



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA FUERZA DE
ADHESIÓN DE UN CEMENTO PARA BRACKETS A
ESMALTE DESPROTEINIZADO CON HIPOCLORITO DE
SODIO AL 5.25% Y 9%.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N A D E N T I S T A

P R E S E N T A:

VIRIDIANA GÓMEZ ROSAS

TUTOR: Mtro. JORGE GUERRERO IBARRA

2017

Ciudad Universitaria, Cd. Mx



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

A mis papás Ricardo Gómez Labastida y Cecilia Rosas Altamirano por ser el perfecto ejemplo de vida, por su guía, apoyo y amor incondicional. Por ser persistentes conmigo, nunca dejar que me rinda y por ser tan consentidores conmigo.

A mis hermanas Alicia Montserrat y Ana Laura porque siempre estuvieron en mis peores momentos, por su apoyo y ánimos a lo largo de la carrera, por brindarme su amor incondicional, por estar siempre unidas, por supuesto por la valentía de ser de mis primeros pacientes.

A mis guardianes Galleta, Conejo, Rex y Cocoa, desde el cielo Gala, Café, Damon y Chewie que en momentos de estrés me brindan siempre felicidad.

A mi mejor amiga Yeyetzi Aragón por formar tan buen equipo, por apoyarme a lo largo de la carrera, porque nunca desistimos.

Al Laboratorio de Materiales Dentales por acogerme en su pequeña familia, al Ingeniero Carlos Álvarez Gayosso, a la Dra. Teresa Baeza Kingston, al Dr. Miguel Ángel Araiza, por su apoyo y enseñanza cada vez que me acercaba a ellos.

Un reconocimiento especial al Mtro. Jorge Guerrero Ibarra, por su guía a lo largo de este trabajo, porque transmitió su conocimiento y experiencia amablemente, sino por sus consejos, platicas y enseñanzas

A la casa comercial Viarden por su apoyo en la elaboración de esta investigación.

Índice	
1. Introducción	1
2. Marco Teórico.....	2
2.1 Adhesión.....	3
2.1.1 Factores que favorecen a la adhesión	3
2.2 Esmalte.....	4
2.2.1 Proteínas del Esmalte	5
2.3 Grabado ácido	5
2.3.1 Efectos del grabado ácido al esmalte	6
2.3.2 Adhesión a Esmalte	7
2.4 Pretratamientos utilizados	7
2.5 Desproteización del Esmalte	8
2.6 Hipoclorito de Sodio (NaOCl)	8
2.7 Desprendimiento de brackets	9
3. Planteamiento del Problema.....	10
4. Justificación	10
5. Hipótesis de trabajo	11
5.1 Nula	11
5.2 Alterna	11
6. Criterios	11
6.1 Inclusión	11
6.2 Exclusión	11
7. Variables.....	11
7.1 Dependientes	11
7.2 Independientes	11
8. Objetivos.....	12
8.1 General.....	12
8.2 Específicos/ particulares.....	12
9. Materiales	13
10. Muestreo	14
11. Método.....	15
12. Resultados.....	22
13. Discusión	26
14. Conclusiones	27
15. Referencias bibliográficas.....	28
16. Anexo I.....	31

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Proetch, gel desproteinizador (NaOCl 9%)	13
Ilustración 2. Premolares almacenados en agua y refrigeración.	14
Ilustración 3. Profilaxis de los dientes	14
Ilustración 4. Conformación de las muestras.....	15
Ilustración 5. Inmersión de los dientes en acrílico.	15
Ilustración 6. Grabado con ácido Fosfórico al 35%	16
Ilustración 7. Aspecto del esmalte después del grabado ácido.....	16
Ilustración 8. Realización del botón del cemento para brackets.....	17
Ilustración 9. Aspecto del esmalte después de la desproteinización con NaOCl al 5.25%	18
Ilustración 10. Almacenamiento de las muestras en la estufa Felisa.	18
Ilustración 11. Aspecto del esmalte después del pretratamiento con NaOCl al 9%	19
Ilustración 12. Desproteinización del esmalte con NaOCl al 9%	19
Ilustración 13. Botón del cemento Ortholux.....	20
Ilustración 14. Prueba de fuerza de adhesión mediante cizalla.	21
Ilustración 15. Resina Fotopolimerizable para Brackets.....	31
Ilustración 16. Materiales y equipo utilizado.....	31

Índice de Tablas

Tabla 1 Grupo Control, Ácido Fosfórico al 35%	23
Tabla 2. Grupo NaOCl al 5.25%.....	24
Tabla 3. Grupo NaOCl al 9%	25
Tabla 4. Análisis estadísticos.....	26

Índice de Gráficas

Grafica 1. Comparativa de fuerza de adhesión.	22
Grafica 2. Ácido Fosfórico al 35%	23
Grafica 3. NaOCl al 5.25%	24
Grafica 4. NaOCl al 9%	25

Resumen

El acondicionamiento adamantino es la propuesta ideal para aumentar la fuerza de adhesión de materiales cementantes a la estructura dental. La activación del sustrato se puede lograr con la aplicación por frotado de hipoclorito de sodio (NaOCl) a través de un mecanismo de óxido-reducción generando la oxidación-desproteínización de las proteínas del esmalte.

El objetivo de este estudio es determinar la fuerza de adhesión de una resina fotopolimerizable para brackets a esmalte acondicionado mediante desproteínización con hipoclorito de sodio (NaOCl) con concentraciones al 5.25% y 9%. Se formaron aleatoriamente tres grupos con 15 premolares, al primer grupo (control) se aplicó ácido fosfórico al 35% durante 30 segundos y lavado de 20 segundos.

Las muestras del grupo 2 desproteínización con NaOCl al 5.25% durante 60 segundos seguido de grabado con H₃PO₄ al 35% al igual que el grupo 1. El grupo 3 consistió en la desproteínización adamantina con NaOCl al 9% durante 15 segundos seguido del grabado convencional idéntico al grupo 1 y 2.

Las muestras de estudio fueron montadas en un aditamento de soporte para realizar la prueba de fuerza de adhesión mediante cizalla, sometidas en una maquina universal de pruebas.

Los resultados obtenidos mostraron que la media de resistencia al desprendimiento del G1 fue de 9.699 MPa, del G2 8.591 MPa y del G3 11.309 MPa. Estadísticamente no se encontraron diferencias significativas entre los grupos ($P= 0.105$). Conclusión: la desproteínización adamantina con NaOCl al 9% mostró valores superiores de fuerza de adhesión que la desproteínización con NaOCl al 5.25%.

1. Introducción

En la práctica diaria un cirujano dentista utiliza la adhesión dental de manera tan cotidiana que llega a olvidar los cuidados necesarios que debe seguir para lograr un óptimo funcionamiento de los materiales dentales, es por ello que cada vez existen más investigaciones para aumentar y mejorar la fuerza de adhesión a las diferentes estructuras dentales, desde la mejora de los diferentes componentes de los adhesivos, hasta la modificación de técnicas convencionales de grabado por medio de sustancias químicas y físicas.

El objetivo de este estudio in-vitro es determinar la fuerza de adhesión a esmalte desproteinizado, utilizando dos concentraciones de hipoclorito de sodio (5.25% y 9%) mediante cizallamiento, con el fin de encontrar un pretratamiento efectivo que modifique la superficie del esmalte, para aumentar la superficie retentiva del mismo y la resistencia al desprendimiento entre el esmalte dental y el cemento para brackets.

En estudios recientes se ha demostrado que el grabado convencional con ácido fosfórico (H_3PO_4) al 35%, solo es capaz de brindar un 2% de superficie de adherencia ideal, es por ello que se han ido creando técnicas invasivas y no invasivas de acondicionamiento de esmalte con el fin de obtener una superficie de adherencia mejor.¹

El protocolo de desproteinización de esmalte con NaOCl al 5.25% determina que el tiempo de contacto debe ser 60 segundos^{8,9,11,21}, para disminuir el tiempo en clínica, se aumenta la concentración de hipoclorito de sodio para evitar tratamientos demasiado prolongados.

2. Marco Teórico

A mediados del siglo XX se inicia la historia de la odontología adhesiva, en 1949 el químico suizo Oskar Hagger desarrolla el primer sistema adhesivo, Sevriton Cavity Seal, un adhesivo ácido-glicero-fosforico-dimetacrilato que tenía muchas limitaciones clínicas, como el estrés de contracción en la polimerización y un alto coeficiente de expansión.

