

UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA
ESPECIALIDAD EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR



**“EFECTO DE LA DESPROTEINIZACIÓN ADAMANTINA CON
HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% EN LA CALIDAD DE LA
ADHESIÓN DE LOS BRACKETS ORTODÓNTICOS EVALUADOS
MEDIANTE UN SISTEMA DE FUERZA DE CIZALLAMIENTO”**

**TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR**

**PRESENTADO POR LA:
CD. Roxana AGUILAR DAVID**

LIMA – PERÚ

2017

TÍTULO DE LA TESIS:

“EFECTO DE LA DESPROTEINIZACIÓN ADAMANTINA CON
HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% EN LA CALIDAD DE LA
ADHESIÓN DE LOS BRACKETS ORTODÓNTICOS EVALUADOS
MEDIANTE UN SISTEMA DE FUERZA DE CIZALLAMIENTO”

JURADO DE SUSTENTACIÓN

DR CABALLERO CORNEJO HUGO

DR MENACHO ANGELES GREGORIO

DRA SOTOMAYOR WOOLCOTT PEGGY

El presente estudio va dedicado a mis padres Juan y Nelly, por su inmenso amor e infinita paciencia durante estos años, los cuales sirvieron de motivación para mi continuo aprendizaje.

ÍNDICE

	Pág.
Portada	i
Título	ii
Jurado de Sustentación	iii
Dedicatoria	iv
Índice	v
Índice de Tablas	viii
Índice de Gráficos	ix
Resumen	x
Abstract	xi
Introducción	xii

CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Marco Histórico	1
1.2 Marco Teórico	2
1.2.1 Concepto de adhesión	2
1.2.2 Generalidades de la dentina	3
1.2.3 Generalidades del esmalte	5
1.2.4 Pegado de brackets	11
1.2.5 Fuerzas mecánicas en la adhesión de brackets	18
1.2.6 Hipoclorito de sodio	20
1.3 Investigaciones	28
1.4 Marco Conceptual	32

CAPÍTULO II: EL PROBLEMA, OBJETIVOS, HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1 Planteamiento del Problema	35
2.1.1 Descripción de la realidad problemática	35

2.1.2	Antecedentes teóricos	36
2.1.3	Definición del problema	40
2.2	Finalidad y Objetivos de la Investigación	41
2.2.1	Finalidad	41
2.2.2	Objetivo General y Específicos	41
2.2.3	Delimitación del estudio	42
2.2.4	Justificación e importancia del estudio	42
2.3	Hipótesis y Variables	43
2.3.1	Supuestos Teóricos	43
2.3.2	Hipótesis Principal y Específicas	44
2.3.3	Variables e Indicadores	44

CAPÍTULO III: MÉTODO, TÉCNICA E INSTRUMENTO

3.1	Población y muestra	46
3.1.1	Población	46
3.1.2	Muestra	46
3.2	Diseño a utilizar en el Estudio	49
3.3	Técnica e Instrumento de Recolección de Datos	49
3.3.1	Técnica de Recolección de Datos	49
3.3.2	Instrumento de Recolección de Datos	49
3.3.3	Procedimiento de Recolección de Datos	49
3.3.4	Capacitación y Calibración	52
3.3.5	Validación del Instrumento	52
3.4	Procesamiento de Datos	53

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1	Presentación de los Resultados	55
4.2	Contrastación de Hipótesis	59
4.3	Discusión de los Resultados	60

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones	64
5.2 Recomendaciones	64
BIBLIOGRAFÍAS	66
ANEXOS	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla		Pág.
N° 01	Media y Desviación estándar de estudio piloto	47
N° 02	Prueba de Normalidad de grupos evaluados	54
N° 03	Efecto de la desproteínización adamantina con Hipoclorito de sodio al 5% (Grupo 2)	55
N° 04	Distribución de media y Desviación estándar de Grupo 2 y Grupo 1 en la magnitud de resistencia adhesiva	56
N° 05	Efecto de la desproteínización del Grupo 2 y el Grupo 1 en la magnitud de resistencia adhesiva	57
N° 06	Distribución y Desviación estándar del Grupo 2 y Grupo 3 en la magnitud de resistencia adhesiva	58
N° 07	Efecto de la desproteínización del Grupo 2 y Grupo 3 en la magnitud de resistencia adhesiva	58
N° 08	Valores de fuerza de cizallamiento del Grupo 1	77
N° 09	Valores de fuerza de cizallamiento del Grupo 2	77
N° 10	Valores de fuerza de cizallamiento del Grupo 3	78

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Tabla		Pág.
N° 01	Tamaño muestral del informe de tesis	47
N° 02	Efecto de la desproteínización adamantina con del Grupo 2	56
N° 03	Efecto de la desproteínización del Grupo 2 y Grupo 1 en la magnitud de resistencia adhesiva	57
N° 04	Efecto de la desproteínización del Grupo 2 y Grupo 3 en la magnitud de resistencia adhesiva	59
N° 05	Muestras agrupadas de acuerdo al tratamiento aplicado al esmalte	76
N° 06	Muestra sometida a Máquina digital de ensayos universales CMT-5L	76

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de la desprotección adamantina con hipoclorito de sodio al 5% en la calidad de la adhesión de los brackets ortodónticos evaluados mediante un sistema de fuerza de cizallamiento. Para ello se usó 33 muestras constituidas por premolares humanas, las cuales poseían coronas íntegras libre de caries por vestibular, quienes no presentaron tratamiento de blanqueamiento ni restauración con resina previa. De esta manera, fueron divididos en 3 grupos: Grupo 1 o control formado por 11 premolares a los que se le dio tratamiento con ácido fosfórico al 37%; Grupo 2 formado por 11 premolares a los que se le dio tratamiento con hipoclorito de sodio al 5%; Grupo 3 formado por 11 premolares a los que se les combinó el tratamiento con ácido fosfórico al 37% e hipoclorito de sodio al 5%. Todas las muestras fueron sometidas al desprendimiento del bracket mediante un sistema de fuerza de cizallamiento. El análisis de los datos se llevó a cabo empleando la prueba estadística de Kruskal Wallis para identificar la significancia de los resultados. Como resultado se obtuvieron valores de las medianas de fuerza de cizallamiento de 4.36; 3.11; y 6.79 megapascales para el grupo 1, 2 y 3, respectivamente. Finalmente se concluye que el uso del hipoclorito de sodio al 5% si afecta significativamente en la adhesión de los brackets.

Palabras clave

Adhesión, fuerza de cizallamiento, hipoclorito de sodio.

ABSTRACT

The objective of the present study is to determine the effect of 5% sodium hypochlorite on the adhesion of brackets evaluated by a shear force system. For this purpose 33 samples consisting of human premolars were used, which had intact crowns free of caries by vestibular, who did not present bleaching treatment or restoration with previous resin. In this way, they were divided into 3 groups: Group 1 or control formed by 11 premolars that were given treatment with 37% phosphoric acid; Group 2 formed by 11 premolars who were given 5% sodium hypochlorite treatment; Group 3 consisted of 11 premolars, which were combined with 37% phosphoric acid treatment and 5% sodium hypochlorite. All samples were subjected to the detachment of the bracket by a shear force system. Data analysis was carried out using the Kruskal-Wallis statistical test to identify the significance of the results. As a result, values of shear force medians were 4.36; 3.11; and 6.79 megapascals for group 1, 2 and 3, respectively. Finally it is concluded that the use of 5% sodium hypochlorite does significantly affect the adhesion of the brackets.

Key Words:

Adhesion, shear force, Sodium hypochlorite.

INTRODUCCIÓN

Adhesión dental es el término utilizado para definir el nexo que se da entre el esmalte o la dentina y los materiales resinosos; refiriéndose específicamente a la unión de un sustrato sólido con el biomaterial.

La fuerza capaz de sostener dichos materiales, unidos por medio de enlaces en sus superficies, pueden ser de tipo mecánico, químico, físico e híbrido. En ortodoncia se prefiere la adhesión mecánica, dado que no se busca una unión permanente, sino una que se pueda romper, de manera fácil, al finalizar el tratamiento.^(1,2)

Siendo el pegado de brackets uno de los primeros pasos en el tratamiento ortodóntico y uno de los que más errores tiene en su procedimiento; ya sea por contacto de saliva, fluido sanguíneo, alteraciones a nivel del esmalte, tiempo de exposición de soluciones a utilizar, morfología del bracket, entre otros; se ha realizado investigaciones sobre la afectividad de la adhesión a nivel de la superficie externa del diente.

Buonocore, en 1955, incorporó el ácido fosfórico al 85% (H_3PO_4) sobre el esmalte dental con el fin de incrementar la unión de las resinas acrílicas y marcando el punto de inicio en la aparición de aparatología fija en ortodoncia.⁽³⁻⁵⁾

A partir de ello, se realizaron más estudios incorporando soluciones que favorecían la adhesión, y es con Espinosa R. et al (2008), quienes mostraron al hipoclorito de sodio ($NaOCl$),⁽⁴⁾ antes utilizado solamente en el área de endodoncia, como un agente de desproteización de esmalte, debido a la remoción de elementos

orgánicos de su estructura y diversas propiedades encontradas en su composición, optimizando así, su unión a la resina empleada.

Sin embargo, a pesar de investigaciones realizadas, el fracaso en la adhesión y pegado de brackets en ortodoncia aún sigue siendo uno de los problemas en la práctica clínica del especialista.⁽⁶⁻¹⁰⁾ Hay cierta controversia con respecto a la aplicación de dicha sustancia, por ello con la presente investigación se busca beneficiar no solo el ortodoncista sino también el paciente, y de esta manera plantear un nuevo protocolo en el pegado directo de brackets a fin de hacer de la adhesión un procedimiento más efectivo.

De esta manera el objetivo de este estudio es determinar el efecto del uso del hipoclorito de sodio al 5% en la adhesión de los brackets evaluados mediante un sistema de fuerza de cizallamiento.

CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Marco Histórico

La adhesión al esmalte ha evolucionado a lo largo de los años, desde finales del siglo XX hasta la actualidad.

Buonocore M. (1955) realizó una investigación la cual revolucionó a todas las técnicas antes empleadas.⁽¹¹⁾ Según Gandhi S.; Crawford P.; Shellis P. (2012)⁽¹²⁾, Faltemeier A. et al (2007)⁽²⁾ y Espinosa R. et al (2010)⁽¹⁾ esta consistió en la incorporación de un nuevo elemento, el ácido fosfórico al 85% (H₃PO₄), sobre el esmalte dental para incrementar la adhesión de las resinas acrílicas; convirtiéndose así en el “gold standard” de la época y marcando el punto de inicio en la aparición de aparatología fija en ortodoncia de acuerdo a las investigaciones de Babu N.; Joseph R.; Buonocore M. (2005).⁽¹³⁾

Pero no es hasta los años 70´ con Gwinnett A. (1971) y Silverstone L. (1975), quienes identificaron los cambios en la micromorfología adamantina ante su exposición al H₃PO₄. Con la ayuda de un microscopio electrónico de barrido evidenciaron la formación de microgrietas y unión de esmalte-resina debido a la humectación del tejido. ^(1,12)

Miura F. (1971), introdujo la resina MMA-TTB (metilmetacrilato tri-nbutilborano) y años más tarde la cambió por el Orthomite IIS debido a su mejor efectividad.
⁽¹⁴⁾

Recién en 1980, el monómero 4-META fue agregado al MMA para obtener el adhesivo Superbond y disminuir los índices de descementado y microfiltración.⁽²⁾

Sin embargo, hay otros factores que influyen en el mecanismo de adhesión tales como la contaminación del esmalte con fluido sanguíneo o salival, restos del mismo ácido antes y/o durante la aplicación de la resina; o en otros casos por la malla o morfología del bracket. ^(2,15)

Estas limitaciones hicieron posible que las investigaciones acerca del incremento en la adhesión al esmalte vayan en aumento. De esta manera, métodos innovadores fueron incluidos en las técnicas de pegado de bracket.

De acuerdo a Espinosa R. y cols (2008), mostraron al hipoclorito de sodio (NaOCl), antes utilizado solamente en el área de endodoncia, como un agente de desproteinización de esmalte, debido a la remoción de elementos orgánicos de su estructura, optimizando así, su unión a la resina empleada. ⁽¹⁾

Hoy en día, el empleo de sustancias en la técnica de pegado de brackets es objeto de investigaciones para hacer de esta un procedimiento más eficiente.

1.2 Marco Teórico

1.2.1 Concepto de adhesión

El término adhesión, en latín “adhaerere”, se refiere a pegarse a algo o a la unión entre dos sustancias diferentes.

De acuerdo a la Real Academia Española de la Lengua se define a la adhesión como la fuerza de atracción que mantiene unidas moléculas de distinta especie, pudiendo esta ser química, física, mecánica, difusiva o electrostática.

En el campo de la odontología, es el nexo que se da entre el esmalte o la dentina y los materiales resinosos; refiriéndose específicamente a la unión de un sustrato sólido con el biomaterial. ^(16,17)

Esta fuerza capaz de sostener materiales unidos por medio de enlaces de las superficies, pueden ser:

- *Mecánica*.- es aquella donde intervienen factores físicos, como poros y rugosidades, que hacen interconexión y los materiales se traban entre sí.
- *Química*.- en esta unión actúan fuerzas primarias como enlaces iónicos, covalentes, metálicas y fuerzas de Van Der Waals, entre otras.
- *Física*.- en esta unión se forman enlaces entre átomos en la interfase del adhesivo y del adherente.
- *Híbrida*.- es una unión de dos o más de las anteriores.

