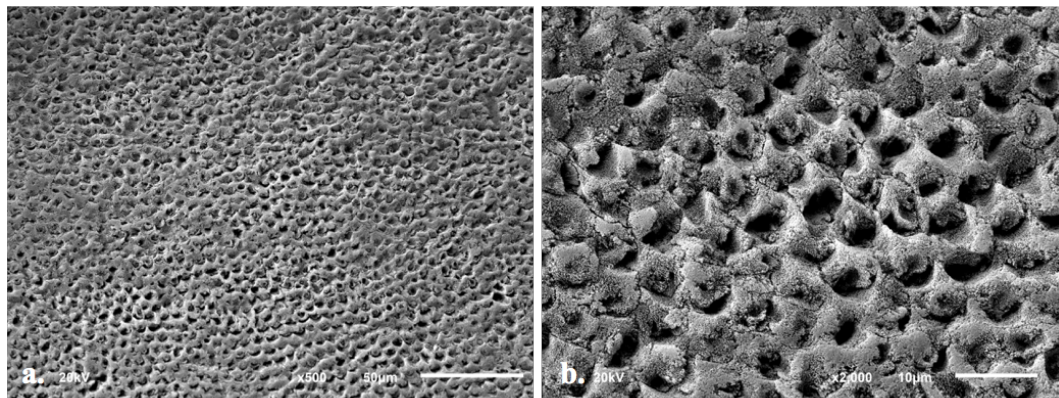
**Figura 12.** a. Superficie vestibular del diente solamente pulido con arena pómez a 2000x. b. Misma superficie con aumento a un poro del esmalte 10,000x. En ambas se observa materia orgánica e incluso bacterias, lo que puede disminuir el efecto del grabado ácido.

El CP, mostró que el esmalte no fue grabado en su totalidad. El 64% de la superficie presentó microporosidades en la superficie debido al grabado, de las cuales en su mayoría parecen patrones de grabado tipo III y áreas grabadas no bien definidas, lo que va a disminuir la calidad de la adhesión.



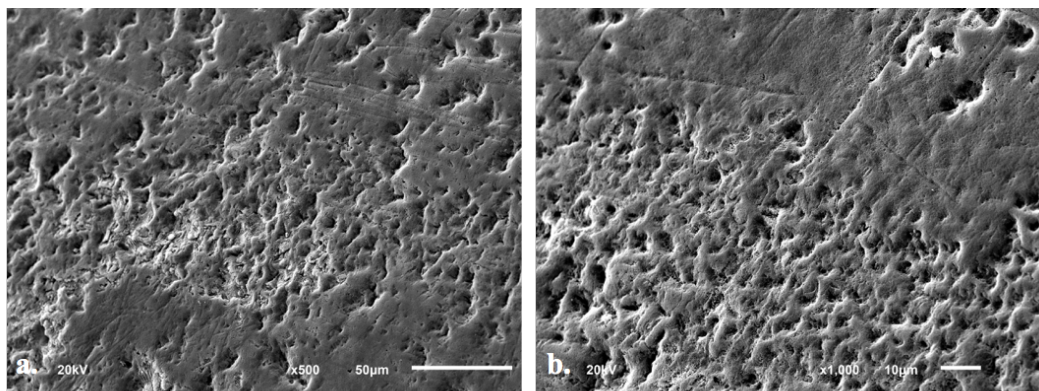
**Figura 13.** Superficie pulida y grabada a 500x. Se puede observar que el efecto del grabado no ha sido eficiente, mostrando áreas grabadas tanto tipo III como zonas en las que el ácido no actuó de manera correcta.

El grupo B1, mostró una alta calidad de grabado. En su superficie se observa patrones de grabado tipo I, que es un tipo de patrón que favorece la retención y la adhesión. La superficie se ve uniforme y con las mismas características topográficas.



**Figura 14.** a. Superficie pulida, desproteinizada con NaOCL al 7% durante 20 segundos y grabada con la técnica convencional a 500x. Se observa toda la superficie grabada con un patrón uniforme predominando el Tipo I. b. A 2000x, se observan los espacios que se generan en los prismas del esmalte como consecuencia de un buen grabado ácido.