Años más tarde en 1955 M. Buonocore publica la técnica de grabado ácido en esmalte, descubrió que la solución de ácido fosfórico (H_3PO_4) al 85%, aplicada al esmalte aumentaba considerablemente la adhesión mecánica de una resina sin relleno.

En 1959 R.L. Bowen NPG-GMA desarrolla la primera generación de adhesivos dentinarios, tuvo un efecto débil con valores de unión de 2 MPa. La segunda generación de adhesivos aparece en los años 80's y tuvo valores por debajo de los 10 MPa.²

1970 David y colaboradores identificaron químicamente la capa de smear layer (barro dentinario) y describieron su apariencia topográfica. En 1984 Brannstrom la subdividió en dos capas, externa (smear on) que es amorfa y reposa sobre la superficie y la interna (smear in o smear plug) formada por partículas más diminutas que se localizan en el interior de los túbulos.³

1972 Wilson y Kent sintetizaron el cemento adhesivo polialquenoato de vidrio, tenía muchas aplicaciones clínicas.

1975 Silverstone LM y colaboradores encuentran tres diferentes patrones del grabado en la estructura histológica del esmalte:

Patrón I de grabado: efecto desmineralizante con remoción de sales de Ca, se efectúa primordialmente en el centro de cada varilla, dejando la periferia abierta.

Patrón II de grabado: el efecto ácido tiene predilección en los contornos de la varilla adamantina.

Patrón III de grabado: efecto combinado de los dos descritos.⁴

Fusayama introduce adhesivo total en esmalte y dentina. Denominó grabado total al procedimiento donde no sólo se grababa el esmalte, sino que también lo extendía a la dentina para eliminar el barro dentinario y permitir el ingreso del adhesivo en los túbulos dentinarios, quedando unido por traba mecánica posterior a su polimerización.

Nakabayashi en 1982 describe la infiltración de resina en las fibras colágenas de la dentina, "capa híbrida" después de acondicionar la superficie de la dentina con una solución 10.3 (10% de ácido cítrico y 3% de cloruro férrico) y aplicar sobre ella un adhesivo basado en 4-META. Observo las características de una capa de 3-6 μm .³

Kanka introduce la técnica de adhesión a dentina húmeda.¹

2.1 Adhesión

Es el proceso que mantiene unida dos superficies de diferente especie, mediante la fuerza de atracción que existe entre sus moléculas o átomos, ya sea por uniones físicas (macro o micromecánicas) o por uniones químicas (enlaces iónicos, covalentes, metálicos, puentes de hidrógeno) o una combinación de ambas.²⁻⁵

En odontología podemos encontrarnos con dos tipos diferentes de adhesión:

- Adhesión Física
- Adhesión Química

La adhesión física se logra cuando las dos superficies se unen por traba mecánica, así mismo ésta se subdivide en macromecánica y micromecánica.

El tipo de adhesión macromecánica se logra a partir del diseño que damos a las cavidades, con el fin de lograr una retención o anclaje entre la restauración y el tejido dentario. Cuando hablamos de adhesión micromecánica nos referimos a la unión entre la superficie dentaria y el material restaurador, cuando la superficie a la que se busca adherir presenta irregularidades superficiales, y el material que se colocará sobre ella es capaz de adaptarse o humectar dicha superficie.

La adhesión química o también llamada específica, se logra únicamente por la reacción química entre las dos superficies de contacto.²

2.1.1 Factores que favorecen a la adhesión

- Dependientes de las superficies

Se necesitan superficies limpias y secas, un contacto íntimo entre las superficies, alta energía superficial para atraer hacia su superficie tanto biomateriales restauradores como sistemas adhesivos, superficies lisas vs rugosas. Lisas para obtener una adhesión química para que el adhesivo pueda correr y adaptarse, y rugosas para la adhesión física.

- Dependientes del adhesivo

Baja tensión superficial, para que el adhesivo tenga mejor posibilidad de que el adhesivo humecte (moje) a los tejidos dentarios. Alta humectación o capacidad de mojado, mientras mayor sea la humectación del biomaterial mejor será el contacto, favoreciendo sus uniones físicas y químicas. Con bajo ángulo de contacto para mejorar las posibilidades de humectación, contacto físico y reactividad química.

Alta estabilidad dimensional, al momento de endurecer o cuando ya haya sucedido, frente a variaciones térmicas o tensiones que intenten deformarlo.

Alta resistencia mecánica química adhesiva-cohesiva, que lo hagan resistir las fuerzas de oclusión funcional y el medio oral.

- Dependientes del biomaterial

Fácil manipulación y aplicación, técnica adhesiva confiable y compatible con los medios adhesivos a utilizar.

- Dependientes del profesional y personal auxiliar

Deben estar conscientes de las propiedades, instrucciones y elementos que necesitan para su utilización, así como la presencia de limitantes en su práctica clínica como puede ser el aceite en las turbinas, aceite y/o agua en el aire de la jeringa triple.⁴

2.2 Esmalte

Dentro de los tejidos mineralizados el esmalte dental destaca por ser el tejido con la matriz extracelular más mineralizada, está formado por 96% de contenido mineral y 4% de material orgánico y agua.⁶ Deriva del ectodermo, recubre y protege a los tejidos conectivos subyacentes integrados en el sistema dentino-pulpar.³

El contenido mineral (inorgánico) está constituido por cristales organizados estrechamente que comprenden el 87% de su volumen y 95% de su peso, son extremadamente largos en relación a su espesor y están altamente orientados, se extienden desde la dentina subyacente hacia la superficie del diente, se organizan en paquetes llamados prismas o barras, formados por fosfato de calcio cristalino o Hidroxiapatita $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$ con una simetría hexagonal (solo en etapa embrionaria) sustituido por iones de carbonato, que también se encuentran en los huesos, el cartílago calcificado, dentina, cemento, y varios iones de estroncio, magnesio, plomo y flúor. La susceptibilidad de disolución de estos iones por ácidos nos proporciona los principios básicos de la caries dental.^{6,7}

La estructura del esmalte mineralizado toma forma de una estructura que asemeja una herradura, con una cabeza ensanchada en forma de cúpula esférica orientada hacia la unión amelodentinaria, un cuello estrecho y un extremo caudal con terminación irregular, por lo cual se le ha denominado a la estructura fundamental del esmalte como una varilla, bastón o barra adamantina.³

Debido a su alto contenido mineral, el esmalte dental posee una extremada dureza, propiedad que le permite soportar las fuerzas de masticación a las que es sometido. Es translúcido y con variantes de color que van desde amarillo a grisáceo, también tiene variantes en su espesor con un máximo de 2.5 mm.

Es la sustancia extracelular más dura del cuerpo de los vertebrados, gracias a su organización superior y a su mineralización, características que le brindan excelentes propiedades físicas. Tiene como característica fundamental el reaccionar con pérdida de sustancia ante cualquier injuria tanto física, química o biológica.^{6,7}

2.2.1 Proteínas del Esmalte

La matriz orgánica del esmalte está formada por proteínas no colagenosas y enzimas. Los ameloblastos secretan activamente las proteínas del esmalte, comienza justo antes de la mineralización de la dentina y continúa hasta el fin de la capa secretora. Las tres principales proteínas estructurales son la amelogenina (80-90% de proteína total del esmalte), ameloblastina (5-10%) y enamulina (1-5%).

Son las encargadas de formar aumentos graduales en las longitudes de los cristales existentes.⁷

2.3 Grabado ácido

El acondicionamiento o grabado ácido del esmalte se ha convertido en una técnica muy importante y es usada en la práctica clínica diaria de todo cirujano dentista, como en la utilización de selladores de fosetas y fisuras, restauraciones adhesivas y la adhesión de Brackets a esmalte por medio de técnicas que involucran dicho grabado.

Cuando intencionalmente queremos grabar una superficie, el material orgánico actúa como una barrera en la disolución de los prismas, por lo tanto, disminuye la efectividad de la adhesión de los materiales resinosos.⁸

Este proceso lo podemos dividir en dos fases, en la primera el grabado ácido remueve la placa y otros residuos a lo largo del esmalte. Después incrementa la porosidad de la superficie del esmalte a través de la selectiva disolución de los cristales, los cuales proveen una superficie ideal para las restauraciones y los materiales adhesivos.