En el área de ortodoncia usamos la adhesión de tipo mecánica, ya que el objetivo no es buscar una unión permanente, sino por el contrario, una en la cual se pueda desprender de forma fácil y rápida al término de nuestro tratamiento.⁽¹⁸⁾

1.2.2 Generalidades de la dentina

- **Estructura de la dentina**

La capa mesodérmica embrionaria da origen a la dentina, siendo este un tejido especializado formado por células denominadas odontoblastos. Constituye la parte principal del diente y a diferencia del esmalte, este es un tejido vivo por la formación de dentina durante toda la vida. Esta capa del diente posee una estructura porosa ya que es atravesada por túbulos dentinarios que, en su interior pasa el VAN dentario y discurren desde el límite amelodentinario hasta el complejo dentino-pulpar. Se encuentra formada en mayor proporción de agua y matriz orgánica en comparación del esmalte:

- Mineral (Calcio y Fósforo) → 70%
- Agua → 10%
- Matriz orgánica (Colágeno) → 20%^(16,17)

“La dentina es un tejido duro, mineralizado y se distingue una dentina coronaria y otra radicular”, aunque no es lo suficiente duro para la masticación, por ello posee una capa externa a nivel coronal llamada esmalte. ⁽¹⁹⁾

La cantidad y diámetro de los túbulos dentinarios se incrementan al acercarse a la pulpa y se encuentran inmersas en una matriz mineralizada llamada dentina intertubular, útil en mecanismos de adhesión.

Alrededor de los túbulos dentinarios encontramos otro tipo de dentina: peritubular, caracterizada por ser un anillo hipermineralizado rico en cristales de hidroxiapatita sin fibras colágenas. ⁽¹⁵⁾

- **Adhesión en la dentina**

Durante la preparación del diente y con ayuda de una pieza de alta velocidad se produce el “smear layer”, el cual es el barro dentinario, formado por colágeno y minerales, así como de otros metabolitos en ciertos casos.

Algunos sistemas adhesivos utilizan esta capa y otros no para mejorar la acción del grabado ácido. ⁽¹⁷⁾

Dependiendo del sistema que se use, en el proceso se puede eliminar o disolver completamente el barrillo dentinario (los túbulos dentinarios y las estructuras colágenas, la denominada red de fibras colágenas, quedan expuestos como resultado) o bien se puede alterar su estructura (los túbulos dentinarios y la red de fibras colágenas no quedan expuestos en el proceso). En ambos casos se produce la «penetración» de ciertos componentes de los sistemas adhesivos en la dentina y a continuación se establece asimismo una unión adhesiva retentiva. ⁽¹⁶⁾

1.2.3 Generalidades del esmalte

- **Amelogénesis**

El esmalte dental es el tejido más duro de nuestro organismo y posee células especializadas llamadas ameloblastos, provenientes del ectodermo.

Durante el proceso de formación del esmalte o también llamada amelogénesis, el órgano dental en su inicio va adquiriendo una forma de campana, de ahí deriva el nombre de la fase formativa, es decir, cada vez se hace más profundo y aumenta de tamaño, así como el de la papila dental.

Durante la etapa de campana, el epitelio dental interno se pliega (reconociéndose así la forma del futuro patrón de la corona dentaria) y diferencian en *ameloblastos*, las cuales serán las células formadoras del esmalte.

A medida que los preameloblastos se diferencian se convierten en ameloblastos secretorios y sus núcleos se polarizan; migran en dirección externa y adquieren un grupo de barras terminales basales y apicales, llamado *proceso de Tomes*.⁽²⁰⁾

El ameloblasto secretor, al igual que el odontoblasto es una célula polarizada con un extremo secretor y el otro no. Este migra en dirección contraria a la unión dentino-esmalte y secreta esmalte. El esmalte inicial no posee prismas; y a diferencia de la dentina, la matriz del esmalte está parcialmente mineralizada cuando es secretada. En ella encontramos cuatro tipos de proteínas, amelogeninas, ameloblastina y las no amelogeninas: enamelinas, tuftelina.

Las amelogeninas son proteínas hidrofóbicas ricas en prolina y representan la mayor parte del desarrollo del esmalte (80 a 90% del total del material orgánico).

La ameloblastina, posee baja afinidad por la hidroxiapatita y se distribuye entre los espacios prismáticos.

Las no-amelogeninas se encuentran en menor cantidad. Cuando se encuentra en la proceso de maduración, el esmalte se vuelve completamente mineralizado, ya que la parte orgánica y el agua disminuyen y el contenido inorgánico, que está compuesto principalmente por hidroxiapatita aumenta.

El tamaño del diente se incrementa por el depósito de la matriz del esmalte; formándose en primer lugar la punta de la cúspide y la última, la zona cervical.

Al finalizar la etapa de mineralización las células ameloblasticas se aplanan y su membrana basal junto con remanentes de las células del órgano del esmalte forma el epitelio reducido del esmalte. ⁽²⁰⁾

- **Estructura del esmalte**

Los ameloblastos crean un almacén básico claramente estructurado para la posterior mineralización densa con calcio y fósforo. Por ello, el esmalte dental se encuentra conformado por una parte mineral en un 95%, principalmente de hidroxiapatita = $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$; tejido orgánico en un 4%, que consta casi exclusivamente de proteínas sencillas; y agua en un 1%. ^(16,21,22)

En cuanto a los cristales de hidroxiapatita no se tiene la longitud exacta, pero se sabe que puede variar de 50 nm de ancho y 25 nm de grosor. Se piensa que estos pueden extenderse en forma ininterrumpida desde el límite amelodentinario hasta la superficie del esmalte. Además de ello, estudios de microscopía electrónica demuestran que los cristales están conformados por subunidades trapezoidales repetidas (celdillas unitarias de moléculas de hidroxiapatita), las cuales se organizan en relación con

una línea oscura central, la cual sería probablemente la interface entre la hidroxiapatita y fosfato octocálcico. ⁽³⁾

Los cristales se distribuyen en el espacio para conformar las unidades organizacionales básicas del esmalte: los bastones, prismas o esmalte prismático y el esmalte o sustancia interprismática. En el prisma, los cristales se disponen en haces para conformar estructuras de 4 a 5mm de diámetro que se extienden desde la dentina hasta la superficie del tejido. La separación existente entre un cristal y otro (espacio intercrystalino) es de 5nm aproximadamente.

El esmalte interprismático rodea completamente al prisma y los cristales se disponen con una desviación que oscila entre 40° a 60° en relación con el eje del prisma e incluso pueden disponerse perpendicularmente a éste. La interfase entre el esmalte prismático y el interprismático está delimitada por un espacio pequeño que contiene principalmente material orgánico el cual se conoce como espacio interprismático o vaina del prisma y se ha estimado que su grosor fluctúa entre 5 a 150 nm. ⁽⁴⁾

- **Composición Química**

De acuerdo al estudio de método gamma fluorescente de Cortez se evidenció que, en el esmalte dentario se encuentra doce elementos químicos: Estroncio (Sr), Zinc (Zn), Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Cromo (Cr), Cloro (Cl), Azufre (S), Silicio (Si), Aluminio (Al), Magnesio (Mg), Calcio (Ca) y Fósforo (P), siendo estos dos últimos los que tuvieron mayor porcentaje. ⁽⁵⁾

- **Características del esmalte**

El esmalte se caracteriza por su translucidez y por poseer un índice refractario de 1.62, el cual se relaciona de manera inversamente proporcional con el volumen de los poros presentes en su interior; tal y

como sucede en las hipomineralizaciones o desmineralizaciones y que clínicamente lo observamos a manera de opacidades. ^(16,21)

Cualquier alteración durante la formación del esmalte genera cambios permanentes, debido a que el ameloblasto tiene escasa capacidad reparativa.

Las alteraciones en la mineralización del esmalte se observan clínicamente como áreas opacas con colores que van del blanco al marrón/café. En las opacidades demarcadas, el color más oscuro se ha relacionado con menor grado de mineralización y mayor contenido de proteínas en el esmalte. ⁽²¹⁾

- *Estrías de retzius*

Las estrías de Retzius son líneas de crecimiento incremental. En un corte longitudinal se ven como una serie de bandas oscuras reflejando sucesivos frentes de formación de esmalte. Las alteraciones sistémicas, tales como fiebre, acentúan las líneas incrementales y afectan la amelogénesis. ⁽²⁰⁾

- *Estricción transversal de los prismas*

Al evaluar el esmalte el esmalte se observan prismas los cuales no tienen una organización homogénea, sino que en cada parte se ve una línea que lo atraviesa perpendicularmente a su eje mayor.

- *Bandas de Hunter-Schreger*

Sobre la superficie del diente se pueden observar zonas más claras y más oscuras de una manera alternada a las cuales llamamos Bandas de Hunter-Schreger. Esta dualidad de colores se dan por la forma oblicua de los prismas y ante un desgaste o corte longitudinal se refleja más la luz y se ve más claro; en caso contrario, cuando se da un corte de tipo transversal se ve más oscura porque refleja menos la

luz. Diazonias: cortes perpendiculares (zonas oscuras). Parazonias: cortes longitudinales.

- *Esmalte nudoso*

“Hacia las zonas cuspídeas de los dientes, las curvaturas de los prismas producen entrecruzamientos de grupos de prismas, formando nudos, lo que produce mayor resistencia a la carga y compresión”.⁽¹⁹⁾

- **Propiedades mecánicas del esmalte**

Los dientes son tejidos altamente mineralizados presentes en un gran número de vertebrados y cumplen la función básica de trituración de los alimentos.

Una de las características más importantes de los dientes es su capacidad de soportar un amplio rango de cargas, que llegan hasta 1000 N en un área crítica de contacto entre 0,45 y 2,5 mm² sin presentar falla.

Entre las propiedades mecánicas del esmalte dental tenemos:

- *Módulo de elasticidad*: es la resistencia a la deformación elástica de un material. Su valor promedio fluctúa entre 70 y 120 GPa.
- *Dureza*: es la resistencia a la deformación permanente o a la penetración con valores de 3 GPa y 6GPa, dependiendo de la edad del paciente y localización del diente.
- *Tenacidad a la fractura*: es la resistencia a la propagación de una grieta existente bajo la acción de un estado particular de esfuerzos con rangos entre 0.4 y 1.5 MPa.
- *Fragilidad*: puede ser definida como la tendencia de un material a fracturarse o fallar bajo la aplicación de una carga sin mostrar deformación plástica apreciable previamente a la falla.^(4,23,24)

El comportamiento mecánico y sus propiedades cambian dependiendo del sentido en el que se encuentren los prismas de hidroxiapatita.

Por ello, estas presentan un cambio desde la superficie oclusal hasta el límite amelodentinario, reduciéndose la dureza y fragilidad e incrementándose la tenacidad a la fractura aparente. Estos hallazgos se deben por la mayor cantidad de material orgánico presente en este tejido al acercarse a la dentina, lo que le permite detener de una mejor manera el crecimiento de grietas. ^(4,23)

- **Adhesión en el esmalte**

La adhesión en el esmalte dental se basa en el grabado ácido de su superficie.

Esto provoca distintos grados de disolución de zonas de los prismas y del esmalte interprismático generando microporosidades y zonas de retención. ⁽¹⁶⁾

Desde Buonocore el ácido fosfórico ha sido el grabador más utilizado en la práctica clínica y el efecto que provoca sobre el esmalte dependerá no solo de la concentración de ésta, sino también del tipo de ácido a usarse, de la presentación física del ácido (en gel, semigel o solución acuosa), del tiempo de grabado empleado en el proceso de acondicionamiento, y si el esmalte fue instrumentado antes de ser grabado. ⁽¹⁸⁾

Según Nguyen T.; Miller A.; Orellana M. (2011) quienes realizaron un estudio comparativo sobre tiempos de grabado a los 15, 30 y 60 segundos, evidenciando un aumento en el volumen de los poros y superficie de área del esmalte en todos los grupos luego de la aplicación del ácido fosfórico, siendo las de mayores valores los dos primeros grupos ⁽²⁵⁾, mientras que el tamaño de los poros, por el contrario, tuvo una disminución en todas las muestras. ⁽²⁴⁾ Asimismo, la dureza del módulo elástico de la superficie del esmalte es disminuida por el grabado ácido. ⁽²⁶⁾

También se observó un incremento en la fuerza de adhesión al cizallamiento del bracket de manera directamente proporcional al tiempo empleado. ⁽²⁵⁾

Estos diferentes tipos o patrones de grabado adamantino pueden ser:

- *Patrón tipo 1*: en donde la cabeza del prisma es disuelta por el ácido con la matriz interprismática intacta.
- *Patrón tipo 2*: el ácido disuelve la zona periférica de los prismas, dejando al prisma intacto.
- *Patrón tipo 3*: no tiene características específicas dado a que solo se observa una disolución superficial que no afecta a la zona donde se ubican los prismas.

Para conseguir algún tipo de unión es necesario conseguir como mínimo cualquiera de los dos primeros patrones, mientras que el tercero no es suficiente para la realización del mismo. ⁽¹⁵⁾

Este concepto de adhesión permaneció simple, consistente y fiable a lo largo de varias décadas. Esta previsibilidad se debe a que el esmalte es un substrato uniforme, compuesto fundamentalmente de cristales inorgánicos bien organizados. ⁽⁶⁾

1.2.4 Pegado de brackets

Los brackets pueden ser adheridos al diente mediante la técnica directa o indirecta con el uso de diferentes tipos de composites.