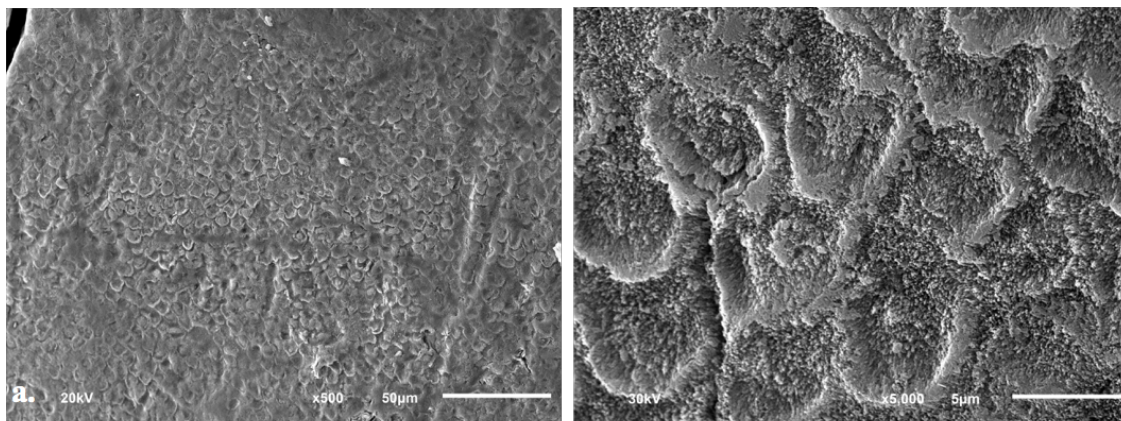
Contrario al grupo B1, el grupo B2 no mostró la uniformidad topográfica que se necesita ni tampoco mostró un patrón de grabado definido. Se observaron zonas con patrón de grabado tipo III el cual no favorece a la adhesión, debido a la morfología poco profunda y poco definida; y áreas en las cuales el ácido grabador no terminó su efecto.



**Figura 15.** a. Superficie pulida, desproteinizada con NaOCL al 7% durante 15 segundos y grabada a 500x. b. A 1000x, se aprecia un grabado de la superficie no adecuado. Hay zonas en las que el ácido grabador no terminó su efecto y el patrón de grabado no es uniforme

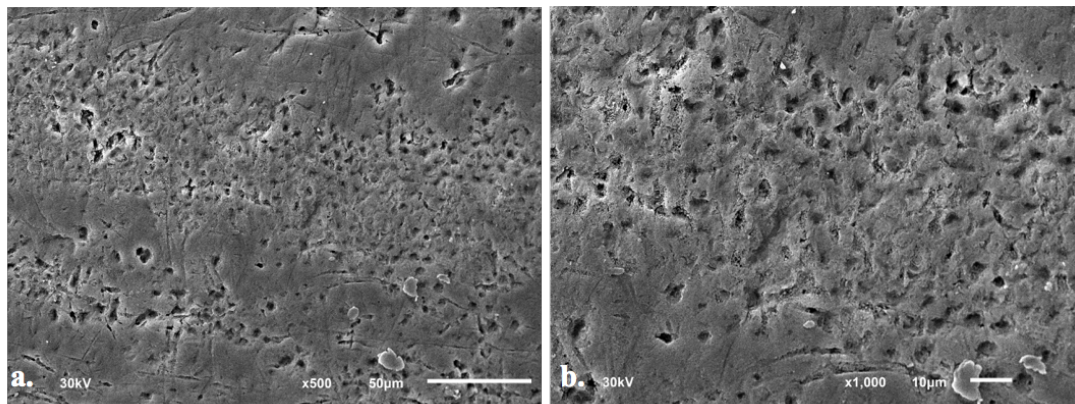
E

n las imágenes del grupo C1 a 500x y 1000x se observó la superficie en su mayoría grabada con un patrón de grabado tipo II predominante. En donde se ven las irregularidades que se obtiene al perder la sustancia interprismática. Además se comprueba que a pesar de que el ácido grabador removió la sustancia alrededor de las cabezas de los prismas, estos no se encuentran completamente lisos, si no que también presentan ligeras microporosidades.



**Figura 16.** a. Superficie pulida, desproteinizada con NaOCL al 9% durante 20 segundos y grabada con la técnica convencional a 500x. b. 5000x, se observan la pérdida de sustancia interprismática ocasionada al grabar el esmalte, además de las interdigitaciones en la cabeza de los prismas.