Existen tres tipos de grabado ácido.

El más común es el tipo I caracterizado por la remoción selectiva de las barras (prismas).

El tipo II donde las entrebarras (substancia interprismática) son removidas y las barras se conservan intactas.

Ocurriendo con menos frecuencia el tipo III que es irregular e indiscriminado.⁵

De acuerdo con Simonsen, el efecto del grabado ácido va a producir una serie de microporos dentro del esmalte con una profundidad media de 20 micrones, en donde se va a anclar el adhesivo siendo ésta una de las bases de retención micromecánica.⁴

El tratamiento químico del grabado ácido modifica la superficie del esmalte, originalmente lisa, brillante y pulida a opaca y micro estructuralmente porosa.⁹ Clínicamente la superficie del esmalte cambia de color a blanco opaco uniforme, indicación que podemos observar cuando el grabado se ha realizado correctamente.⁸

El acondicionamiento de la superficie del esmalte es un procedimiento sumamente aceptado que provee una mejor unión de las resinas al esmalte.

El agente acondicionante remueve la película orgánica de la superficie del diente de tal manera que se establecerá un contacto más firme entre el diente y el sistema adhesivo.⁶

Con la finalidad de mejorar la resistencia al desprendimiento entre el esmalte y el material adhesivo se han intentado probar diversos pre-tratamientos, modificando el protocolo original de grabado, entre estos materiales podemos mencionar, el pre-tratamiento con Peróxido de Hidrógeno, el proceso de secado del esmalte con aire tibio, la aplicación de gas Ozono previo al grabado convencional, aplicación de ácido tricloracético. Sin embargo, no tuvieron diferencia significativa en comparación con el grabado ácido convencional con ácido fosfórico al 37%.⁹

2.3.1 Efectos del grabado ácido al esmalte

- Limpieza de la superficie- disolución de la capa superficial contaminante.
- Desmineralización superficial y profunda hasta 30 micrones por ataque del ácido a la Hidroxiapatita, formación de fosfatos de calcio los cuales al ser removidos dejan una superficie microporosa que servirá de anclaje micro-mecánico al adhesivo.
- Modificación de la capa superficial no reactiva del esmalte produciendo un sustrato de alta energía superficial con atracción polar.⁴

El grabado ácido a esmalte es una de las formas más efectivas de mejorar la adhesión mecánica y asegurar los defectos de sellado entre las fases.

2.3.2 Adhesión a Esmalte

Para que se produzca la adhesión entre los materiales de restauración a base de resina y el esmalte se requiere una suficiente cantidad de esmalte grabado o acondicionado para que se produzca una disolución y una microporosidad adecuada del mismo.

El esmalte grabado tiene una mayor energía superficial, lo que asegura que la resina moje rápidamente la superficie y penetre dentro de las microporosidades.

Una vez que la resina penetra en las prolongaciones de resina que producen la adhesión mecánica al esmalte, estas prolongaciones penetran de 10 a 20 μm dentro de las porosidades del esmalte.²

La fuerza de adhesión del esmalte grabado oscila entre los 15 y 25 MPa, en función de la resina y del método de medida utilizado.²

2.4 Pretratamientos utilizados

Diferentes materiales y técnicas se han utilizados como pretratamientos solos y antes del grabado convencional, con el fin de obtener un sustrato adherente mejor. En el año 2015 el Dr. Hassan Halawany y col. realizaron una revisión de estudios in-vitro sobre los factores que afectan la fuerza de adhesión de brackets ortodóncicos, mencionando los diferentes pretratamientos utilizados a la fecha desde abrasión con aire con óxido de aluminio, hasta la utilización de pulsaciones con láser, sin embargo, no se han obtenido buenos resultados.¹⁰

En el estudio "Efficiency in bracket bonding with the use of pretreatment methods to tooth enamel before Acid Etching: Sodium Hypochlorite vs Hydrogen Peroxide Techniques" Rivera-Prado propone la utilización de peróxido de hidrógeno como acondicionador de esmalte y lo comparan con el NaOCl, obteniendo estos mejores resultados, con base en diversos estudios podemos deducir que la utilización de NaOCl es la sustancia química idónea para utilizarlo como pretratamiento al grabado convencional, no solo por mejorar la resistencia al desprendimiento de los brackets sino a que es una sustancia que usualmente se encuentra en el consultorio dental, es accesible en costo y fácil de utilizar.¹¹

2.5 Desproteinización del Esmalte

Es una técnica empleada para mejorar la superficie del esmalte y dentina creando rugosidades y microtensiones con el fin de lograr una mejor adhesión a los materiales adhesivos, es efectuado por medio óxido-reducción generando la oxidación de las proteínas del esmalte (enamelinas y tuftelinas).

En este proceso químico activo interviene el cloro formando cloraminas, actuando como agente bactericida, y bacteriostático al destruir los microorganismos y generando microrugosidades en la superficie del esmalte, por la eliminación de las proteínas.

La desproteinización con hipoclorito de sodio al 5.25% (NaOCl) como pretratamiento al grabado ácido convencional con ácido fosfórico al 35% ha demostrado aumentar considerablemente la superficie retentiva del esmalte y por consiguiente mejorar la adhesión al esmalte, lo que trae consigo mejorar la eficacia de los procesos clínicos, aumentando el sellado y disminuyendo la filtración de la interfase esmalte-resina.⁹

Pereira y colaboradores en su estudio "Effects of enamel deproteinization on bracket bonding with conventional and resin-modified glass ionomer cements" en el año 2013 demostraron que existía un aumento de resistencia al desprendimiento de Brackets de ortodoncia adheridos con previa desproteinización de la superficie del esmalte con hipoclorito de sodio al 5.25% durante 60 segundos seguido de grabado ácido con diferentes sustancias y porcentajes: ácido fosfórico al 35%, ácido poliacrílico al 10% y 20%¹³

Estudios referentes a la resistencia al desprendimiento al esmalte desproteinizado y grabado han demostrado que aumenta un 30% en contra del esmalte solo tratado con grabado convencional al desprendimiento resina-esmalte.⁸

2.6 Hipoclorito de Sodio (NaOCl)

El Hipoclorito de sodio (NaOCl) es un líquido claro, pálido, verde-amarillento extremadamente alcalino su pH es superior a 11, cuenta con un mecanismo de acción capaz de promover cambios en la biosíntesis celular, alteraciones en el metabolismo celular y destrucción de los fosfolípidos, tiene la característica de disolver tejidos orgánicos, así como acción antimicrobiana, promueve el blanqueamiento, es deodorizante y tiene una baja tensión superficial. Utilizado en altas concentraciones degrada proteínas presentes en los canales radiculares, además en estudios recientes se ha demostrado que es capaz de degradar las proteínas presentes en la parte orgánica del esmalte dental.¹³

Es utilizado desde 1920 en la irrigación de conductos radiculares por su cualidad de remover el smear layer.



Numerosas reacciones químicas suceden cuando el NaOCl toca material orgánico: los ácidos grasos reaccionan con el hidróxido de sodio creando jabón y glicerol (reacción de saponificación), los aminoácidos reaccionan con el hidróxido de sodio creando sal y agua (reacción de neutralización) además reaccionan con el ácido hipocloroso creando cloraminas y agua. Todas estas reacciones ocurren simultáneamente y sinérgicamente, guiando la licuefacción de tejidos orgánicos.¹

2.7 Desprendimiento de brackets

Se determina con inspección visual usando el sistema ARI (Adhesive Remnant Index). Fue creado por Artun y Bergland¹² con el fin de probar la eficacia del ácido sulfúrico como acondicionamiento del esmalte antes del grabado convencional con ácido fosfórico al 37%, buscaban una óptima combinación entre la adhesión y un fácil y rápido desprendimiento de brackets, dándole importancia a la interfase de desprendimiento, crearon un método para evaluar la cantidad remanente de adhesivo en el esmalte después del retiro de los brackets, para establecer donde sucedió la falla de adherencia:

0: No existen restos de adhesivo en el diente. E indica que probablemente la fractura ocurre entre la interfase del esmalte/adhesivo.

1: Entre el 0-50% de restos de adhesivo se quedaron en el diente. Implica que la falla ocurre predominantemente entre la interfase esmalte/adhesivo.

2: Entre el 51-99% de adhesivo se quedó en el diente. La fractura ocurre predominantemente entre el adhesivo/bracket.