En la historia ortodóncica se pueden evidenciar los cambios progresivos y evolutivos de la aparatología, ejemplo de ello tenemos que todo era a base de uniones con alambres con la forma de las arcadas y elementos de soporte, a los que la costumbre ha definido como *brackets*.

Durante los primeros decenios del siglo pasado, los brackets tenían que soldarse, así la descripción que se posee de la famosa bandeleta de Fouchard

consistía en una banda metálica, la que se fijaba con una ligadura de adhería al diente mediante cementación convencional.

Este procedimiento requería una operación muy trabajosa y precisa, cada incisivo, canino y premolar debía llevar una banda, que al inicio era de oro platinado y después de acero inoxidable, estas últimas se llegaron a presentar prefabricadas; y podemos decir que este era el método utilizado para mover dientes, aunque tenía serias limitaciones.

Con la aparición de las resinas compuestas el adelanto logrado es extraordinario, ya que posibilitó el pegado directo de todos los dientes, incluidos los molares de anclaje.

Hoy en día, los brackets y tubos pueden ir soldados a bandas en la forma tradicional o por cementado directo, previo grabado de la superficie del esmalte.

(25,27)

- **Técnica de pegado de brackets**

- **Técnica directa**

Consiste en la adhesión de los brackets directamente sobre los dientes en boca. Es una técnica menos precisa, pero es la más usada por los ortodoncistas por su facilidad y rapidez. ⁽¹⁸⁾ El cementado directo posee ciertas ventajas y estas son:

- Facilidad de colocación.
- Menos molesto para el paciente.
- Mayor precisión en la colocación.
- Reduce el tiempo de tratamiento.
- Mayor facilidad en la higiene.
- Posibilidades de aprovechar el espacio interproximal.
- Brackets metálicos pueden soportar una fuerza de 80 kg.

El pegado directo lleva una preparación previa del diente, la cual consiste en:

- Limpieza de la superficie del esmalte, pues la presencia de la placa dental no permite que el ácido penetre de forma adecuada.
- Descalcificación de la superficie vestibular del diente, lo que trae como resultado una apariencia blanquecina como la tiza cuando se ha logrado exitosamente.
- Enjuague vigoroso del diente teniendo cuidado que no se contamine con saliva.
- Secar la superficie con aire deshumectado, ya que la humedad y la grasa atentan contra una buena adhesión del aditamento.

La adhesión eficiente dependerá de una preparación minuciosa y sobre todo de un buen aislamiento sobre toda la superficie del diente la cual recibirá al bracket. Estos factores se dejan mucho de lado pero son de suma importancia, aún más que la marca de la resina que se utilizará.

Los problemas vinculados con la caída del brackets están muy relacionados con la cooperación del paciente y con la manipulación a la hora de fijarlos. ⁽⁷⁾

- *Técnica Indirecta*

Consiste en trasladar los brackets, por medio de cubetas duras con silicona, desde los modelos en donde se colocan en posición perfecta hasta la boca del paciente. En el proceso de esta adhesión se puede localizar el centro de las coronas clínicas mucho más fácil en comparación con la técnica directa. Entre sus ventajas tenemos:

- Técnica de mucha precisión
- Requiere menos tiempo de trabajo en consulta con el paciente
- Hay más tiempo para preparar y posicionar los brackets sobre los modelos.

- Se pueden preparar los modelos fuera del consultorio, en tiempo de laboratorio.
- Los brackets son fáciles de ubicar en altura, angulación y posición mesiodistal.

Mientras que entre sus desventajas podemos mencionar que es una técnica costosa debido al uso de materiales adicionales y requiere mayor tiempo de trabajo previo en el laboratorio. ⁽¹⁵⁾

- **Sistemas de pegado de brackets**

Todos los materiales de resina odontológicos están formados básicamente por dos componentes principales:

- *Los monómeros en la matriz*, son moléculas formadas por proteínas y tienen diversas estructuras las cuales pueden unirse entre sí mediante una reacción química. La polimerización se da tras la unión de varios monómeros resultando en polímeros. Esta reacción química se da en presencia de luz azul obteniéndose una resina dura, a menos que sean resinas de autopolimerizado.
- *Los cuerpos de relleno* (abreviados como “rellenos”), poseen partículas de vidrio, cerámica o cuarzo, y están incrustados en la matriz de forma distribuida. Estos rellenos influyen en las propiedades físicas y mecánicas, como por ejemplo la resistencia al desgaste (resistencia a la abrasión), la resistencia a la tracción y a la presión, así como la fluidez de los materiales de resina. ⁽¹⁶⁾

Para que pueda establecerse la unión adhesiva entre el esmalte dental y los materiales de resina, se necesitan sistemas adhesivos.

La enorme multiplicidad de dichos sistemas amelodentarios llevó la necesidad de clasificarlos de acuerdo a forma de tratamiento del *smear layer*, número de pasos clínicos y a la generación a la que pertenecían.

De acuerdo al primer grupo de clasificación de estos sistemas existen dos categorías: por una parte, los denominados sistemas “etch-and-rinse” (sistemas de “grabar y enjuagar”) y por otro lado los denominados sistemas “selfetch” (sistemas de “autograbado”). ^(6,16)

- “*Etch-and-Rinse*”: Este sistema requiere de un primer componente, un ácido independiente, encargado del grabado superficial del esmalte dental. En este ámbito se ha acreditado al ácido fosfórico en una concentración aproximada del 37% administrados en tiempos de van desde los 15 hasta los 60 segundos, dependiendo de la situación clínica. En este sentido, es suficiente el mínimo valor del rango promedio para generar el acondicionamiento, no solo por su capacidad de generar micro retenciones sino porque hay menor daño a nivel del esmalte. Por ello, al retirar un dispositivo de la superficie dentaria tratada con 15 segundos el remanente de adhesivo queda en la malla del bracket, a diferencia de un esmalte tratado con 60 segundos donde el remanente queda en el diente. ⁽⁸⁾

Seguido a este paso se debe enjuagar la solución con un mínimo de tiempo de 10 segundos con agua y su posterior secado. Al término del procedimiento podrá evidenciarse clínicamente un enturbamiento blanco lechoso sobre la superficie del esmalte. A continuación, se aplica el componente denominado *bond* (llamado también “adhesivo”). Este consta de monómeros hidrófobos, por lo tanto, es fluido y escasamente viscoso, con la capacidad de introducirse en las microporosidades y zonas retentivas del patrón de grabado ácido del esmalte, que ante la exposición de luz se polimerizan y pueden unirse a resinas. ⁽¹⁶⁾

- “*Selfetch*”: Estos sistemas no contienen ácido independiente como los “etch and rinse”, por lo que puede constar de uno o dos componentes.

En los que poseen dos (self-etching primers), cuyo pH va entre 1 y 2.5, el grabado ácido superficial del esmalte dental tiene lugar mediante el primer componente en forma de un imprimador «ácido» especial; pero que es notablemente menos pronunciado que el logrado mediante el ácido fosfórico. Luego de ellos, se aplica un bond, el cual penetra en las microporosidades dejadas por el grabado tras la polimerización y establece una unión adhesiva retentiva para recibir materiales de resina hidrófobos.

En los sistemas de un componente o también llamados *All in one o self-etching adhesives* se combinan en el esmalte dental el grabado ácido y el bond juntos y su pH es más acidificado con valores menores a 1, por lo cual su condicionamiento es más agresivo en comparación al ácido fosfórico. ^(6,16) De acuerdo a Parrish B. et al (2012) estos sistemas son cada vez más populares debido a que reduce la sensibilidad de la técnica haciéndola más eficiente.⁽²⁸⁾

- **Errores en el pegado de brackets**

Las fallas durante el pegado de los brackets mediante la técnica directa ocasionan serios problemas en la adhesión y estabilidad de estos sobre la superficie vestibular de los dientes cuando son sometidos a fuerzas externas.

La prevalencia de pérdida de soporte del bracket oscila entre 6 y 7,2 %, con un predominio a nivel de los premolares y molares. Las causas incluyen patrón de retención incompleta, morfología desfavorable del esmalte y/o bracket, base retentiva del bracket y contactos con los dientes antagonistas. ^(9,10,29,30)

Dentro de los factores que influyen en la integridad de la unión adhesiva entre el esmalte y el bracket tenemos diversos contaminantes, tales como la saliva, sangre y remanentes de gel del ácido:

- El contacto de la saliva con el esmalte grabado produce un taponamiento de las porosidades causadas por el ácido y una reducción de la energía superficial.
- El fluido sanguíneo como contaminante, comúnmente se da ante una exposición quirúrgica y ortodóntica de dientes impactados a los cuales se les adhiere botones o brackets. La presencia de sangre hace dificultoso la ubicación de los dispositivos en las piezas no erupcionadas; por ello, es considerado uno de los factores más perjudiciales en la fuerza de adhesión del bracket.
- Otro problema del pegado directo es la remoción del gel ácido, cuya permanencia en el esmalte luego del enjuague con agua podría obstruir la adhesión. ^(2,27,31)

Todos estos factores pueden provocar el despegado de los brackets, y como resultado desfavorable de este evento tenemos la formación de microgrietas, que de acuerdo al estudio de Dumbryte I. et al (2013), se dan a nivel del tercio cervical, el cual puede incrementarse si las fisuras están presentes antes de la instalación de la aparatología fija.⁽³²⁾ Sin embargo, hay investigaciones en donde se evidencia que se puede realizar el pegado de brackets sobre esmalte sin la eliminación completa de los restos de adhesivo y proporcionar suficiente fuerza de adhesión, siempre y cuando se siga las indicaciones del caso. Con esto se evita el doble grabado ácido y por consiguiente la aparición de grietas en la superficie dental. ⁽⁹⁾

En el estudio de Ryf S. et al (2012) se evidenció que ante el desprendimiento del dispositivo hay ruptura de esmalte de 0.02mm^3 del volumen del diente con una profundidad de $44.9\ \mu\text{m}$, lo que nos manifiesta el daño a nivel de la superficie labial de la pieza a tratar. ⁽³³⁾ Además, esto también dependerá del tiempo a que el esmalte está

expuesto al ácido grabador; por ejemplo, en casos de 15 segundos de acondicionamiento se produce un patrón regular de disminución de esmalte, en casos de 30 segundos se da un patrón irregular con pérdida moderada de esmalte; y casos con 60 segundos se produce un patrón irregular con mayor pérdida de esmalte.⁽⁸⁾

Por lo tanto, a mayor número de veces que se adhiere un bracket sobre la misma superficie del esmalte, menor es la fuerza de adhesión sin importar el tipo de reacondicionamiento o si se adhiere un bracket nuevo.

El esmalte dental parece ser un factor determinante en la fuerza de adhesión, ya que los cambios producidos por cada grabado ácido son irreversibles.^(34–36)

1.2.5 Fuerzas mecánicas en la adhesión de brackets

Las fuerzas externas pueden actuar sobre un cuerpo en distinta dirección y eso permite clasificar las tensiones, deformaciones y resistencias.

- ***Tracción***

Se da si dos fuerzas de igual dirección y sentido contrario tienden a aumentar la longitud del cuerpo (estirarlo, traccionarlo), se inducen tensiones y se producen deformaciones y se denominan resistencia traccional a la tracción.⁽¹⁵⁾

En la descementación, la fuerza se concentra periféricamente y los brackets se despegan aplicando niveles de carga muy bajos. La base de adhesión se separa del adhesivo, lo que da lugar a un fallo cohesivo y deja adhesivo sobre el diente. La fuerza de corte establecido, en dirección ocluso gingival sobre la interfase bracket-resina es a una velocidad de 1,5 mm/min, la cual es un promedio de lo reportado en la literatura. Algunos estudios han utilizado 2 mm/min mientras que otras han empleado 1 mm/mm.

La fuerza de tracción promedio para el desprendimiento de un bracket con acondicionamiento de ácido fosfórico es de 7.44 MPa. ⁽¹⁵⁾

- **Cizallamiento**

Es la deformación lateral que se produce por una fuerza externa. También llamado corte, cortadura. ⁽⁸⁾

Entonces la fuerza de cizallamiento sería aquella fuerza interna que desarrolla un cuerpo como respuesta a una fuerza cortante y que es tangencial a la superficie sobre la que actúa y puede ser calculada de la siguiente manera:

$$\frac{\text{Fuerza de desprendimiento (Newton)}}{\text{Área de la base del bracket (mm}^2\text{)}} = \text{Fuerza de adhesión al cizallamiento (MPa)}$$

En donde:

1 kg	=	9.81 Newton
1 MPa	=	1 Newton/mm ²
1 MPa	=	0.10197162129779 kg/mm ² ⁽⁸⁾

La fuerza de adhesión al cizallamiento promedio de un bracket es de 11.69 MPa, según estudios reportados por Rüger D. et al (2011). ⁽⁸⁾ Sin embargo, de acuerdo u otras investigaciones, se dice que la fuerza necesaria para el desprendimiento de un brackets de una pieza anterior es de 7.8 MPa mientras que para una pieza posterior es de 20 MPa. ⁽²⁵⁾

En este aspecto, hay estudios que han evaluado la relación entre el fotocurado y la fuerza de adhesión al cizallamiento, en donde reportaron que la luz halógena daba menores valores en comparación con luz LED y arco plasma, pero que no fueron significativas ^(37,38), también se debe considerar que todas las investigaciones se realizan en laboratorio, in vitro, lo que podría alterar los resultados obtenidos ya que no se estaría considerando factores ambientales propios de la cavidad oral. ⁽³⁹⁾

1.2.6 Hipoclorito de sodio

- **Concepto y propiedades**

Según la Asociación Americana de Endodoncistas ha descrito al hipoclorito de sodio como un líquido claro, pálido, verde-amarillento, extremadamente alcalino y con un fuerte olor clorado. ⁽¹⁷⁾ Este es un compuesto químico fuertemente oxidante por la presencia de Cloro en estado de oxidación +1 teniendo un pH >11; y cuya fórmula es NaOCl. Es utilizada como agente oxidante, blanqueador y desinfectante. ⁽⁴⁰⁾

Propiedades Físicas

- Densidad : 1110 kg/m³; 1.11 g/cm³
- Masa molecular : 74.44 g/mol
- Punto de fusión : 291 K (18° C)
- Punto de ebullición : 374 K (101°C)

Propiedades Químicas

- Acidez : <7pK_a
- Solubilidad en agua : 29.3 g/100ml (0°) ... ⁽⁴¹⁾

- **Historia del hipoclorito de sodio**

La historia del hipoclorito de sodio se remota a finales del siglo XVIII en una compañía de un pueblo llamado Javelle (París), que distribuyó el producto “Agua de Javelle”, el cual era una solución de hipoclorito de sodio y de potasio cuyo uso era el blanqueamiento del algodón.