El grupo C2, parecido al grupo B2, tampoco muestra una topografía uniforme en la superficie del esmalte con áreas de patrón retentivo tipo III.



**Figura 17.** a. Superficie pulida, desproteinizada con NaOCL al 9% durante 15 segundos y grabada con la técnica convencional a 500x. b. 1000x, En las dos se observa una superficie con un grabado no satisfactorio, dejando zonas sin grabar.

No se encontró diferencia significativa entre el porcentaje de grabado según las concentraciones, sin embargo la calidad en los patrones de grabado es notablemente mayor en los grupos experimentales, ya que en su mayoría eran microporosidades uniformes (Tipo I y II) que favorecen la adhesión de los materiales resinoso, en cambio el grabado observado en el grupo control positivo no es el más indicado para una buena retención micromecánica de la resina. (Tabla 1)

Con respecto al tiempo entre concentraciones tampoco se obtuvo diferencia significativa, pero al observar la calidad del patrón de grabado se puede apreciar que al desproteinizar durante 20 segundos, la superficie muestra mayor uniformidad y mejor calidad de grabado que se traduce en una mejor área para la adhesión. (Tabla 2)

## 7. DISCUSIÓN

La adhesión en el área de la odontología desde su aparición en el año de 1955, ha venido a revolucionar completamente el manejo de los tejidos dentarios y los tratamientos, haciendo de su uso casi una rutina.

El acondicionamiento químico del esmalte modifica la estructura cambiando lo brillante y liso de la superficie del esmalte en una superficie opaca y porosa con microretenciones que incrementa la adhesión de los materiales a base de resina.

Es bien sabido que el éxito de una buena adhesión se logra a través de la capacidad retentiva conseguida durante un correcto grabado del esmalte, por lo que se requiere que toda la superficie del esmalte tenga un adecuado patrón de grabado que permita estas condiciones. Sin embargo, existen estudios que demuestran que no toda la superficie del esmalte tiene una buena calidad topográfica de grabado e incluso quedan áreas que no cuentan con ningún grabado. (Hobson et al., 2005)

En base a lo anterior es necesario buscar alguna alternativa para mejorar la calidad topográfica del esmalte grabado e incrementar de esta manera la adhesión. En el 2008, Espinosa R. y Valencia R. (2008) proponen el protocolo de desproteínización del esmalte con NaOCl al 5.25% durante 1 minuto previo a la colocación del ácido fosfórico logrando así, que el 94.47% de la superficie obtenga un grabado adecuado principalmente con patrones de grabado tipo I y II.

Después de este protocolo, hay numerosos estudios que se han dedicado a demostrar que un tratamiento previo de la superficie del tejido dental, como la desproteización del esmalte, puede mejorar la adhesión. Incluso se han tratado de buscar otras sustancias alternas al NaOCl, como la papaína. Pithon en el 2012, demuestra que la papaína al 10% sirve como agente de desproteizante sin importar el agente grabador que se utilice, además aumenta la resistencia al desprendimiento.

Los resultados de este estudio comprueban que un tratamiento previo a la adhesión crea una mejor calidad en la superficie del esmalte, logrando obtener tanto con el NaOCl al 7% como en el 9% una excelente calidad topográfica de grabado con patrones tipo I y II, obteniendo así la posibilidad de una mayor retención; situación que no se pudo observar en el esmalte que solamente se pulió y se colocó el ácido fosfórico al 37%.

También se evaluaron diferentes tiempos de aplicación del NaOCl mostrando que a un tiempo menor a 20 seg. no se observa la misma calidad del patrón de grabado, ya que a los 15 seg. se observan zonas con una calidad deficiente de grabado, así como áreas en las que el ácido fosfórico no penetró de forma adecuada, lo que da como resultada una mala calidad retentiva para los materiales a base de resina.

Con este estudio se corrobora lo expuesto por Espinosa R. y Valencia R. (2008 y 2010) en donde se demuestra que la desproteización del esmalte previo a una técnica de grabado ácido mejorar las condiciones de la superficie del esmalte para lograr grabado ácido eficiente y efectivo.