3: Todo el adhesivo se quedó en el diente. Ocurre cuando la falla se da en la interfase entre el adhesivo/bracket.^{12, 14, 15}

Actualmente la mayoría de estudios realizados con colocación de brackets incluyen un apartado midiendo la escala ARI, existen modificaciones a la escala original como la realizada por Quick¹⁶ en el año 2005, Álvarez y Barceló en el año 2004.¹⁷

Roberto Justus en su libro *Iatrogenic Effects of Orthodontic Treatment: Decision-Making in Prevention* menciona que cuando se utiliza la desproteinización del esmalte en la mayoría de los casos la falla de adhesión se localiza en la interfase entre el adhesivo y bracket, lo cual nos indica una buena adhesión a esmalte.

Según la localización de la falla entre el adhesivo-esmalte o adhesivo- bracket nos va a proporcionar ventajas y desventajas, cuando ocurre una falla del bracket con el adhesivo, menos residuos quedan en el esmalte (ARI 0, 1) trayendo consigo que se desprenda con mayor frecuencia durante el tratamiento, prolongando la duración del mismo.^{18, 19, 20}

3. Planteamiento del Problema

Con la finalidad de encontrar un sistema que pueda aumentar la resistencia al desprendimiento del cemento para brackets-esmalte, se han efectuado múltiples investigaciones analizando varios pretratamientos que modifiquen la superficie del esmalte, utilizando varios ácidos grabadores y/o concentraciones de agentes grabadores.

A partir del auge de la odontología adhesiva se han realizado cada vez más investigaciones para intentar mejorar la adhesión a los sustratos dentales, es por eso que modificar las técnicas convencionales de grabado nos permitirá obtener mejores resultados de adhesión y desarrollar nuevos materiales que nos ayuden a simplificar la práctica diaria en el consultorio dental así mismo aumentar la calidad en los trabajos que realizamos.

Recientemente han propuesto utilizar la colocación de hipoclorito de sodio (Desproteínización) a concentraciones de 5.25%, otras propuestas han surgido de emplear a concentraciones mayores. Estudios realizados han demostrado que la desproteínización con hipoclorito de sodio aumenta sustancialmente la superficie retentiva del esmalte.

Por lo anterior nos planteamos la siguiente interrogante ¿Concentraciones de NaOCl al 9% mejorará la fuerza de adhesión de sistemas adhesivos?

4. Justificación

La modificación más reciente del grabado adamantino es la desproteínización con hipoclorito de sodio, sin embargo, se han encontrado pocos trabajos de investigación a la fecha.

Por lo tanto, se propone utilizar hipoclorito de sodio a concentraciones diferentes (5.25% y 9%) para evaluar la fuerza de adhesión del cemento para brackets Ortho Lux a esmalte desproteínizado y determinar si se comporta favorablemente la superficie retentiva del esmalte, así como la resistencia al desprendimiento del cemento para brackets.

5. Hipótesis de trabajo

La desproteínización del esmalte con hipoclorito de sodio al 9% mostrará valores superiores de fuerza de adhesión comparado con la desproteínización al 5.25%.

5.1 Nula

La desproteínización del esmalte con hipoclorito de sodio al 9% no mostrará valores superiores de fuerza de adhesión comparado con la desproteínización al 5.25%.

5.2 Alterna

El grupo con técnica de grabado ácido y previa desproteínización del esmalte con hipoclorito de sodio al 9% mostrará valores iguales de fuerza de adhesión comparado con el grupo con desproteínización con hipoclorito de sodio al 5.25% y el grupo control.

6. Criterios

6.1 Inclusión

- Dientes premolares sin caries.
- Dientes con tiempo de extracción no más de tres meses.
Dientes hidratados.

6.2 Exclusión

- Dientes que no cumplan con los criterios de inclusión

7. Variables

7.1 Dependientes

- Tensión por cizallamiento

7.2 Independientes

- Efecto de la concentración al 5.25% del Hipoclorito de Sodio en la fuerza de adhesión del esmalte.
- Efecto de la concentración al 9% del Hipoclorito de Sodio en la fuerza de adhesión del esmalte.

8. Objetivos

8.1 General

Determinar la fuerza de adhesión a esmalte tratado con tres técnicas de superficie (grabado convencional con ácido ortofosfórico al 37% y desproteinización al 5.25% y 9%).

8.2 Específicos/ particulares

- Valorar la fuerza de adhesión del cemento Ortho Lux a esmalte con técnica de grabado convencional con ácido fosfórico al 35%.
- Valorar la fuerza de adhesión del cemento Ortho Lux a esmalte desproteinizado con hipoclorito de sodio al 5.25%.
- Valorar la fuerza de adhesión del cemento Ortho Lux a esmalte desproteinizado con hipoclorito de sodio al 9%.

9. Materiales

- 45 premolares
- Cemento Ortho Lux, Viarden
- Gel desproteinizador, PROETCH Viarden (hipoclorito de sodio 9%)
- Viarzoni-t (hipoclorito de sodio 5.25%)
- Cepillos de profilaxis
- Pasta para profilaxis ProphyTech, sin flúor.
- Pieza de mano de baja velocidad W&H modelo RC-58
- Guantes
- Campos desechables
- Jeringa triple
- Ácido fosfórico al 35%
- Confortadores cilíndricos de muestras
- Máquina Universal de pruebas Mecánicas INSTRON, modelo 5567
- Acrílico autopolimerizable Nic tone
- Monómero para resina acrílica autopolimerizable Nic Tone
- Anillos de plástico de 16mm de diámetro interno para montar muestras
- Loseta de vidrio
- Vaseline
- Aditamento de teflón
- Lámpara de foto polimerización LED Bluephase C8, Ivoclar Vivadent con longitud de onda de 385 a 515 nm.
- Vernier digital
- Espátula de teflón para resinas

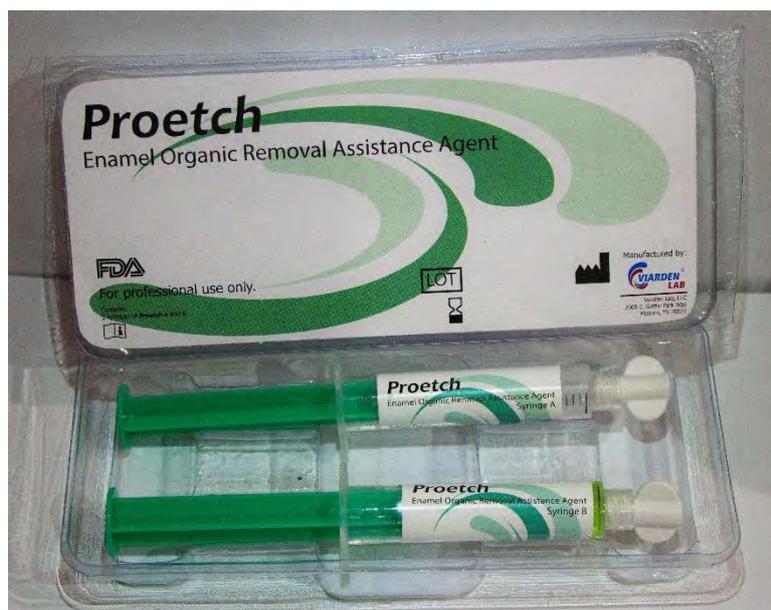


Ilustración 1. Proetch, gel desproteinizador (NaOCl 9%)

10. Muestreo



Ilustración 2. Premolares almacenados en agua y refrigeración.

El universo de la muestra de esta investigación constó de 45 dientes premolares sin caries, los cuales fueron limpiados y se les realizó profilaxis.



Ilustración 3. Profilaxis de los dientes

Posteriormente se formaron aleatoriamente tres grupos de 15 dientes cada uno, quedando de la siguiente forma:

- Grupo 1. Grupo control. Grabado ácido del esmalte con ácido fosfórico al 35%
- Grupo 2. Desprotección del esmalte con hipoclorito de sodio al 5.25%
- Grupo 3. Desprotección del esmalte con hipoclorito de sodio al 9%

11. Método

Conformación de la muestra de estudio.



Ilustración 4. Conformación de las muestras

Se colocaron los dientes en unos aros preformados, los cuales se llenaron con acrílico Nic Tone y monómero de la misma marca (2:1). Una vez polimerizado el acrílico se retiraron los moldes de los aros.



Ilustración 5. Inmersión de los dientes en acrílico.