La efectividad del cloro como agente blanqueador fomentó al estudio de dicha sustancia por reconocidos investigadores. De esta manera en 1820, Labareque hizo una solución clorada, que fue utilizada para la desinfección de heridas en una concentración de 2.5% en forma de hipoclorito de sodio.

Así, el uso del hipoclorito de sodio se convirtió cada vez más conocido, por ello, durante la primera guerra mundial, los químicos ingleses Henry Dakin y Alexis Carrel desarrollaron el método Dakin-Carrel para el tratamiento de heridas.

El Agua de Labaraque tenía un efecto antiséptico y cicatrizante lenta, esta última por la alta concentración de hidróxido de sodio. Se realizaba una irrigación intermitente con hipoclorito de sodio al 0.4-0.5% y ácido bórico al 4%, sobre la superficie de la piel para disminuir el pH. Esta mezcla fue llamada solución de Dakin, y a pesar de su alta popularidad en su época, era inestable y se deterioraba al cabo de unos días debido al ácido carbónico de la atmósfera.

Su inmersión en la odontología se dio en 1920, la solución de Dakin fue utilizada en tratamientos endodónticos por el dentista americano Crane proponiendo así una nueva técnica y reemplazando a otras sustancias que actuaban como agentes irrigantes, tales como el agua destilada.

Años más tarde, en 1936, el hipoclorito de sodio se introdujo en una concentración al 5% por Walker, y luego por Grossman y Maiden en 1941; convirtiéndose en el "irrigante de primera elección ampliamente aceptado en el mundo para este tipo de procedimientos por su bajo costo, alta accesibilidad, características bactericidas y virucidas, disolución proteica y una vida media aceptable."⁽¹⁷⁾

Sin embargo, no es hasta la década de los 80's que el uso del hipoclorito de sodio como agente desproteinizante se da a nivel de la dentina; iniciando una controversia, presente hasta la actualidad, debido a los diferencias en las técnicas aplicadas, concentraciones del químico, tipos de adhesivos involucrados y calidad del sustrato dentario, la cual aún no está clara si es efectiva su aplicación y adición al protocolo adhesivo a nivel del esmalte. ⁽¹⁷⁾

- **Mecanismo de acción**

El hipoclorito de sodio exhibe un balance dinámico como muestra la reacción:



Esta solución sirve como un solvente orgánico en donde se degradan ácidos grasos, transformándolos en sales de ácidos grasos (jabón) y glicerol (alcohol), a esta reacción se le llama Saponificación.

El hipoclorito de sodio neutraliza aminoácidos formando agua y sal (Reacción de neutralización). Con la salida de iones hidroxilo hay una reducción del Ph.

Cuando el ácido hipocloroso, una sustancia presente en la solución de NaOCl, entra en contacto con tejidos orgánicos actúa como solvente liberando cloro que, combinado con el grupo proteico amino, forma cloraminas (Reacción de Cloraminación) y estas interfieren en el metabolismo celular. El ácido hipocloroso e iones hipocloritos permiten la degradación de aminoácidos e hidrólisis.

El Cloro (oxidante fuerte) presenta acción antimicrobiana inhibiendo las enzimas bacterianas que conduce a una oxidación irreversible de grupos SH (grupo sulfhidrilo) de las enzimas bacterianas esenciales. ⁽⁴²⁾

- **Usos en odontología**

En un inicio, el hipoclorito de sodio fue empleado en el campo de la odontología en el área de la Endodoncia. Sin embargo, sus diferentes propiedades hicieron posible que dicha solución tenga auge en otras especialidades, tales como la adhesión. Entre algunos de los beneficios que encontramos del NaOCl tenemos:

- *Desbridamiento:* La irrigación continua con este químico permite expulsar los detritos generados por la preparación biomecánicas de los conductos radiculares y bacterias plantónicas.
- *Lubricación:* Existe una humectación de las paredes del conducto radicular favoreciendo la acción de los instrumentos endodónticos.
- *Antimicrobiano:* La interacción del ión cloro con las fibras colágenas dentinarias forman cloraminas, las cuales tienen un efecto bactericida/bacteriostático sobre todo microorganismo, incluyendo virus y bacterias que se forman por esporas, según la concentración y tiempo de exposición del hipoclorito de sodio y la cantidad de material orgánico del tejido expuesto.
- *Disolución de tejidos:* Es el disolvente más eficaz del tejido pulpar pudiendo ser disuelto entre 20 minutos a 2 horas dependiendo la concentración del hipoclorito de sodio. Su eficacia también dependerá de la integridad de los componentes orgánicos. La disolución es más rápida sobre tejidos necróticos que sobre tejidos sanos. Vale recalcar que esta propiedad tendrá como consecuencia un efecto de efervescencia justamente por la formación de gases en un medio acuoso.
- *Baja tensión superficial:* Permite penetrar a todas las concavidades del conducto radicular. Su capacidad depende de la concentración del hipoclorito de sodio. Al 1% puede penetrar 100 micras, 2.5% 220 micras y al 5.25%, 350 micras dentro de los canalículos dentinarios.
- *Desproteinizante:* Esta solución produce la fragmentación de las cadenas polipeptídicas de las fibras colágenas presentes en el tejido dentario principalmente de tipo 1 dejando intacto los cristales de hidroxapatita. Al mismo tiempo, a esos grupos terminales se une el cloro resultando en N-cloroaminas, que luego romperán en otros productos. El proceso de desproteización es relativamente lento

comparado con la desmineralización, proceso que ocurre con el acondicionamiento ácido.

- *Blanqueadora:* El hipoclorito de sodio es capaz de reducir pigmentaciones intrínsecas amarillas marrones a nivel del esmalte por mecanismos de oxidación/reducción, indicado principalmente sobre dientes permanentes jóvenes.
- *Acondicionante:* Debido a la presencia del ácido hipocloroso, producto de su reacción química, el hipoclorito de sodio acondiciona el tejido dentario de una forma muy leve pero suficiente como para elevar la energía superficial del sustrato expuesto y facilitar el empaquetamiento del material resinoso.
- *Remineralizante:* Existen cambios en la cristalinidad de la apatita, especialmente en la dentina, luego del tratamiento con hipoclorito de sodio. Estudios mediante difracción de iones con rayos x sugieren que un fenómeno de recristalización toma lugar luego de la aplicación de hipoclorito de sodio. Los cristales de apatita sufren de una sustitución de ciertos iones y que esta recristalización puede ser responsable de cambios en la tensión superficial del sustrato. La dentina obtenida con la aplicación de hipoclorito de sodio por lapsos mayores a 2 minutos es químicamente similar a la dentina inalterada y a la dentina pulida, permitiendo así, mayor flexibilidad a los agentes adhesivos para futuros sistemas adhesivos. ⁽¹⁷⁾

En el mercado, están disponibles soluciones de hipoclorito de sodio en varias concentraciones, principalmente al 0.5%, 2.5% y al 5% y su elección dependerá del tratamiento y fin del procedimiento. A parte de su uso en endodoncia, también es requerido en el tratamiento de caries y acondicionante de la adhesión.

En estos últimos campos, es decir en el tratamiento de las caries, existen soluciones que utilizan el hipoclorito de sodio en bajas concentraciones, justamente para preservar su actividad bactericida. El objetivo de estos productos es el de evitar el uso de la pieza de alta velocidad en el sustrato dentinario siendo una técnica conservadora. Vale hacer énfasis en que la acción de frotar aumenta la acción proteolítica del hipoclorito de sodio.

Ante un aumento en la temperatura del hipoclorito de sodio a 35.5 °C se incrementa también su propiedad bactericida y mejora de esta manera la capacidad de disolución del tejido orgánico sin afectar la estabilidad química de la solución por un periodo no mayor a 4 años. Sin embargo no se recomienda el recalentamiento ya que aumenta el tiempo de su degradación.

Respecto al tiempo de aplicación, se han reportado estudios con aplicaciones desde 15 segundos hasta 2 minutos con efectos tanto positivos como negativos en la fuerza adhesiva resinosa. Sin embargo, basta tan solo la aplicación de 15 segundos para se origine un efecto oxidante por la liberación de radicales libres, los cuales su concentración es directamente proporcional al tiempo de aplicación.

Aplicaciones menores a 15 segundos, el efecto oxidante puede ser inhibido presuntamente por un lapso de lavado durante 10 segundos, con una fuerza adhesiva inalterada de los sistemas adhesivos. Asimismo, ampliando el tiempo de lavado del hipoclorito más de 60 segundos cuando la aplicación del mismo supera los 15 segundos, previene la formación de cristales de sodio clorados que obstruyan los túbulos dentinarios pero no remueve todos los radicales libres. ⁽¹⁵⁾

- **Influencia del hipoclorito de sodio en la adhesión de brackets**

El tratamiento en la superficie dentaria, antes del *bonding*, afecta positivamente en la fuerza de adhesión entre el composite y esmalte especialmente con adhesivos de autograbado.

Conociendo la composición del esmalte, sabemos que este no cuenta con una matriz orgánica significativa y que la adhesión de los materiales odontológicos a este nivel es netamente micromecánica, determinada por los patrones de grabado que se forman luego del acondicionamiento con ácido ortofosfórico.

De acuerdo a la investigación realizada por Ramakrishna Y.; Bhoomika A.; Munshi AK. (2014), la fuerza de cizallamiento reportada con aplicación de ácido fosfórico al 37% seguida de hipoclorito de sodio al 5.25% es de 17.35 SD: 7.215 MPa. ⁽⁴³⁾

Estudios previos han demostrado que esta unión disminuye con el tiempo debido a la degradación de colágeno dentro de la capa híbrida y que residuos bacterianos podrían proliferar del barro dentinario debajo de las restauraciones.

La calidad de la adhesión es disminuida por la presencia de biofilm en la superficie del diente, razón por la cual es importante la profilaxis mecánica o química antes o después del grabado ácido con el objetivo de remover e incrementar la energía superficial del substrato.

Por ello, métodos coadyuvantes han surgido con el uso de métodos físicos abrasivos para eliminar sensibilidad post-operatoria por eliminación de bacterias y sus respectivas toxinas, métodos químicos como el arenado en la base del bracket ^(36,46) y soluciones que influyan positivamente en la adhesión. ⁽³⁰⁾

Entre estas soluciones tenemos piedra pómez, gel de papaína, clorhexidina ⁽⁴⁵⁾, *Morinda citrifolia*, *Triphala*, peróxido de hidrógeno,

hipoclorito de sodio (NaOCl)^(42,43), EDTA⁽⁴⁵⁾, “Boosters”⁽⁴⁷⁾ entre otras; e incluso combinaciones de dichas sustancias.

El NaOCl es ampliamente usado como removedor químico-mecánico de caries y de adhesión en dentina, por sus propiedades disolventes de tejido. Su facilidad en la remoción del barro dentinario mejoraría las condiciones del bonding haciendo de la *smear layer* una capa más fuerte y homogénea y de esta manera incrementar la fuerza de adhesión a los brackets. ^(45,48)

Se ha revelado que el ácido fosfórico en el protocolo adhesivo convencional tiene la capacidad de grabar menos del 50% de la superficie tratada y que el pretratamiento con hipoclorito de sodio en una concentración del 5.25% durante 60 segundos sobre esmalte, duplica dicho acondicionamiento a casi un 94%, obteniéndose mayor cantidad de patrones de grabado tipo 1 y 2; y un menor número de patrones tipo 3 mejorando significativamente el sustrato.