Si se considera que la fuerza al desprendimiento de la aparatología de ortodoncia y el esmalte está comprometida por la película adquirida y por proteínas (amelogeninas, enamelinas y otras) que se encuentran inmersas en la superficie del diente (Espinosa et al. 2014) (Pithon et al. 2012) es de vital importancia eliminar la influencia de la matriz orgánica, ya que actúa como una barrera en la disolución de los prismas y por lo tanto

disminuye la efectividad en el sitio de adhesión. Este estudio presenta una alternativa más para mejorar la calidad del grabado y lograr resultados más exitosos.

Estudios realizados muestran que la resistencia al desprendimiento en un esmalte desproteinizado, aumentan en un 30% (Valencia et al. 2015; Espinosa et al. 2014). También Justus y cols. en sus investigaciones demuestra que la remoción de sustancias orgánicas del esmalte aumenta significativamente la fuerza de adhesión del bracket, aún con cementos a base de ionómero de vidrio (Justus et al., 2010).

Todo lo anterior conduce a implementar el NaOCl en las concentraciones de 7% o 9% durante 20 segundos para mejorar la resistencia al desprendimiento de la resina de ortodoncia al esmalte y así evitar fracasos en la adhesión de la aparatología de ortodoncia.

## **8. CONCLUSIONES**

Se acepta la hipótesis ya que aumentando la concentración de NaOCl se puede reducir el tiempo de aplicación generando las mismas condiciones óptimas para la adhesión que se obtiene utilizando la técnica de desproteinización del esmalte con NaOCl al 5.25%.

Se identificaron los diferentes patrones de grabado ácido utilizando la técnica de desproteinización del esmalte con NaOCl al 9% concluyendo que utilizarlo durante 20 segundos proporciona una mejor calidad en el grabado predominando el tipo II.

Al utilizar la técnica de desproteinización con NaOCl al 7% también se observó una mejor calidad en el grabado del esmalte si se colocaba durante 20 segundos, mostrando en su mayoría patrones tipo I.

Se recomienda una técnica de acondicionamiento previo al grabado del esmalte, como la desproteinización con NaOCl al 7% o al 9% durante 20 segundos, para poder lograr resultados más exitosos en la adhesión. Este estudio muestra una opción alternativa que simplifica el tiempo operatorio en la consulta ortodóntica logrando resultados satisfactorios.

## 9. APÉNDICE

Tabla 1.

*Prueba t de diferencia de proporciones para las concentraciones*

	%	Prueba t	Valor p
Control positivo	64.00%		
Hipoclorito al 7%	85.50%	0.8635	0.250
Hipoclorito al 9%	74.00%	0.3224	0.400

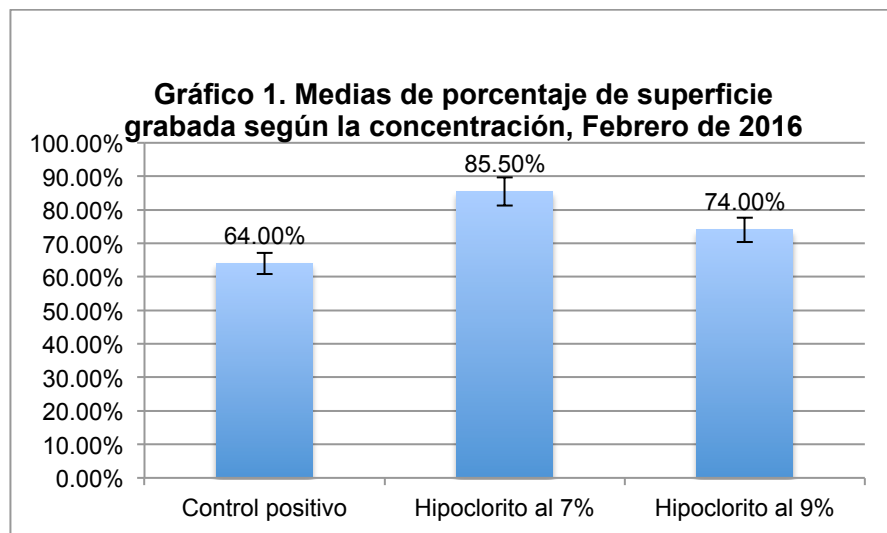
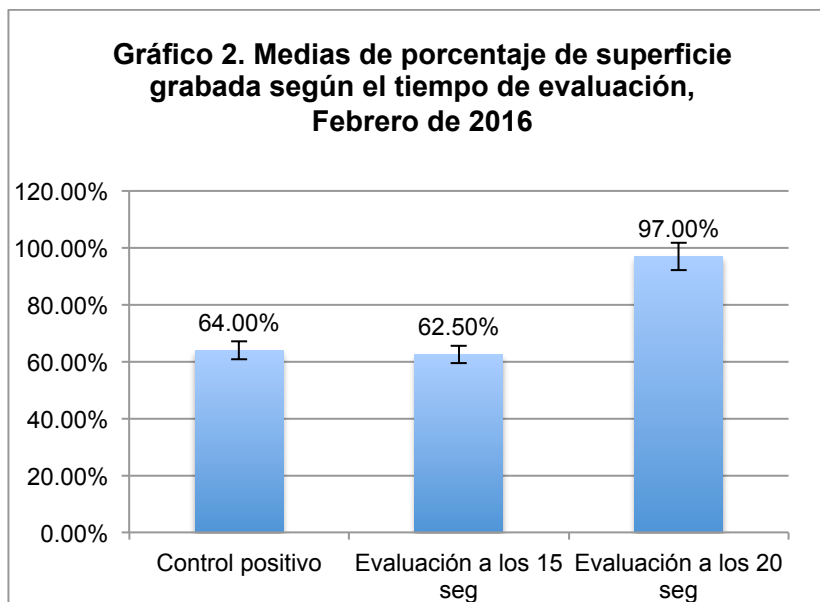