- Grupo 1

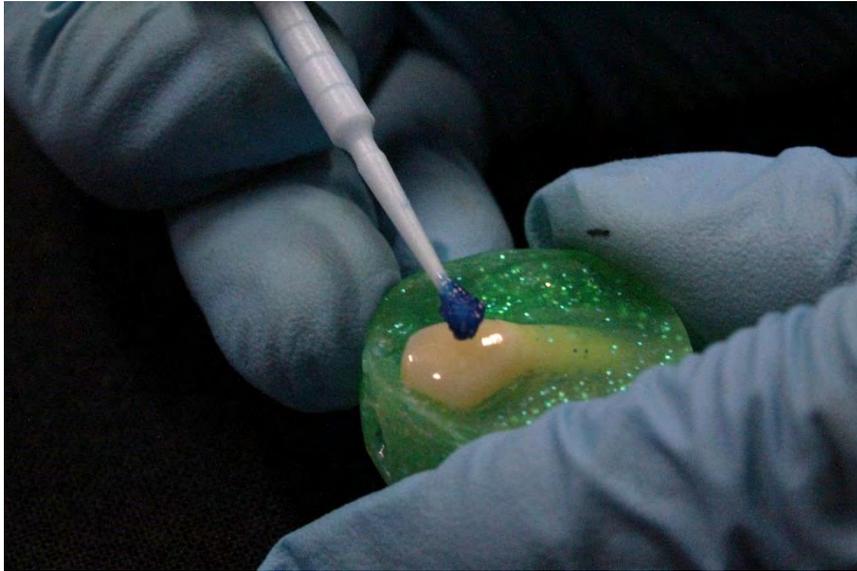


Ilustración 6. Grabado con ácido fosfórico al 35%

Se comenzó el acondicionamiento del esmalte grabando toda la superficie vestibular del diente con ácido fosfórico en gel al 35% durante 30 segundos, después se procedió a realizar un lavado durante 20 segundos con agua en forma de spray y aire libre de aceite.



Ilustración 7. Aspecto del esmalte después del grabado ácido.

Se colocó el adhesivo, aplicó aire y fotopolimerizó durante 15 segundos, se coloca un aditamento de teflón con una perforación circular de 4mm de diámetro diseñado por la empresa Ultradent y modificado en el laboratorio de Materiales Dentales ejerciendo presión sobre el esmalte.



Ilustración 8. Realización del botón del cemento para brackets.

A continuación, se aplicó cemento para brackets Ortho Lux y se fotopolimerizó durante 15s con la lámpara para fotopolimerizar LED Bluephase C8 a 600 mW/cm^2

Ya fotopolimerizado se retiró el aditamento y se mantuvieron las muestras en un frasco con agua y se almacenan a 37°C y 100% de humedad absoluta en una estufa de la marca Felisa durante 24 horas.

- Grupo 2

En la cara vestibular de los dientes se realizó el pretratamiento de la superficie a tratar con hipoclorito de sodio (NaOCl) al 5.25% Viarzoni-t® aplicado con un microbrush, manteniendo impregnado toda la superficie durante un minuto, después se realizó un lavado durante 20 segundos con agua y aire en forma de spray.



Ilustración 9. Aspecto del esmalte después de la desproteinización con NaOCl al 5.25%

Al igual que el grupo 1 se aplicó el protocolo de grabado con ácido fosfórico al 35% y se continuó colocando el adhesivo, se aplicó aire y fotopolimerizó durante 15 segundos, a continuación, se colocó un aditamento de teflón con una perforación circular de 4mm de diámetro diseñado por la empresa Ultradent y modificado en el laboratorio de Materiales Dentales, posteriormente el cemento Ortho Lux, se fotopolimerizó durante 15 segundos con la lámpara para fotopolimerizar LED Bluephase C8 a 600 mW/cm²



Ilustración 10. Almacenamiento de las muestras en la estufa Felisa.

Ya fotopolimerizado se retiró el aditamento y se mantuvieron las muestras en un frasco con agua y se almacenaron a 37°C y 100% de humedad absoluta en una estufa de la marca Felisa durante 24 horas.

- Grupo 3



Ilustración 11. Aspecto del esmalte después del pretratamiento con NaOCl al 9%

En la cara vestibular de los dientes se preconditionó la superficie a tratar con Proetch, gel de hipoclorito de sodio (NaOCl) al 9% aplicado con un microbrush, manteniendo impregnado toda la superficie durante 15 segundos, después se realizó un lavado durante 20 segundos con agua y aire en forma de spray.



Ilustración 12. Desproteinización del esmalte con NaOCl al 9% Proetch

Al igual que el grupo 1 se aplicó el protocolo de grabado con ácido fosfórico al 35% y se continuó colocando el adhesivo, se aplicó aire y fotopolimerizó durante 15 segundos, posteriormente se colocó un aditamento de teflón con una perforación circular de 4mm de diámetro, posteriormente el cemento Ortho Lux,

se fotopolimerizó durante 15 segundos con la lámpara para fotopolimerizar LED Bluephase C8 a 600 mW/cm.

Ya fotopolimerizado se retiró el aditamento y se mantuvieron las muestras en un frasco con agua y se almacenaron a 37°C y 100% de humedad relativa en una estufa de la marca Felisa durante 24 horas.



Ilustración 13 .Botón del cemento para brackets, el cual será sometido a cizallamiento

Una vez pasadas 24 horas se retiraron de la estufa y se calculó el área de cada muestra con un vernier digital utilizando la siguiente fórmula:

$$A = \pi r^2$$

Posteriormente las muestras se montaron en un aditamento de soporte para realizar la prueba de fuerza de Adhesión de cizallamiento en la máquina universal de pruebas mecánicas INSTRON modelo 5567 la cual se cargó a una velocidad de 1mm por minuto.