Además se ha demostrado la efectividad de la solución en mención antes de la utilización del ácido fosfórico, y vale recalcar que no se han descrito la necesidad de utilizar el hipoclorito de sodio después del acondicionamiento ácido en esmalte debido a que, como se verá en dentina, la intención de este protocolo es la de eliminar la matriz de colágeno expuesta después de grabado, matriz que el tejido adamantino es escasa e insignificante y no juega un papel fundamental en la adhesión sobre dicho sustrato. Más aun su propiedad remineralizante podría tener un efecto negativo sobre el mismo. Sin embargo, aún faltan investigaciones sobre su efecto después del acondicionamiento ácido. ^(15,43)

1.3 Investigaciones

ESPINOSA R. y cols (2010), realizaron un estudio in vitro en México de tipo transversal con el objetivo de identificar las características topográficas del esmalte desproteinizado con NaOCl antes del grabado con H₃PO₄, de esta manera tomaron 10 primeras y segundas molares mandibulares permanentes humanas, las cuales habían sido extraídas por enfermedad periodontal sin presencia de lesiones cariosas o fracturas de pacientes con una edad promedio de 44 a 60 años; para la investigación los dientes fueron seccionados (corona) en 4 partes obteniéndose 40 fragmentos los cuales fueron divididos en 3 grupos: Grupo 1, el esmalte fue grabado con 37% de H₃PO₄; Grupo AH1, se aplicó NaOCl al 5.25% por 30 segundos, y luego el grabado ácido; Grupo AH2, se usó NaOCl al 5.25% por 60 segundos seguido del grabado; después de dicho procedimiento se realizó microfotografías para su evaluación, y se obtuvo como resultado que el NaOCl mejoró las características del esmalte para la adhesión, siendo la aplicación de 30 segundos más eficiente en comparación con la de 60 segundos. (p<0.05) ⁽¹⁾

GANDHI S.; CRAWFORD P.; SHELLIS P. (2012), realizaron una investigación en la Universidad de Bristol (Reino Unido) de corte transversal in vitro con la finalidad de comprobar si la desproteinización como pre-tratamiento en una molar con hipomineralización del esmalte afecta la filtración de sellantes de resinas; en dicho estudio tuvieron como muestra 31 molares permanentes escogidas de manera aleatoria y sumergidas en soluciones de etanol al 70% luego de haber sido extraídas; para la ejecución de la misma tomaron 3 grupos: Grupo control, en donde se aplicó ácido fosfórico al 35% sobre las superficies oclusales y luego el sellante; Grupo 1, se aplicó 5% de hipoclorito de sodio con ayuda de un Microbrush (10% de NaOCl combinado con agua ionizada en proporción de 1:1) seguido del grabado ácido y sellante como el grupo control; Grupo 2, se usó 5% de hipoclorito de sodio y luego el sellante; como resultados mediante un escaneo microscópico electrónico se obtuvo que no hubo diferencias significativas entre la inhibición de la filtración del sellante con los 3 protocolos de pre-tratamiento. (p<0.001). ⁽¹²⁾

THOMAS A. y cols (2012), hicieron una investigación in vitro en el Departamento de Odontología Conservativa y Endodoncia de Rajas Dental College en el Sur de India; con el objetivo de evaluar el efecto de 4 diferentes irrigantes: Hipoclorito de sodio, Morinda citrifolia, Triphala y clorhexidina en la fuerza de adhesión al cizallamiento de un sellante de autograbado, en el cual utilizaron 120 molares maxilares y mandibulares humanas, los cuales habían sido recién extraídos e inmediatamente a este proceso fueron almacenados en 0.9% en cloruro de sodio a temperatura ambiente; para la ejecución del estudio las piezas dentales fueron seccionadas y embebidas en resina acrílica de autocurado, luego fueron irrigados durante 15 segundos con agua y divididas en dos grupos: con y sin EDTA al 17%, a su vez cada grupo fue dividido en 4 subgrupos los cuales fueron sumergidos en las diferentes soluciones irrigantes antes mencionadas durante 10 minutos; finalmente se obtuvo como resultados que la fuerza de adhesión al cizallamiento tuvieron fue mayor en el grupo con EDTA, dentro de los cuales los subgrupos de NaOCl y clorhexidina tuvieron los mayores y menores valores respectivamente. ($p < 0.05$)⁽⁴⁹⁾

JUNQUEIRA T. y cols (2013), realizaron un estudio en la Universidad Católica de Mina Gerais, Brasil; de tipo transversal in vitro con el fin de evaluar el efecto de la desproteinización del esmalte en el pegado del bracket con resina convencional, para ello se tomó de muestra a 100 premolares de personas en donde como criterio de inclusión consideraron piezas dentales sin caries, sin fracturas y extraídas por indicación ortodóntica, este grupo fué dividido en 5 grupos: Grupo 1 control, grabado con ácido fosfórico al 35%, Grupo 2, grabado con ácido poliacrílico al 10%, Grupo 3 con el uso de NaOCl al 5.25% y luego grabado con ácido poliacrílico, Grupo 4 el esmalte fue grabado con ácido poliacrílico, Grupo 5 se usó primero NaOCl y luego ácido poliacrílico con resina modificada de ionómero de vidrio, el procedimiento se realizó en los laboratorios del Centro de Fundación de Mina Gerais obteniéndose como resultados que el uso de NaOCl incrementó la fuerza de adhesión de brackets. ($p < 0.05$)⁽⁵⁰⁾

SHARMA P. y cols (2013), realizaron una investigación en el Departamento de Ortodoncia y Ortopedia Dentofacial de Manubhai Patel Dental Collegue, India; de corte transversal in vitro cuyo objetivo fue evaluar el efecto del arenado (de la base del bracket y del esmalte) y del hipoclorito de sodio en el rango de la adhesión de Fuji Ortho LC y su composición con resina convencional por un periodo de tiempo de 1 año, para ello tomaron de muestra a 25 pacientes con edad promedio de 22.16 años, de los cuales 400 dientes fueron seleccionados sin presencia de caries o fracturas; para la ejecución del estudio se dividió en 4 grupos: Grupo 1 brackets normales con Fuji Ortho LC, Grupo 2 con arenado de la base del bracket y esmalte y empleo de Fuji Ortho LC, Grupo 3 hubo desprotección de esmalte con NaOCl y se usó Fuji Ortho LC, Grupo 4 se utilizó ácido fosfórico y Transbond; luego de la realización del procedimiento se realizó la exodoncia de dos dientes de pacientes diferentes, los cuales fueron examinados mediante microscopio electrónico; este trabajo concluyó que el arenado en el bracket y el esmalte reducen significativamente las fallas en la adhesión, así como el acondicionamiento con NaOCl produjo una superficie de esmalte más áspera, y las menores valores de adhesión los tuvieron el grupo 4. ($p \leq 0.01$) ⁽²⁹⁾

SIGÜENCIA V.; GARCÍA A.; BRAVO E. (2014), realizaron un estudio en la Universidad Estatal de Cuenca, Venezuela; de tipo transversal in vitro con el objetivo de determinar la resistencia a la tracción de tres materiales de cementación para ortodoncia, en donde incluyeron 60 premolares humanas, tanto superiores como inferiores, las cuales habían sido extraídas con motivos ortodónticos en un lapso de tiempo de no más de 80 días y almacenadas en agua destilada a fin de mantener la humedad de los mismos; para la ejecución de la investigación se realizó la limpieza de todas las piezas dentales con piedra pómez más aplicación de hipoclorito de sodio al 0.5%, luego de ello se hizo el grabado del esmalte con ácido fosfórico al 37% y adhesión de resinas GreenGlo, Transbond y Heliosit en grupos de 20 dientes respectivamente realizándose la evaluación de la resistencia a la tracción mediante un tensómetro universal de fuerza, teniendo como resultados que con la primera

resina utilizada se obtuvo mayores valores de resistencia al despegado de brackets ante una fuerza aplicada. ($p < 0.05$) ⁽¹⁵⁾

RAMAKRISHNA Y.; BHOOMIKA A.; MUNSHI A. (2014), realizaron un estudio en India la cual fue in vitro y de corte transversal con el fin de evaluar el efecto del NaOCl al 5.25% en la desproteinización del esmalte y fuerza de cizallamiento después de la aplicación del ácido fosfórico, de esta manera tomaron de muestra a 30 molares permanentes humanas, las cuales habían sido extraídas por razones periodontales, se las preparó lavándolas con agua y limpiadas con fluoruros sin piedra pómez, las coronas carecían de fracturas, caries o malformaciones; después todas estas piezas fueron almacenadas en agua destilada con timol, la cual era cambiada cada semana durante 4 meses, al momento del procedimiento fueron expuestas al NaOCl para luego ser fraccionadas y evaluadas mediante un escáner microscópico mientras que la fuerza de cizallamiento fue medida con un máquina mecánica en el Departamento de Odontopediatría y Odontología Preventiva del Dental College de Mathura; en donde concluyen que no hay mejora en la desproteinización del esmalte luego del grabado ácido y aplicación de NaOCl al 5.25%. ($p < 0.05$) ⁽⁴³⁾

HASSAN A.; GODA A.; BAROUDI K. (2014), hicieron su investigación en la Universidad de Al-Azhar, Egipto; in vitro de corte transversal con el objetivo de evaluar el efecto de agentes desinfectantes en la fuerza de adhesión al cizallamiento entre la dentina y 2 tipos de resinas compuestas así como su patrón de falla, para ello tuvieron de muestra 80 molares que fueron extraídas por periodontitis y estas carecían de daño o deterioro, amelogénesis o hipoplasia del esmalte, una vez obtenida la muestra estos fueron almacenados en agua destilada a 4°C, luego colocados en una barra de acrílico de autocurado rápido y separados en 4 grupos: Grupo 1 control, Grupo 2 con clorhexidina, Grupo 3 con hipoclorito de sodio al 4%, Grupo 4 con EDTA al 19%, obteniendo como resultado que el tratamiento de la superficie del diente antes del grabado ácido afecta significativamente en la fuerza de adhesión además de que los grupos de EDTA tuvieron los mayores valores seguidos de los grupos con NaOCl y clorhexidina. ($p < 0.05$) ⁽⁴⁵⁾

RIVERA-PRADO H. y cols (2015), realizaron un estudio en México de tipo comparativo y transversal in vitro con el fin de comparar la eficiencia en la adhesión de los brackets con el empleo de dos métodos de pre-tratamientos de la superficie del esmalte, el hipoclorito de sodio vs. Peróxido de hidrógeno, en donde se evaluaron 75 premolares extraídas con motivos ortodónticos y que fueron almacenadas en agua bidestilada a 36°C, todas las muestras fueron divididas en tres grupos de 25 dientes cada uno, siendo el grupo control el de ácido fosfórico solamente, el Grupo 2 con H₃PO₄ más NaOCl y Grupo 3 H₃PO₄ con peróxido de hidrógeno; obteniendo como resultado que el uso de NaOCl mejora la adhesión de los brackets al esmalte. (p=0.00001) ⁽⁵¹⁾

1.4 Marco Conceptual

- **Adhesivos**

Las sustancias que causan la adherencia de dos superficies. Dichas sustancias son utilizadas para unir resinas compuestas al esmalte dental y a la dentina.

- **Adhesión**

Unión de dos cuerpos. Este proceso normalmente incluye la aplicación de un material adhesivo (CEMENTOS DENTALES) y dejarlo endurecer en su lugar mediante curado ligero o químico.

- **Bonding**

Adhesión directa de brackets a los dientes. Un procedimiento de adhesión para accesorios ortodónticos, tales como coronas dentales plásticas.

- **Bracket**

Soporte que aloja el arco de alambre. Existen varios tipos y tamaños. En algunos modelos incorporan variantes de efectos y acción. Actualmente se adhieren directamente sobre los dientes.

- **Cizallamiento**

Es el corte o deformación lateral que se produce por una fuerza externa.

- **Composite**

Producto final compuesto de varias sustancias. Resinas sintéticas, que contienen un relleno inerte, que son ampliamente utilizados en odontología.

- **Despegado dental**

Técnicas utilizadas para la eliminación de los aparatos de ortodoncia, restauraciones adheridas, o dentaduras fijas de dientes.

- **Desprotección**

Acción en donde se eliminan las proteínas de un cuerpo. Viene a ser una herramienta indispensable para el clínico, donde por medio de esta técnica podemos alcanzar un grabado ácido del esmalte, superior a las técnicas convencionales.

- **Esmalte dental**

Una capa translúcida fina y dura de sustancia calcificada que envuelve y protege la dentina de la corona del diente. Es la sustancia más dura del cuerpo y es casi enteramente compuesto de sales de calcio. Bajo el microscopio, se compone de barras finas (prismas de esmalte) se mantienen unidos por cementación sustancia, y rodeado por una vaina de esmalte.

- **Fuerza de Tracción**

La tensión máxima de un material sometido a una carga de estiramiento puede soportar sin romperse.

- **Grabado ácido**

Preparación de las superficies y materiales dentales con agentes de grabado, el ácido fosfórico por lo general, para aumentar la adhesión o la osteointegración.

- **Hidroxiapatita**

Un grupo de compuestos con la fórmula general $M_{10}(PO_4)_6(OH)_2$, donde M es bario, estroncio o calcio. Los compuestos son el mineral principal en los depósitos de fosforita, tejido biológico, huesos humanos y dientes. También se utilizan como un agente antiapelmazante y catalizadores de polímero.

- **Hipoclorito de sodio**

Se utiliza como un agente oxidante y de blanqueo y como desinfectante.

- **Hipoplasia del esmalte**

Una condición adquirida o hereditaria debido a la deficiencia en la formación del esmalte dental (amelogénesis). Por lo general se caracteriza por una capa defectuosa, delgada, o malformada del esmalte dental. Factores de riesgo de hipoplasia del esmalte incluyen mutaciones genéticas, deficiencias nutricionales, enfermedades y factores ambientales.⁽⁵²⁾

- **Mesodermo**

Capa germinal media de un embrión derivado de tres agregados mesenquimales a lo largo del tubo neural.

- **Resistencia**

Acción de oponerse a una fuerza.