Tabla 2.

*Prueba t de diferencia de proporciones para los tiempos de evaluación*

	%	Prueba t	Valor p
Control positivo	64.00%		
Evaluación a los 15 seg	62.50%	-0.0438	>0.40
Evaluación a los 20 seg	97.00%	2.735	0.075



## 10. LITERATURA CITADA

Ajlouni, R, Bishara, SE, Oonsombat, C, Denehy, GE. 2004. Evaluation of modifying the bonding protocol of a new acid-etch primer on the shear bond strength of orthodontic brackets. *The Angle Orthodontist* 74(3):410–413.

Bartlett JD. 2013. Dental Enamel Development: Proteinases and Their Enamel Matrix Substrates. *ISRN Dentistry*. 1-24.

Bishara SE, VonWald L, Olsen ME, Laffoon JF. 1999. Effect of time on the shear bond strength of glass ionomer and composite orthodontic adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 116:616-20.

Buonocore MG. 1955. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling material to enamel surface. *J Dent Res*. 34(6):849– 853.

Cardoso MV, De Almeida Neves A, Mine A, Coutinho E, Van Landuyt K, De Munck J, Van Meerbeek B. 2011. Current aspects on bonding effectiveness and stability in adhesive dentistry. *Australian Dental Journal* 56(1):31–44.

Cheaffer R, Mendenhall W, Ott L. 1987. Elementos de muestreo. Grupo Editorial Iberoamérica.

Eliades, G, Watts DC, Eliades T. 2005. Dental hard tissues and bonding Interfacial phenomena and related properties. Springer: Alemania.

Espinosa R, Valencia R, Uribe M, Ceja I, Saadia M. 2008. Enamel deproteinization and its effect on acid etching: an in vitro study. *J Clin Pediatr Dent* 33(1):13–19.

Espinosa R, Valencia R, Uribe M, Ceja I, Cruz J, Saadia M. 2010. Resin replica in enamel deproteinization and its effect on acid etching. *J Clin Pediatr Dent* 35(1), 47–51.

Espinosa R, Valencia R, Ceja I. 2012. La biología molecular de las proteínas del esmalte. In *Fluorosis dental. Etiología, diagnóstico y tratamiento*. Ripano Editorial Médica: España. pp.

Espinosa R, Ceja I, Valencia R, Espinosa D, Uribe M. 2013. *Microscopía electrónica y su aplicación en la odontología (Primera Edición)*. Amateditorial SA de CV: México.

Espinosa R, Valencia R, Rabelero M, Ceja I. 2014. Resistencia al desprendimiento de la resina al esmalte desproteinizado y grabado; Estudio de microtensión. *Revista de Operatoria dental y biomateriales*. III(2):1-6.

Faltermeier A, Behr M, Rosentritt M, Reicheneder C, Müßig, D. 2007. An in vitro comparative assessment of different enamel contaminants during bracket bonding. *Eur J Orthod*. 29(6):559–563.