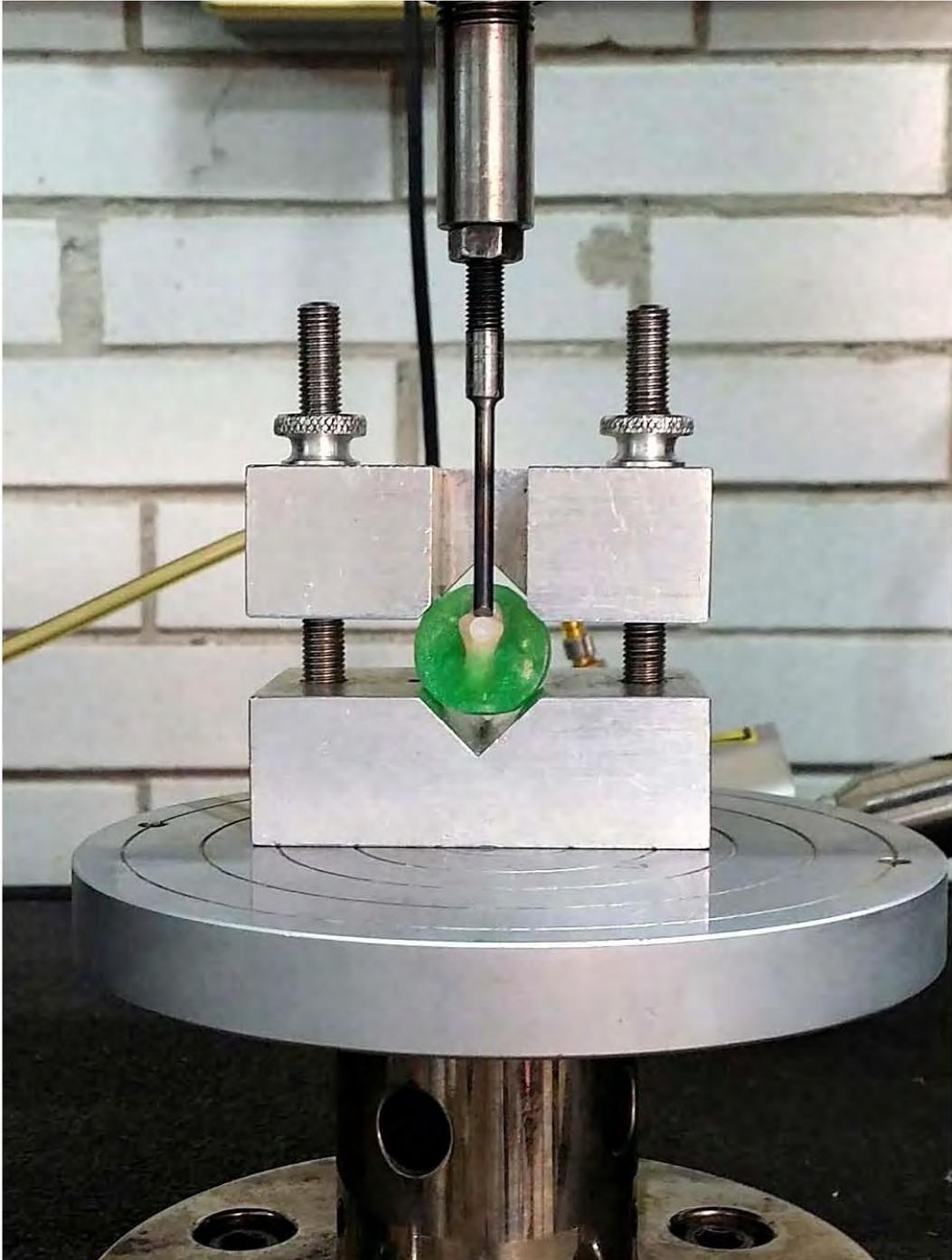


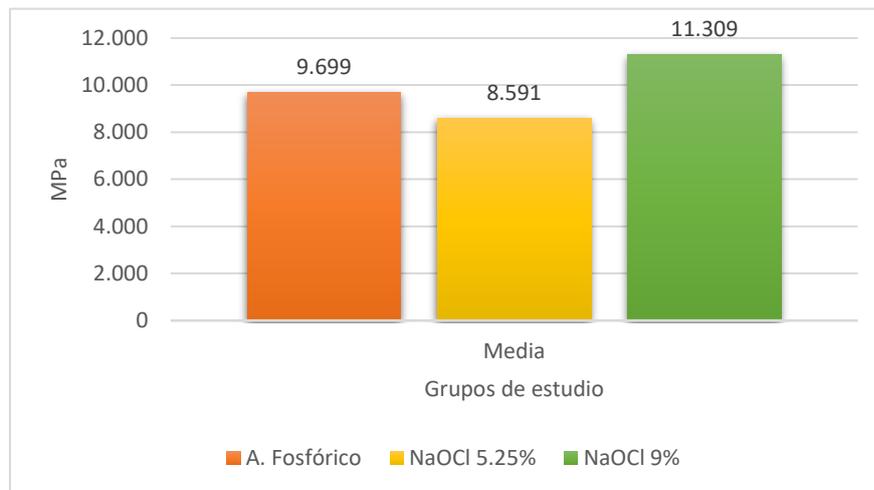
Ilustración 14. Prueba de fuerza de adhesión mediante cizalla.

12. Resultados

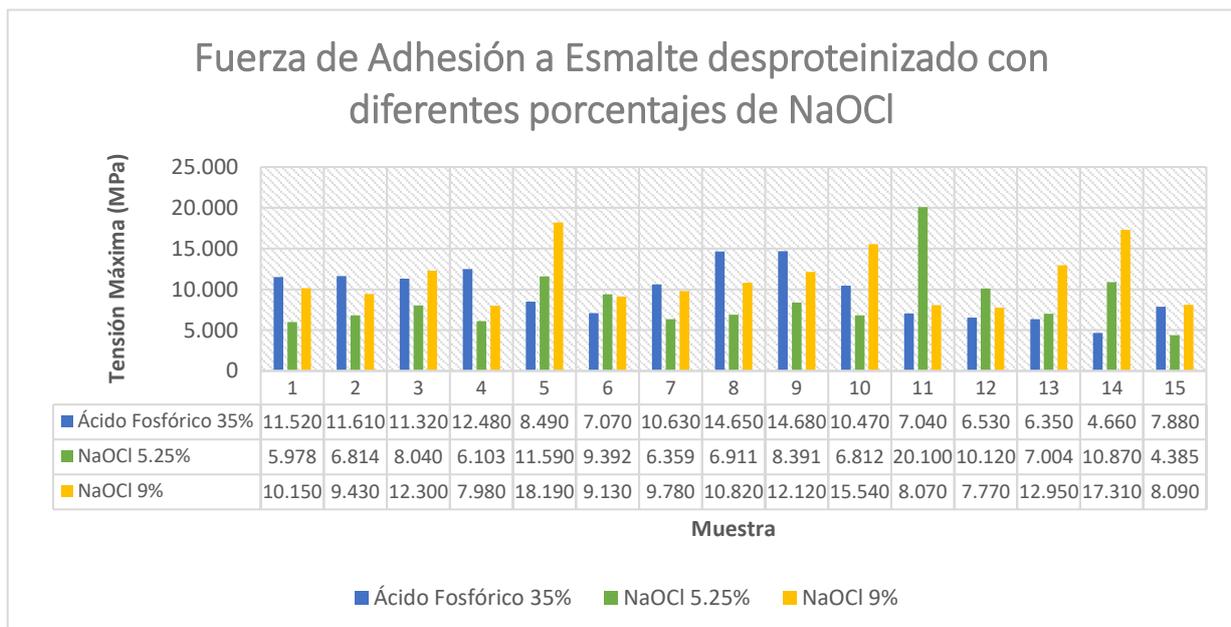
Los resultados fueron analizados utilizando una prueba de varianza de una vía (ANOVA) a una $P=0.948$ y se compararon los diferentes grupos de estudio con un post-hoc (Tukey).

En la gráfica 1 podemos observar que la media del grupo 1 fue de 9.699 MPa, del grupo 2 de 8.591 MPa y del grupo 3 fue de 11.309 MPa.

Donde estadísticamente no se encontraron diferencias significativas entre los grupos ($P= 0.105$).



Gráfica 1. Comparación de la media de los tres grupos

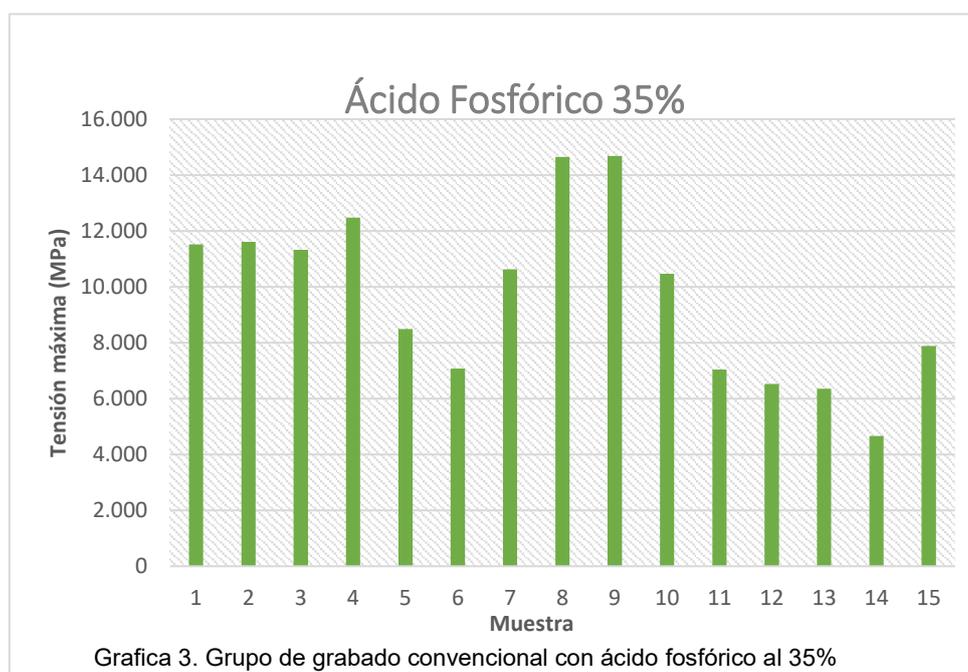


Gráfica 2. Comparativa de Fuerza de adhesión de los tres grupos.