- **Resistencia al cizallamiento**

Es la resistencia interna de un material al desplazamiento de alguna de sus partes, los cuales son paralelos a un plano fijo; en contraste con el estiramiento (TENSILIDAD) o la compresión (RESISTENCIA COMPRESIVA). Los cristales iónicos son frágiles porque, cuando se someten a cizallamiento, los iones de la misma carga se llevan uno junto al otro, lo que provoca la repulsión.⁽⁵³⁾

CAPÍTULO II: EL PROBLEMA, OBJETIVOS, HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1 Planteamiento del Problema

2.1.1 Descripción de la Realidad Problemática

El pegado de brackets es el punto de inicio en el tratamiento ortodóntico. Este procedimiento puede darse de manera directa o indirecta utilizando diferentes sistemas de adhesión presentes en nuestro mercado.

Sin embargo, la interfase generada entre el composite y el esmalte dentario puede verse alterada debido a múltiples factores de tipo mecánico, físico y/o químico, por la presencia de un biofilm producido por la contaminación mencionada.

Turk T. y cols (2007)⁽³¹⁾ reportaron en su estudio realizado en la Universidad de Ondokuz Mayıs, Turquía; a la saliva como el agente contaminante más frecuente, en donde los poros adamantinos eran bloqueados y el ingreso del acondicionador era disminuido.

En la práctica clínica se reportan muchos incidentes de desprendimiento de los brackets, lo cual representa un atraso en el plan de tratamiento, así como el aumento del número de citas al consultorio y sobre todo discomfort por parte del paciente y operador.

Es por ello que, a lo largo de los últimos años se vienen realizando diferentes tipos de investigaciones a nivel mundial para mejorar la calidad adhesiva de los brackets sobre la superficie adamantina; tales como estudios sobre el tipo de bracket, tipo de resina, agentes o soluciones coadyuvantes durante el acondicionamiento, entre otras.

El hipoclorito de sodio es una de las sustancias que últimamente está siendo investigada en aumento.

En Latinoamérica, Garaicoa C. (2010)⁽¹⁷⁾ evaluó la valoración del hipoclorito de sodio al 5.25% en la adhesión (Ecuador); Guevara D. (2014)⁽⁴¹⁾ realizó un estudio in vitro sobre las diferentes concentraciones de hipoclorito de sodio como irrigante endodóntico (Colombia); Rivera-Prado H. y cols (2015)⁽⁵¹⁾ evaluaron la eficiencia de adhesión mediante pre-tratamientos con hipoclorito de sodio vs peróxido de hidrógeno (México).

En el Perú, también se han realizado estudios para mejorar la adhesión como es el caso de Luque H. y cols (2008)⁽³⁴⁾ en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos quienes evaluaron brackets reacondicionados mediante el arenado y flameado. Sin embargo, aún son insuficientes los estudios en nuestro país, debido a la falta de apoyo en las investigaciones, falta de difusión y motivación al investigador, así como la falta de equipos tecnológicos para la realización de sus proyectos.

Por lo tanto, a consecuencia de este problema, se necesita hacer más estudios enfocados en la adhesión y mediante qué mecanismos podemos hacer que esta se vuelva más eficiente, sin alterar la integridad del tejido dental.

De esta manera, este estudio propone la investigación del hipoclorito de sodio al 5% como un agente de ayuda al ortodoncista durante el pegado de bracket, en caso contrario, seguiríamos con las mismas dificultades provocando así el daño de la superficie adamantina por las reiteradas veces que se tendría que adherir un dispositivo.

2.1.2 Antecedentes Teóricos

ESPINOSA R. y cols (2010), realizaron un estudio in vitro de tipo transversal, "Enamel deproteinization and its effect on acid etching; An in vitro study" ⁽¹⁾, concluyéndose que el grabado convencional del esmalte con H3PO4 tiene

importantes limitaciones y abarca menos del 50 % de la superficie del esmalte total. Además la desproteinización del esmalte con ácido fosfórico antes del grabado duplica la superficie de retención de esmalte de 94,47 %.

En cuanto a las características topográficas de la superficie del esmalte grabado aumentan significativamente el tipo de patrón de grabado 1-2 cuando la desproteinización con NaOCl al 5,25 % durante 1 minuto se utiliza antes del grabado con ácido fosfórico. ⁽¹⁾

GANDHI S.; CRAWFORD P.; SHELLIS P. (2012), realizaron un estudio de corte transversal in vitro, "The use of a *bleach-etch-seal* deproteinization technique on MIH affected enamel" ⁽¹²⁾, concluyendo que la formación del Tag fue deficiente a lo largo de los tres grupos evaluados. Hubo una alta probabilidad de obtener un ' pobre ' tag sellador, independientemente de que intervención se utilizó, en el 47% , 49 % y 40 % del grupo de control, Grupo Tratamiento 1 y Tratamiento Grupo 2 , respectivamente.

La alta probabilidad de obtener un sellado "pobre" en este estudio puede ayudar a explicar por qué el tratamiento resinoso de MIH del esmalte en el pasado le ha ido tan mal. Estos hallazgos pueden ayudar a proporcionar una visión de por qué los dientes MIH son once veces más probables de someterse a tratamientos de restauración en por lo menos de primera molar permanente y están tres veces más en riesgo en sus 'empastes y selladores' necesitando recambio en comparación con los niños del Grupo control. También ayuda a confirmar los resultados de William y col quien concluyó de su propio estudio que " la limitada vinculación (de la resina) al esmalte hipomineralizada se atribuía a la formación inadecuada del microtag".

Este es uno de los primeros estudios que han tratado de investigar esta nueva técnica para el tratamiento MIH de esmalte afectado. Hasta ahora, se ha demostrado que no hay ninguna ventaja en el uso de la técnica de "bleach - etch -seal" en MIH esmalte. ⁽¹²⁾

THOMAS A. y cols (2012), hicieron una investigación in vitro, “The effect of four endodontic irrigants on the shear bond strength of a self etch resin based sealer to dentin- an in vitro study” ⁽⁴⁹⁾, teniendo como conclusiones que:

Dentro de las limitaciones del estudio se puede concluir que Triphala y Morinda citrifolia podrían utilizarse como irrigantes alternativos a base de hierbas durante la limpieza y conformación de los conductos radiculares. Se ve que son tan efectivos pero son menos tóxicos y más biocompatibles que los irrigantes utilizados tradicionalmente. ⁽⁴⁹⁾

JUNQUEIRA T. y cols (2012), realizaron un estudio de tipo transversal, “Effects of enamel deproteinization on bracket bonding with conventional and resin-modified glass ionomer cements” ⁽⁵⁰⁾, y concluyeron que la desproteización del esmalte con NaOCl aumento la fuerza de adhesión de brackets metalicos unido con cementos convencionales y CIV-RM. Sin embargo, no había diferencias estadísticamente significativas entre los grupos tratados o no tratados con NaOCl.

También cuando se desproteiniza el esmalte, una mayor cantidad de cemento permaneció en la superficie del esmalte, el cual muestra un comportamiento similar a la de la resina compuesta. ⁽⁵⁰⁾

SHARMA P. y cols (2013), realizaron una investigación de corte transversal in vitro, “A comparative evaluation of the retention of metallic brackets bonded with resin-modified glass ionomer cement under different enamel preparations: A pilot study”, ⁽²⁹⁾ en donde concluyeron que la tasa de fracaso de la adhesión del cemento de ionómero de vidrio con resina modificada en esmalte no-preparado y desproteinado fue significativamente más alta que la de Transbond XT. Asimismo, el arenado de la base del soporte más el arenado el esmalte pueden reducir a inmediatamente y a largo plazo la tasa de fracasos del bonding del CIV-RM. ⁽²⁹⁾

SIGÜENCIA V.; GARCÍA A.; BRAVO E. (2014), realizaron un estudio de tipo transversal in vitro, "Estudio in vitro de la resistencia a la tracción de tres tipos de resinas fotopolimerizables para ortodoncia, en brackets metálicos a esmalte dental humano" ⁽¹⁵⁾, concluyendo que la resistencia a la tracción de los brackets fue obtenida en los tres materiales utilizados y luego del análisis de datos, no se obtuvieron resultados estadísticamente significativos. La resina de fotopolimerización para adhesión de brackets con mayor resistencia a la tracción fue la resina Gren Gloo.

El Transbond XT fue la resina con el segundo mejor valor de resistencia a la tracción, con los valores más constantes, al parecer soporta mejor la resistencia al descementado. Mientras que la menor resistencia a la tracción fue obtenida con la resina Heliosit.

Al no haber una diferencia significativa entre estos materiales, se puede atribuir la falla o la variación de resultados a otros factores como: El operador, las muestras, las condiciones de almacenaje, medios de tracción, contaminación u otro factor distinto del material utilizado. ⁽¹⁵⁾

RAMAKRISHNA Y.; BHOOMIKA A.; MUNSHI A. (2014), realizaron un estudio in vitro de corte transversal "Enamel Deproteinization after acid etching-Is it worth the effort?" ⁽⁴³⁾, en donde concluyen que la desproteínización del esmalte después del grabado con H₃PO₄ 37% resultó en 40,68 % de los patrones de grabado tipo I -II sobre la superficie del esmalte. No hubo efecto de mejora de desproteínización adamantinarre después del grabado ácido en la resistencia al cizallamiento de resina adhesiva y complejo de resina compuesta a la superficie del esmalte tratado. Según los resultados de este estudio, se puede concluir que el uso de ácido fosfórico al 37 % durante 15 segundos sigue siendo el mejor método para el tratamiento previo del esmalte. ⁽⁴³⁾

HASSAN A.; GODA A.; BAROUDI K. (2014), hicieron su investigación in vitro de corte transversal, "The Effect of Different Disinfecting Agents on Bond Strength of Resin Composites" ⁽⁴⁵⁾, concluyendo que el tratamiento de la

superficie de la dentina antes de la unión afecta positivamente a la resistencia al cizallamiento entre resina compuesta y la dentina especialmente con adhesivo de autograbado. El tipo de compuesto de resina utilizado afecta a los valores recordados de resistencia al cizallamiento. ⁽⁴⁵⁾

RIVERA-PRADO H. y cols (2015), realizaron un estudio comparativo de tipo transversal in vitro, "Efficiency in bracket bonding with the use of pretreatment methods to tooth enamel before acid etching: sodium hypochlorite vs. hydrogen peroxide techniques" ⁽⁵¹⁾, concluyendo que el hipoclorito de sodio al 5,25 % como un agente de pretratamiento para el esmalte aumenta significativamente la fuerza de unión de soportes y cualquier tipo de las resinas en la superficie del esmalte. Por lo tanto, se recomienda este método para mejores resultados químicos. Se necesitan más estudios para evaluar el uso de peróxido de hidrógeno con precisión antes de que se utiliza como un método alternativo de pretratamiento. ⁽⁵¹⁾

2.1.3 Definición del Problema

- **Problema General**

¿Cuál es el efecto de la desproteización adamantina con hipoclorito de sodio al 5% en la calidad de la adhesión de los brackets ortodónticos evaluados mediante un sistema de fuerza de cizallamiento?

- **Problemas Específicos**

1. ¿Cuál es el efecto de la desproteización adamantina con hipoclorito de sodio al 5% y el ácido fosfórico al 37% en la magnitud de resistencia adhesiva de brackets ortodónticos evaluados mediante un sistema de fuerza de cizallamiento?

2. ¿Cuál es el efecto de la desproteización adamantina con hipoclorito de sodio al 5%, y ácido fosfórico 37% e hipoclorito de sodio al 5% en

3. la magnitud de resistencia adhesiva de brackets ortodónticos evaluados mediante un sistema de fuerza de cizallamiento?

2.2 Finalidad y Objetivos de la Investigación

2.2.1 Finalidad

El desprendimiento de los brackets durante el tratamiento de ortodoncia es un evento común y representa uno de los mayores problemas de los ortodoncistas ya que genera mayor número de citas así como la prolongación del tratamiento.

El éxito de la estabilidad del bracket en el diente dependerá de varios factores, uno de ellos es el pre- tratamiento que se le da a la superficie adamantina, es por ello que, la presente investigación tiene por finalidad determinar el efecto del hipoclorito de sodio en la adhesión. De esta manera, se evaluará los mecanismos necesarios para mejorar la interfase entre esmalte y resina, así como la fuerza necesaria para desprender los brackets.

Con este estudio se ampliaría el campo de investigación de otras sustancias que podrían utilizarse previas sobre la superficie labial de la pieza dentaria, favoreciendo así al operador ya que disminuiría el tiempo de tratamiento; y al paciente evitando el estrés ocasionado en el aumento de citas al consultorio

2.2.2 Objetivo General y Específicos

- **Objetivo General**

Determinar el efecto de la desproteinización adamantina con hipoclorito de sodio al 5% en la calidad de la adhesión de los brackets ortodónticos evaluados mediante un sistema de fuerza de cizallamiento.

- **Objetivos Específicos**

1. Comparar el efecto de la desproteinización adamantina con hipoclorito de sodio al 5% y el ácido fosfórico al 37% en la magnitud de

resistencia adhesiva de brackets ortodónticos evaluados mediante un sistema de fuerza de cizallamiento.

2. Determinar el efecto de la desprotección adamantina con hipoclorito de sodio al 5%, y ácido fosfórico 37% e hipoclorito de sodio al 5% en la magnitud de resistencia adhesiva de brackets ortodónticos evaluados mediante un sistema de fuerza de cizallamiento.