Fincham AG, Moradian-Oldak J, Simmer JP, Sarte P, Lau EC, Diekwisch T, Slavkin HC. 1994. Self-assembly of a recombinant amelogenin protein generates supramolecular structures. *Journal of Structural Biology* 112(2):103–109.

Flury S. 2011. Principios de la adhesión y de la técnica adhesiva. *Quintessenz Team-Journal*. 41:595-600

Fukae, M. 2009. Enamel Formation Biochemical Aspect. *Journal of Oral Biosciences*, 51(1):46–60.

Fukumoto S, Nakamura T, Yamada A, Arakaki M, Saito K, Xu J, Yamada Y. 2014. New insights into the functions of enamel matrices in calcified tissues. *Japanese Dental Science Review*. 50(2):47-54.

Gange P. 2015. The evolution of bonding in orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 147(4):56-63.

Gardner A, Hobson R. 2001. Variations in acid-etch patterns with different acids and etch times. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 120(1):64–67.

Graber, LW, Vanarsdall RL, Vig K, Zachrisson BU, Büyükyilmaz T. 2013. Adhesión en Ortodoncia. In *Ortodoncia. Principios y técnicas actuales*. 5<sup>o</sup> Edición. Elsevier: España.

Gómez de Ferraris ME, Campos Muñoz A. 2009. Embiología dentaria Odontogénesis. Histología, embriología e ingeniería tisular bucodental. Médica Panamericana: México. pp. 113-136.

Hobson RS, Rugg-Gunn AJ, Booth TA. 2002. Acid-etch patterns on the buccal surface of human permanent teeth. *Archives of Oral Biology* 47(5):407–412.

Hobson RS, McCabe JF, Rugg-Gunn AJ. 2002. The relationship between acid-etch patterns and bond survival in vivo. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 121(5):502–509.

Hobson RS, Crotty T, Thomason JM, Jepson NJ. 2005. A quantitative study of enamel acid etch patterns on surfaces used for retention of resin-bonded fixed prostheses. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 13(3):123-8.

Justus R, Cubero T, Ondarza R, Morales F. 2010. A New Technique With Sodium Hypochlorite to Increase Bracket Shear Bond Strength of Fluoride-releasing Resin-modified Glass Ionomer Cements: Comparing Shear Bond Strength of Two Adhesive Systems With Enamel Surface Deproteinization Before Etching. *Semin Orthod* 16(1):66–75.

Kakaboura A, Papagiannoulis, L. 2005. Bonding of resinous materials on primary enamel. In *Dental Hard Tissues and Bonding*. Springer. pp. 35-51.

Kumar RR, Kaur M, Miglani A. 2011. Contemporary orthodontic bonding adhesives - An in vitro Study. *Journal of Pierre Fauchard Academy* 25(3):144–148.

Kusy RP. 2002. Orthodontic Biomaterials: From the Past to the Present. *The Angle Orthodontist* 72(6):501-512.

Markovic E, Glisic B, Scepan I, Markovic D, Jokanovic V. 2008. Bond strength of orthodontic adhesives. *Metalurgija-Jornal of Metallurgy* 14(2):79–88.

Marshall SJ, Bayne SC, Baier R, Tomsia AP, Marshall GW. 2010. A review of adhesion science. *Dental Materials* 26(2):e11–e16.

Mizrahi E. 1982. Success and failure of banding and bonding. A clinical study. *The Angle Orthodontist* 52(2):113–117.

Newman GV. Epoxy adhesives for orthodontic attachments: progress report. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1965 Dec; 51(12): 901–12.

Newman GV. Snyder WH. Wilson Jr CE. 1968. Acrylic Adhesives for Bonding Attachments to Tooth Surfaces. *The Angle Orthodontist* 38(1):12-18.

Øgaard B, Fjeld M. 2010. The Enamel Surface and Bonding in Orthodontics.

Semin Ortho 16(1):37–48.

Pakshir HR, Najafi HZ, Hajipour S. 2012. Effect of enamel surface treatment on the bond strength of metallic brackets in rebonding process. *Eur J Orthod* 34:773–777.

Patcas R, Zinelis S, Eliades G, Eliades T. 2015. Surface and interfacial analysis of sandblasted and acid-etched enamel for bonding orthodontic adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 147(4):S64–S75.