Grupo Control

Muestra	Tensión máxima (MPa)	Modulo (MPa)
1	11.52	662.2
2	11.61	2543.0
3	11.32	2768.0
4	12.48	2108.0
5	8.49	2729.0
6	7.07	1341.0
7	10.63	2575.0
8	14.65	2579.0
9	14.78	2152.0
10	10.47	3585.0
11	7.04	2722.0
12	6.53	2055.0
13	6.35	2498.0
14	4.66	3120.0
15	7.88	1491.0

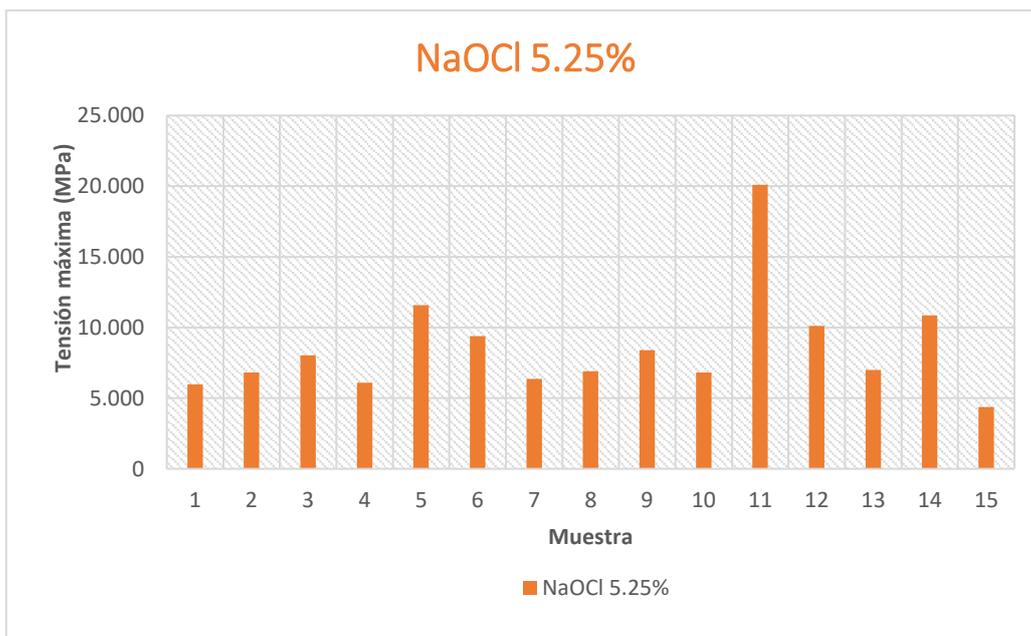
Tabla 1 Resultados del grupo control, grabado convencional con ácido fosfórico al 35%



Grupo NaOCl al 5.25%

Muestra	Tensión máxima (MPa)	Modulo (MPa)
1	5.978	2953
2	6.814	2057
3	8.040	2468
4	6.103	3098
5	11.590	2997
6	9.392	3832
7	6.359	2808
8	6.911	1947
9	8.391	2590
10	6.812	2939
11	20.100	3656
12	10.120	2314
13	7.004	1791
14	10.870	2900
15	4.385	2142

Tabla 2. Resultados del grupo NaOCl al 5.25%

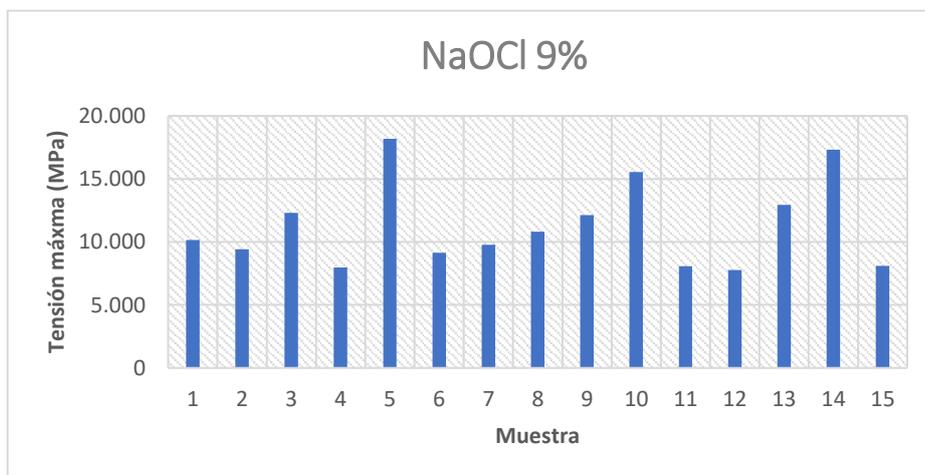


Grafica 4. NaOCl al 5.25%

NaOCl 9%

Muestra	Tensión máxima (MPa)	Modulo (MPa)
1	10.15	3762
2	9.43	1319
3	12.30	2920
4	7.98	3145
5	18.19	1804
6	9.13	1180
7	9.78	2624
8	10.82	1743
9	12.12	4238
10	15.54	6035
11	8.07	2708
12	7.77	3831
13	12.95	2438
14	17.31	3238
15	8.09	2327

Tabla 3. Resultados del grupo de desproteínización con NaOCl al 9%



Grafica 5. NaOCl al 9%

13. Discusión

El presente trabajo de investigación evaluó la fuerza de adhesión de la Resina Fotopolimerizable para Ortodoncia "Ortho Luz" utilizando dos concentraciones diferentes de NaOCl previas al grabado ácido. A la fecha no se han encontrado estudios referentes a la utilización de hipoclorito de sodio al 9%.

En la tabla 4 observamos la media de los tres grupos, corroborando que, aunque no exista diferencia significativa entre los tres grupos, analizando la media entre el grupo 3 (desproteínización con NaOCl al 9%) y el grupo 2 (desproteínización con NaOCl al 5.25%) encontramos una diferencia de 2.718 si consideramos que su unidad de medida son MPa y que aumenta la resistencia al desprendimiento entre el esmalte y el cemento para brackets y lo extrapolamos a su utilización en clínica, resulta favorable desproteínizar el esmalte antes de realizar el grabado ácido previo a la colocación de brackets en un tratamiento de ortodoncia.

Group Name	N	Missing	Mean	Std Dev	SEM
A. Fosfórico	15	0	9.699	3.100	0.800
NaOCl 5.25%	15	0	8.591	3.754	0.969
NaOCl 9%	15	0	11.309	3.404	0.879

Tabla 4. Análisis estadísticos

Estudios similares se realizaron en el año 2014 y 2016 utilizando NaOCl al 5.25% por Espinoza⁹ y Díaz²¹ respectivamente, donde muestran resultados variables a esta investigación, por debajo de los obtenidos por Espinoza y superiores a los de Diaz. Sin embargo son constantes y concuerdan con lo mencionado por Newman en el 2001, el rango adecuado de adhesión de brackets en clínica es de 5-9 MPa, corroborando que los resultados obtenidos en esta investigación son apropiados para su utilización en clínica.

La pérdida y daño del esmalte cuando se retiran los brackets se mide por medio del sistema ARI, el cual evalúa la cantidad remanente de cemento en el bracket¹⁹ y así verifica donde se lleva a cabo la falla cohesiva, entre el esmalte-cemento o cemento-bracket, debido a la falta de colocación de los mismo en este estudio, se propone evaluar la falla cohesiva de dientes con previa desproteínización con NaOCl al 9%.

Diaz Trejo en el 2012 llegó a la conclusión de que utilizandando NaOCl al 5% no solo mejoraba la fuerza de adhesión sin que incrementara el daño del esmalte, debido a que en su estudio el grupo con la desproteínización del esmalte presentó menor cantidad de adhesivo remanente.²⁰

14. Conclusiones

- Con base en los resultados obtenidos podemos corroborar que la hipótesis de trabajo fue aceptada: desproteínizar el esmalte con hipoclorito de sodio al 9% mostró valores superiores de fuerza de adhesión comparado con la desproteínización al 5.25%.
- Es un hecho que realizar un pretratamiento al esmalte dental, grabado ácido y desproteínización del mismo, nos va a proporcionar una mejor superficie para la adhesión de los materiales dentales y/o brackets.
- De acuerdo con las pruebas estadísticas los resultados de los grupos 2 y 3 no tenían una diferencia significativa, pero considerando el tiempo de contacto con el esmalte dental (15s. vs 60s) podemos inferir que la utilización de NaOCl a mayor concentración y menor tiempo de trabajo es más viable en su utilización en el consultorio dental.