2.2.3 Delimitación del Estudio

El modelo de la investigación fue no biológico experimental mediante el análisis de resistencia al cizallamiento de los brackets, lo cual permitió evaluar el efecto del uso del hipoclorito de sodio al 5% en la adhesión y resistencia al desprendimiento de dichos dispositivos.

El estudio nos sirve para determinar la eficiencia del hipoclorito de sodio al 5% solo y con sustancias adicionales sobre el esmalte dentario.

2.2.4 Justificación e Importancia del Estudio

El fracaso en la adhesión y pegado de brackets en ortodoncia aún sigue siendo uno de los problemas en la práctica clínica del especialista.

Además de generar el discomfort en el paciente, aumento en el número de citas, prologación del tratamiento; genera lesiones a nivel del esmalte dentario, tales como una desmineralización desmesurada por los constantes repegados de los brackets y microfracturas ocasionadas por el desprendimiento de estos.

Por esta razón, se han reportado diferentes estudios referentes al tema asociados al mejoramiento de la interfase resina-esmalte con sustancias o mecanismos que podrían provocar esto; tales como el uso de clorhexidina, hipoclorito de sodio, Morinda citrifolia, Triphala, etc; aumento en la concentración de ácido fosfórico; arenado de brackets, uso de luz Led para el fotocurado, sistemas adhesivos mejorados, entre otros.

Partiendo de esta premisa, en esta investigación se estudió al hipoclorito de sodio como un agente desproteinizante a nivel de la adhesión. Esta sustancia ha sido examinada en otras áreas de la Odontología pero aún falta mayor investigación en Ortodoncia.

La desproteización originada por el hipoclorito de sodio al 5% antes o después del tratamiento con ácido fosfórico al 37% aumenta la superficie retentiva en un 45% de acuerdo a Espinosa R. y cols (2008)⁽⁵⁴⁾. Si bien es cierto, que el área orgánica del esmalte es poca (tan solo 4%), el uso de la sustancia en mención mejora los niveles de adhesión, motivo por el cual se decidió a hacer este estudio.

Aun así hay cierta controversia con respecto a la aplicación del hipoclorito de sodio al 5%, debido a que algunos investigadores no encuentran cambios significativos en su aplicación; pero actualmente y mediante el presente estudio se sugiere usarla para disminuir desprendimientos ante la presencia de una fuerza intensa. Por eso, con la presente investigación se beneficiarían no solo el ortodoncista sino también el paciente, y de esta manera plantear un nuevo protocolo en el pegado directo de brackets con el objetivo de hacer de la adhesión un procedimiento más eficiente.

2.3 Hipótesis y Variables

2.3.1 Supuestos Teóricos

El hipoclorito de sodio es una sustancia usada con fines antisépticos, pero desde hace algunos años se la ha relacionado con la adhesión y su efectividad en ella.

Áreas como Endodoncia han tomado a dicha sustancia como un elemento básico en su protocolo de desinfección del tratamiento de conductos.

Por ello, el presente estudio pretende extrapolar el uso de este material al área de la Ortodoncia. De esta manera, la influencia del hipoclorito de sodio al 5% sobre la superficie adamantina mejoraría la magnitud de resistencia adhesiva del bracket al diente, ya que hasta hoy en día el desprendimiento de estos sigue siendo uno de los problemas más frecuentes en la práctica clínica.

2.3.2 Hipótesis Principal y Específicas

- **Hipótesis Principal**

La desproteización adamantina con hipoclorito de sodio al 5% mejora la calidad de la adhesión de los brackets ortodónticos evaluados mediante un sistema de fuerza de cizallamiento.

- **Hipótesis Específicas**

1. La desproteización adamantina con ácido fosfórico al 37% (Grupo 1) es igual que con hipoclorito de sodio al 5% (Grupo 2) en la magnitud de resistencia adhesiva de brackets ortodónticos evaluados mediante un sistema de fuerza de cizallamiento.
2. La desproteización adamantina con ácido fosfórico al 37% e hipoclorito de sodio al 5% (Grupo 3) es superior al del Grupo 2 en la magnitud de resistencia adhesiva de brackets ortodónticos evaluados mediante un sistema de fuerza de cizallamiento.

2.3.3 Variables e Indicadores

En la presente investigación participan las siguientes variables con sus respectivos indicadores:

- **Variable Independiente**

Desproteización adamantina con hipoclorito de sodio al 5%.

Indicador

Tratamiento aplicado al esmalte dental.

- **Variable Dependiente**

Calidad de la adhesión de los brackets ortodónticos.

Indicador

Magnitud de la fuerza de cizallamiento en la que se desprende el bracket (megapascales).

La evaluación de las variables se llevó a cabo mediante la definición operacional de las variables, en la cual se establece la descomposición de las variables en sus dimensiones, indicadores y escalas de medición.

CAPÍTULO III: MÉTODO, TÉCNICA E INSTRUMENTO

3.1 Población y Muestra

3.1.1 Población

La población de estudio estuvo constituida por todos los premolares recolectados de clínica dental *Smiledent* ubicado en el Distrito de Ventanilla, Provincia Constitucional del Callao, Región Lima; cuya cantidad fue de 63 piezas, conformando así una población finita.

3.1.2 Muestra

La investigación planificada fue llevada a cabo en una muestra representativa de la población de estudio, en un tamaño muestral mínimo. Para la determinación del tamaño muestral se hizo uso del cálculo mediante el software G*Power V.3.1.9.2, con el cual se analizó la cantidad mínima necesaria (11 dientes) siguiendo una comparación de medias mediante la prueba ANOVA de una vía con factores fijos dentro de una distribución F.

Para la ejecución del cálculo se establecen los siguientes datos:

- Nivel de Significancia (α): 0.05
- Potencia ($1-\beta$): 0.80
- Número de Grupos: 3

De manera adicional fue necesario consignar datos obtenidos de los antecedentes o del estudio piloto.

- Media de cada Grupo.
- Tamaño Muestral de cada Grupo.

Se requirió adicionalmente calcular la desviación estándar común, haciendo uso de los datos de antecedentes o del piloto. Los datos obtenidos del estudio piloto, que se muestran a continuación:

Tabla N° 01
Media y Desviación Estándar de estudio piloto

Grupo	n	Media	Desviación Estándar
Ácido Fosfórico al 37%	5	6.8	6.4
Hipoclorito de Sodio al 5%	6	3.3	2.1
Ácido fosfórico al 37% combinado con Hipoclorito de Sodio al 5%	6	9	3.5

En la tabla N°01 se observa que con estos valores, se encontró que la desviación estándar común es: 4.20153033344485.

Todos los datos se ingresaron al programa tal como se muestra a continuación:

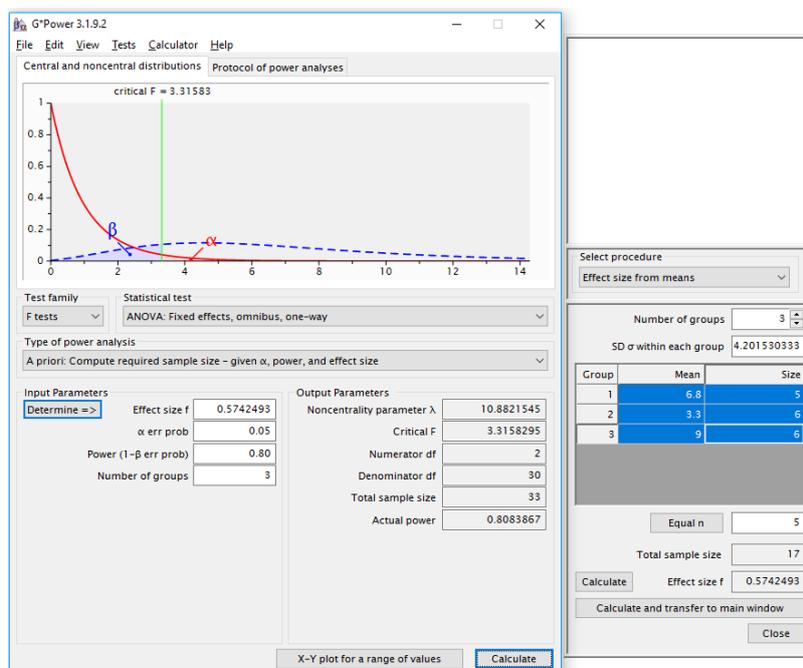


Gráfico N° 01
Tamaño muestral de informe de tesis

Como se puede apreciar para el estudio se necesitó un tamaño muestral mínimo de 33 unidades, por lo que fue necesario 11 unidades por cada grupo.

- **Selección de la Muestra**

Las unidades de muestreo del presente trabajo de investigación, fueron conformadas por cada una de las piezas dentales procedentes de la recolección directa del investigador en clínica dental *Smiledent* de manera aleatoria, las cuales fueron obtenidas durante los periodos académicos 2016-III y 2017-I, y cumplieron con los criterios de elegibilidad planteadas por el investigador.

- **Criterios de Inclusión**

Los dientes, para ser considerados dentro del estudio como unidades de muestreo, cumplieron con los siguientes criterios:

- Dientes humanos permanentes premolares superiores o inferiores.
- Dientes que mantengan la integridad de la corona luego de la exodoncia.
- Piezas obtenidas por exodoncia indicados en casos de tratamiento ortodóntico.
- El tiempo desde la exodoncia hasta el inicio de la investigación no debe sobrepasar los 3 meses.

- **Criterios de Exclusión**

Los dientes que presentaron alguno de los criterios listados abajo, no fueron considerados como unidades muestrales del estudio:

- Dientes que hayan pasado por procedimientos de blanqueamiento dental.
- Dientes con hipoplasia u otra alteración en el esmalte.
- Dientes con alteraciones a nivel de la corona en forma y tamaño.
- Fracturas de las coronas de los premolares.
- Tratamientos reconstructivos previos o lesiones cariosas en superficies vestibulares.

- Dientes con tratamiento de conductos: Endodoncias.

3.2 Diseño a Utilizar en el Estudio

El estudio es de tipo aplicada, debido a que busca emplear el conocimiento teórico para comprobar la influencia de hipoclorito de sodio al 5% en el esmalte del diente. Presenta un enfoque cuantitativo, de secuencia transversal, prospectivo, experimental: ensayo pre-clínico in vitro

3.3 Técnica e Instrumento de Recolección de Datos

3.3.1 Técnica de Recolección de Datos

La recolección de los datos en el presente estudio se llevó a cabo por medio de la técnica de observación estructurada, no participante, individual, de laboratorio; por la cual el investigador realizó la evaluación clínica de las unidades de análisis que conformen la muestra de estudio; dichos datos obtenidos fueron registrados en el instrumento de investigación.

3.3.2 Instrumento de Recolección de Datos

El instrumento de recolección de datos empleado en la presente investigación fue una ficha de observación ad-hoc (Ver Anexo 03), elaborada para los fines específicos de la investigación, la cual estuvo conformada por ítems abiertos y cerrados acorde a los indicadores de la variables operacionalizadas. La mencionada ficha fue aplicada únicamente por el investigador, todas las mediciones fueron llevadas a cabo bajo las mismas circunstancias (físicas, emocionales y procedimentales).

3.3.3 Procedimiento de Recolección de Datos

La recolección de los datos se realizó de manera secuencial según la disposición de los indicadores, para ello se evaluó cada unidad muestral de forma individual. Para lograr los objetivos planificados se prosiguió de la siguiente manera:

Recolección de muestra e insumos

- Se recolectó las piezas dentales de la clínica dental *Smiledent* de manera aleatoria, las cuales cumplieron con los criterios de inclusión antes mencionados.
- Se obtuvo brackets para premolares en técnica Roth, Balance- GAC.
- Se usó resina Transbond XT en 3M.
- Uso de jeringas de ácido fosfórico y solución de Hipoclorito de sodio al 5%.
- Se realizó el trabajo en un laboratorio de ensayos clínicos.

Almacenamiento de la muestra

- Se retiró restos fibrosos de las premolares con ayuda de hojas de bisturí, luego de ello se realizó el lavado de las piezas con agua.
- Se sumergió las piezas en un recipiente con solución de Lactato de Ringer a temperatura ambiente, para evitar su deshidratación hasta el momento del inicio de la investigación.

Preparación de la muestra

- Se retiró las premolares del recipiente y se secó con papel absorbente.
- Se separó la muestra en tres grupos de 11 cada uno, los cuales fueron incluidos en bloques de acrílico de curado rápido, dejando solo las coronas expuestas y cuyo plano oclusal fue paralelo al piso.
- Posterior a este procedimiento se realizó una profilaxis a los grupos de premolares con piedra pómez sobre la superficie vestibular de las coronas dentales, luego se enjuagó y secó.