Pereira TB, Jansen WC, Pithon MM, Souki BQ, Tanaka OM, Oliveira DD. 2012. Effects of enamel deproteinization on bracket bonding with conventional and resin-modified glass ionomer cements. *Eur J Orthod* 35(4):442-6.

Pithon MM, Ferraz Cde S, de Oliveira Gdo C, Pereira TB, Oliveira DD, de Souza RA, de Freitas LM, dos Santos RL. 2012. Effect of 10% papain gel on enamel deproteinization before bonding procedure. *The Angle Orthodontist*. 82(3):541-5.

Rojas R. Guevara S. 2000. Estabilidad de la solución de hipoclorito de sodio producido In Situ. Organización Panamericana de la Salud. pp. 1-20.

Sadler TW, Langman J. 2007. Langman embriología médica: con orientación clínica. Médica Panamericana.

Satchell PG, Anderton X, Ryu OH, Luan X, Ortega AJ, Opamen R, Diekwisch, TGH. 2002. Conservation and variation in enamel protein distribution during vertebrate tooth development. *The Journal of Experimental Zoology*, 294(2), 91–106.

Silverstone LM, Saxton CA, Dogon IL, Fejerskov O. 1975. Variation in the pattern of acid etching of human dental enamel examined by scanning electron

microscopy. *Caries Research* 9(5): 373–387.

Slootweg PJ. 2010. *Dental Pathology: A Practical Introduction*. Springer.

Tamizharasi, Kumar S. 2010. Evolution of Brackets. *JIADS* 1(3):25–30.

Tsujimoto A, Iwasa M, Shimamura Y, Murayama R, Takamizawa T, Miyazaki M. 2010. Enamel bonding of single-step self-etch adhesives: Influence of surface energy characteristics. *Journal of Dentistry* 38(2):123–130.

Türkös Ç, Ulusoy Ç. 2012. Evaluation of different enamel conditioning techniques for orthodontic bonding. *Korean J Orthod.* 42(1): 32-38.

Valencia R, Espinosa R, Ceja I. 2010. La importancia de la desproteinización del esmalte previo al grabado y sus diferencias entre dientes primarios y permanentes. 56<sup>a</sup> Reunión de La Sociedad Española de Ortodoncia Murcia. pp. 74–81.

Valencia R, Espinosa R, Ceja I, Marín A. 2013 Características estructurales de los cristales del esmalte humano: mecanismos de remineralización. *Revista de Operatoria Dental y Biomateriales* II(3):1-17.

Valencia R, Espinosa R, Ceja I. 2015. Desproteinización del esmalte primario y permanente. Nueva perspectiva en la adhesión. *Revista de Operatoria Dental y Biomateriales* IV(3):1-7.

Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt KL. 2011. State of the art of self-etch adhesives. *Dental Materials* 27(1):17–28.

Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P,

Vanherle G. 2003. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Operative Dentistry* 28(3):215–235.

Venezie RD, Vadiakas G, Christensen JR, Wright JT. 1994. Enamel pretreatment with sodium hypochlorite to enhance bonding in hypocalcified amelogenesis imperfecta: case report and SEM analysis. *Pediatr Dent* 16(6):433–436.

Wahl, N. (2008) Orthodontics in 3 millennia. Chapter 16: Late 20th-century fixed appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 134(6):827-830.

Zhu JJ, Tang ATH, Matinlinna JP, Hägg U. 2014. Acid etching of human enamel in clinical applications: A systematic review. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 112(2):122-135.

## **RESUMEN BIOGRÁFICO**

Karen Estefanía Rangel Padilla

Candidato para el Grado de

Maestro en Ortodoncia

Tesis: PROTOCOLO DE DESPROTEINIZACIÓN CON HIPOCLORITO DE SODIO  
A DIFERENTES CONCENTRACIONES PARA OPTIMIZAR LA ADHESIÓN DE  
BRACKETS

Campo de Estudio: Ciencias de la Salud

Datos Personales: Nacido en Monterrey, Nuevo León el 17 de Noviembre de 1988, hijo de  
Elvira Padilla González y Ricardo Rangel López.

Educación: Egresado de la Universidad Autónoma de Nuevo León, grado obtenido Cirujano  
Dentista en el 2012 con mención honorífica, primer lugar en la generación.

Experiencia Profesional: Como Cirujano Dentista de un consultorio privado.