15. Referencias bibliográficas

1. Ahuja B, Yeluri R, Baliga S, Munshi A. Enamel Deproteinization before Acid Etching -A Scanning Electron Microscopic Observation. *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2010. 2/2010.
2. Anusavice K, Shen C, Rawls R. Phillip's Science of Dental Materials. 12th ed. Elsevier. 2003. pp 257-273
3. Abate P, Borgia E, Busato A, Carvalho R, Corts J, Costa C, Edelberg M, Garone W, Gomes J, Gudiño S, Guzmán H, Henostroza G, Macchi R, Pereira J, Steenbecker O, Uribe-Echeverria J. Adhesión en Odontología restauradora. 2da edición. Madrid, España. Ripano. 2010 pp.20-67, 90-134
4. Guzmán H. Biomateriales odontológicos de uso clínico. 4ta edición. Bogotá. Ecoe Ediciones. 2007. pp 251 269
5. Steenbecker O. Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva. Valparaíso, Chile: Universidad de Valparaíso Editorial. 2006 pp 278-353
6. Nanci A. Ten Cate's Oral Histology Development, Structure, and Function. 6th ed. EUA. Mosby. 2003 pp 145-191
7. Simmer J. Dental Enamel Formation and its Impact on Clinical Dentistry. *Journal of Dental Education*, 2001 Julio 23 65(9), 896-905.
8. Valencia R, Espinosa R, Ceja I. Desproteínización del Esmalte primario y permanente nueva perspectiva en Adhesión. *RODYB*. 2015 julio 5, IV(2), 1-7
9. Espinosa R. Resistencia al Desprendimiento de la Resina al Esmalte Desproteínizado y Grabado; Estudio de Microtensión. *RODYB*, 2014 Enero 30. III(2), 1-6.
10. Bakhadher W, Halawany H, Talic N, Abraham N, Jacob V. Factors Affecting the Shear Bond Strength Of Orthodontic Brackets – A review of in vitro Studies. *Acta Medica (Hradec Králové)*2015; 58(2): 43–48
11. Rivera H, Moyaho A, Andrade A, Franco G, Montiel A, Mendoza C, García E, Hernández A. Efficiency in bracket bonding with the use of pretreatment methods to tooth enamel before acid etching: Sodium Hypochlorite vs. Hydrogen peroxide techniques. *Acta odontol. latinoam*. 2015 Apr ; 28(1): 79-82.

12. Artun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. *American Journal Of Orthodontics*, 1984. 85(4), 333-340
13. Jefferson M, Manhães F, Bajo H, Duque. Efficiency of different concentrations of sodium hypochlorite during endodontic treatment. Literature review. *Dental Press Endod*, 2012 Oct-Dec 2(4), 32-7.
14. Ryf S, Flury S, Palaniappan S, Lussi A, Meerbeek B, Zimmerli B. Enamel loss and adhesive remnants following bracket removal and various clean-up procedures in vitro. 2011. January. *European Journal of Orthodontics*. 34 (2012)25-32
15. Montasser M, Drummond J. Reliability of the Adhesive Remnant Index Score System with Different Magnifications. 2009 August *Angle Orthodontist*, Vol 79, No 4.773-776
16. Quick A, Harris A, Joseph V. Office reconditioning of stainless steel orthodontic attachments. *Eur J Orthod* 27 (3): 231-236, 2005.
17. Alvarez Martinez M. Fuerza de adhesión de brackets reciclados de acuerdo a la técnica de desprendimiento [Tesis para obtener el grado de maestro en Ciencias Médicas, Odontológicas y de la Salud] CDMX: UNAM 2008 [citada 03 enero 2017] 120 p. Disponible en: <http://132.248.9.195/ptd2008/septiembre/0632281/Index.html>
18. Justus R, Cubero T, Ondarza R, Morales F. 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. *Seminars in Orthodontics*, 2010 March. Vol 16, No 1: pp 66-75
19. Justus R. Iatrogenic Effects of Orthodontic Treatment: Decision-Making in Prevention. (2015) *The European Journal of Orthodontics* Dec 2015, 37 (6) 671 pp14-21
20. Díaz Trejo X. Efecto de la desproteínización del esmalte sobre la fuerza de adhesión en ortodoncia. [Tesis para obtener el grado de especialista en Ortodoncia] CDMX: UNAM 2012 [Citada el 03 de enero de 2017] 69p. Disponible en: <http://132.248.9.195/ptd2013/julio/509013532/Index.html>
21. Díaz X, *Efecto de la desproteínización del esmalte sobre la fuerza de adhesión en ortodoncia*. *Odontología actual*, 2016 febrero, 13(154), 14-18

22. Newman R. Newman G. Sengupta A. In Vitro Bond Strengths of Resin Modified Glass Ionomer Cements and Composite Resin Self-cure Adhesives: Introduction of an Adhesive System with Increased Bond Strength and Inhibition of Decalcification. *Angle Orthod.* 2001; 71:312-317.

16. Anexo I

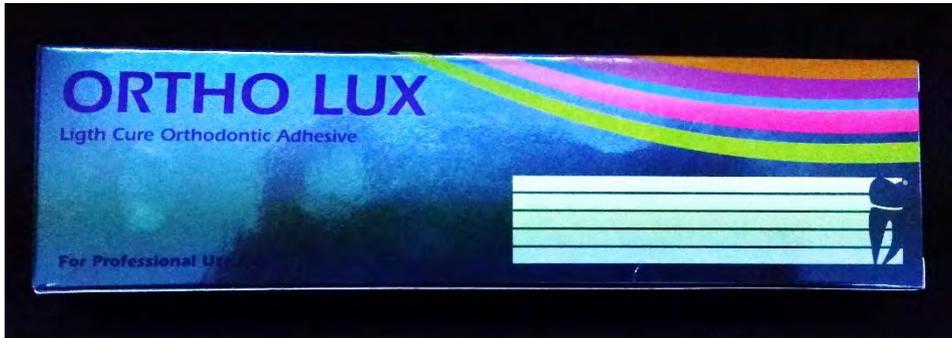
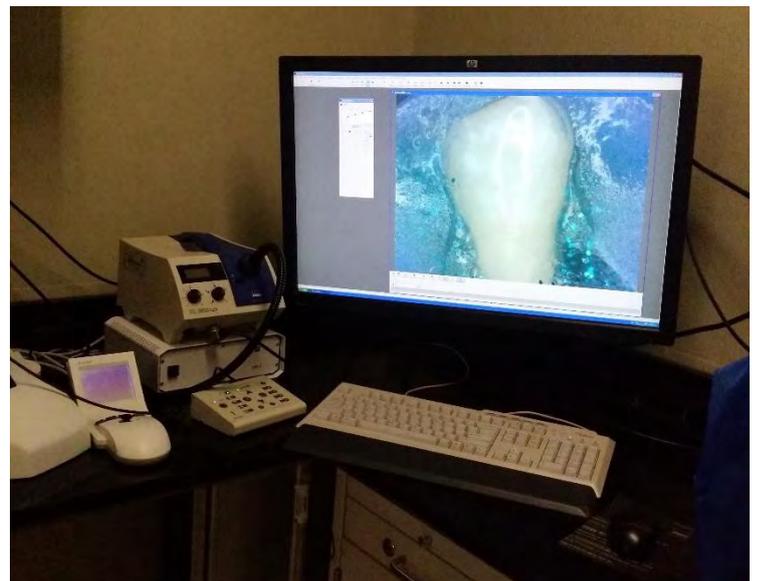


Ilustración 15. Resina fotopolimerizable para brackets



Ilustración 16. Materiales y equipo utilizado.



One Way Analysis of Variance**Data source:** Data 1 in Notebook 1**Normality Test** Failed (P<0.050)**Equal Variance Test:** Passed (P=0.948)

Group Name	N	Missing	Mean	Std Dev	SEM
A. Fosfórico	15	0	9.699	3.100	0.800
NaOCl 5.25%	15	0	8.591	3.754	0.969
NaOCl 9%	15	0	11.309	3.404	0.879

Source Of Variation	DF	SS	MS	F	P
Between Groups	2	56.013	28.007	2.381	0.105
Residual	42	494.097	11.764		
Total	44	550.110			

The differences in the mean values among the treatment groups are not great enough to exclude the possibility that difference is due to random sampling variability; there is not a statistically significant difference (P=0.105).

Power of performed test with alpha= 0.050: 0.270

The power of the performed test (0.270) is below the desired power of 0.800.

Less than desired power indicates you are less likely to detect a difference when one actually exists.

Negative results should be interpreted cautiously.