Ejecución de la investigación

- Cada bloque de acrílico, que contiene 1 premolar cada uno, fue etiquetado indicando a qué grupo pertenecían:
GRUPO 1: Ácido fosfórico al 37%
GRUPO 2: Hipoclorito de sodio al 5%
GRUPO 3: Ácido fosfórico 37% + Hipoclorito de sodio al 5%

- Para el GRUPO 1 (grupo control) se aplicó ácido fosfórico al 37% sobre la superficie vestibular de las coronas y se dejó en la zona por 15 segundos. Luego se enjuagó con agua y se secó con pequeñas gasas absorbentes. Después de ello, se aplicó el adhesivo y resina con su posterior fotocurado (10 segundos por mesial y 10 segundos por distal) de acuerdo a las instrucciones del fabricante.
- En el GRUPO 2 se aplicó hipoclorito de sodio al 5% por 60 segundos (10 segundos de frotación en la superficie vestibular y 50 segundos de espera) con la ayuda de un Microbrush, luego se lavó con agua, se secó con papel absorbente, se añadió el adhesivo y se pegó el bracket siguiendo las instrucciones del fabricante.
- Y en el GRUPO 3 se aplicó ácido fosfórico al 37% por 15 segundos luego se enjuagó y secó. Después se colocó hipoclorito de sodio al 5% por 1 minuto (10 segundos de frotación en la superficie vestibular y 50 segundos de espera), se lavó y secó. Finalmente se pegaron los brackets, también utilizando adhesivo.
- Se esperó un tiempo de 24 horas y se mantuvo las muestras a temperatura ambiente.
- Luego de espera de un lapso de tiempo se llevó las muestras a una máquina de cizallamiento y mediante este mecanismo de fuerzas se registró los valores con que los brackets fueron desprendido.
- El trabajo se realizó en un Laboratorio especializado en ensayos mecánicos de materiales, HTL (High Technology Laboratory Certificate), bajo supervisión del Ingeniero Mecánico Robert Nick Eusebio Teherán. El equipo que se usó fue una Máquina digital de ensayos universales CMT-5L marca LG y un Vernier digital de 200mm marca Mitutoyo; los cuales evaluaron la magnitud de desprendimiento del bracket a una temperatura ambiente de 18°C y con humedad relativa de 56%.

3.3.4 Capacitación y Calibración

Para llevar a cabo la adecuada medición de las variables de estudio, el investigador recibió capacitación por parte de un experto en el área; el cual emitirá un reporte que garantice el proceso de evaluación, lo que permita respaldar la calidad de los resultados.

Adicionalmente, el capacitador realizó la medición de las unidades muestrales por medio de la aplicación del instrumento, cuyos resultados obtenidos servirán como patrón de comparación o calibración a las mediciones del investigador.

3.3.5 Validación del Instrumento

El instrumento que se empleó, corresponde a una ficha Ad-Hoc validada mediante estudio piloto en el que se encontró viabilidad del instrumento en base a su sencillez, ya que al constar de solo 1 cara, y de no requerir procedimientos complejos, la recolección de datos no supone esfuerzos excesivos por parte del investigador; la consistencia interna de la confiabilidad del instrumento se evaluó por medio del análisis estadístico Alfa de Cronbach encontrándose un valor para variables politómicas, en una única aplicación del instrumento.

La validez total del instrumento se estableció a cuatro niveles; a nivel lógico los reactivos del instrumento se consideran válidos ya que su construcción siguió una secuencia ordenada y una comprensión gramatical adecuada; la validez de contenido se estableció mediante la evaluación por juicio de 5 expertos, los cuales fueron invitados a realizar la valoración del instrumento mediante una carta a fin de que puedan calificar las características del instrumento por medio de una ficha de validación por expertos, los que recibieron una matriz de consistencia interna del estudio; las puntuaciones obtenidas por la evaluación de cada uno de los jueces validadores fueron integradas en la matriz de validación por jueces, lo que permitió obtener la validez de contenido global. Por su parte cada uno de los reactivos fue validado en contenido por medio de la prueba estadística V de Aiken. La validez criterial no fue necesaria debido a

las características del estudio. A nivel de constructo la validez se estableció al haberse alcanzado previamente validez lógica, de contenido y de criterio.

3.4 Procesamiento de Datos

Posterior a la recolección de datos se procedió a organizar las fichas de recolección y a enumerarlas para ser ingresadas a la base de datos en Microsoft Excel en su versión de acceso, bajo las codificaciones planteadas por el investigador.

El procesado de los datos se llevó a cabo en una laptop de marca HP notebook, modelo 14-am009la, de 4GB de memoria RAM con sistema operativo Windows 10.

La información recolectada fue analizada con el paquete estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Science) en su versión de acceso; en donde se aplicó estadística descriptiva para establecer la distribución de los datos recolectados a través de medidas de tendencia central, dispersión, forma y posición. También se utilizó estadística inferencial para la docimasia de las hipótesis de la investigación.

Luego de determinar que se usó variables independientes: 1 cualitativa y 1 cuantitativa con más de dos muestras, se aplica el test de Shapiro Wilk por tener 33 especímenes para observar la distribución de la normalidad y en base a eso definimos la prueba estadística paramétrica a trabajar; Análisis de varianza (ANOVA) si es normal o aplicación de la prueba H de Kruskal Wallis si es no normal; en este caso fue esta última en una primera instancia.

Tanto los resultados de las pruebas estadísticas descriptivas como inferenciales serán expresadas mediante tablas. Los resultados muestrales serán inferidos a la población mediante estimación por intervalo a un 95% de confianza.

Tabla N° 02
Prueba de Normalidad de grupos evaluados

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estad.	gl	Sig.	Estad.	gl	Sig.
Esfuerzo Ácido fosfórico al 37%	0.179	11	0.200	0.966	11	0.844
Esfuerzo Hipoclorito al 5%	0.145	11	0.200	0.946	11	0.599
Esfuerzo Hipoclorito al 5% + Ácido fosfórico al 37%	0.138	11	0.200	0.945	11	0.576

En la tabla N° 02 se observa que en los tres grupos el nivel de significancia es mayor a 0.05 ($p > 0.05$), lo que implica que las variables Esfuerzo Ácido fosfórico al 37%, Esfuerzo Hipoclorito al 5% y Esfuerzo Hipoclorito al 5% + Ácido fosfórico al 37% tienen distribución normal.

Para el análisis estadístico se trabajó con la prueba t de Student para dos muestras independientes.

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 presentación de Resultados

Tabla N° 03

Efecto de la desproteinización adamantina con Hipoclorito de Sodio al 5%
(Grupo 02)

Hipoclorito de Sodio al 5% (Esfuerzo [MPa])	
Espécimen 1	3.07 MPa
Espécimen 2	1.94 MPa
Espécimen 3	3.49 MPa
Espécimen 4	4.21 MPa
Espécimen 5	4.38 MPa
Espécimen 6	2.42 MPa
Espécimen 7	2.47 MPa
Espécimen 8	4.23 MPa
Espécimen 9	1.49 MPa
Espécimen 10	3.06 MPa
Espécimen 11	3.51 MPa

MPa : Megapascales

En la Tabla N° 03 referente al efecto de la desproteinización adamantina con Hipoclorito de Sodio al 5%, se observa que el menor esfuerzo se observó en el espécimen 9 (1.49 MPa), y el mayor esfuerzo en el espécimen 5 (4.38 MPa).

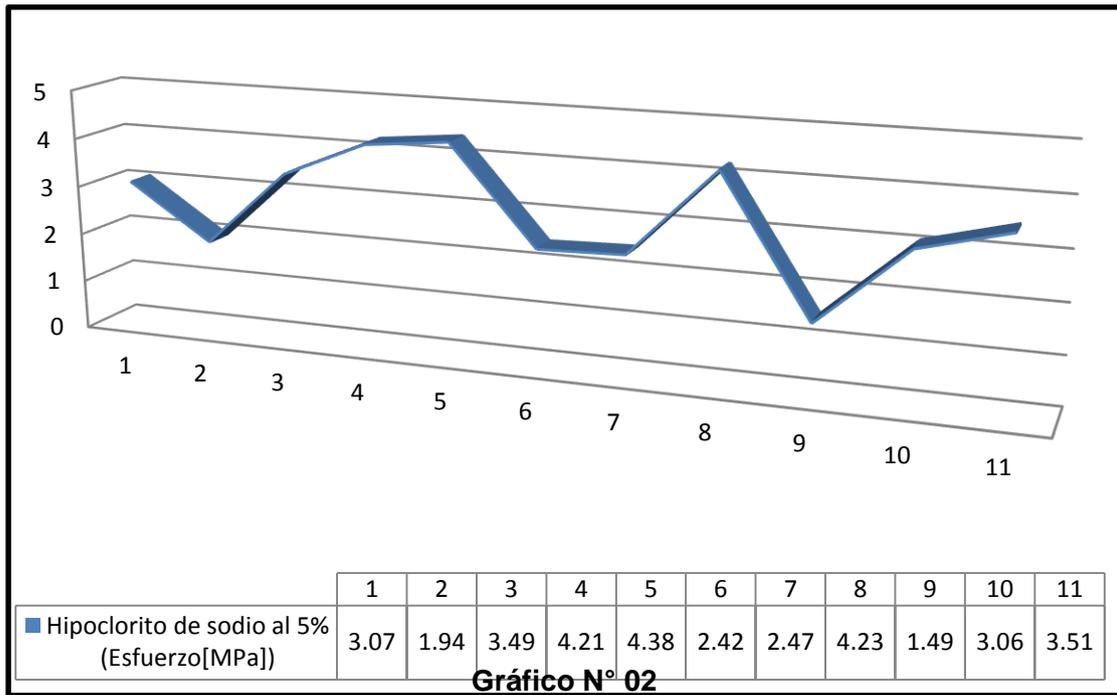


Gráfico N° 02

Efecto de la desproteínización adamantina con Hipoclorito de Sodio al 5% (Grupo 2)

Tabla N°04

Distribución de media y desviación estándar del hipoclorito de sodio al 5%(Grupo 2) y ácido fosfórico al 37% (Grupo 1) en la magnitud de resistencia adhesiva

	N	Media	Desviación estándar(DE)
Hipoclorito de sodio al 5%	11	3.1155	0.96252
Ácido fosfórico al 37%	11	4.3664	0.89442

En la tabla N° 04 se observa que los valores de la media y la DE del Hipoclorito de sodio al 5% y del Ácido fosfórico al 37%, son 3.1155, 0.96252 y 4.3664, 0.89442 respectivamente.

Tabla N° 05

Efecto de la desproteínización adamantina con hipoclorito de sodio al 5% (Grupo 2) y ácido fosfórico al 37% (Grupo 1) en la magnitud de resistencia adhesiva

Hipoclorito de sodio al 5% y Ácido fosfórico al 37% (Esfuerzo)	Prueba de Levene para igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias			
	F	Sig.	t	gl	Sig (bilat.)	Diferencia de medias
<i>Se asumen varianzas iguales</i>	0.317	0.580	-3.158	20	0.005	-1.25091
<i>No se asumen varianzas iguales</i>			-3.158	19.893	0.005	-1.25091

En la Tabla N° 05 se observa que el nivel de significancia para la prueba de Levene es 0.580 ($p > 0.05$), y al asumir varianzas iguales, se obtiene que el nivel de significancia de la Prueba t de Student es 0.005 ($p < 0.05$).

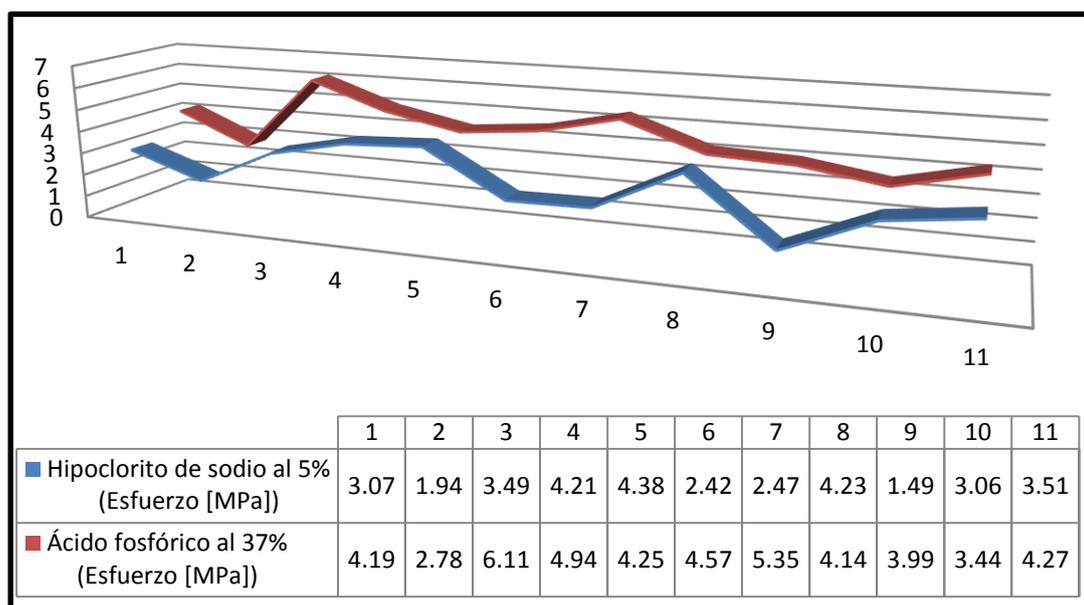


Gráfico N° 03

Efecto de la desproteínización adamantina con hipoclorito de sodio al 5% (Grupo 2) y ácido fosfórico al 37% (Grupo 1) en la magnitud de resistencia adhesiva

Tabla N° 06

Distribución de media y desviación estándar del hipoclorito de sodio al 5% (Grupo 2), y ácido fosfórico al 37% con hipoclorito de sodio al 5% (Grupo 3) en la magnitud de resistencia adhesiva

	N	Media	Desviación estándar(DE)
Hipoclorito de sodio al 5%	11	3.1155	0.96252
Ácido fosfórico al 37% con hipoclorito de sodio al 5%	11	6.7900	2.04782

En la tabla N° 06 se observa que los valores de la media y la DE del Hipoclorito de sodio al 5% y del Ácido fosfórico al 37% con hipoclorito de sodio al 5%, son 3.1155, 0.96252, y 6.7900, 2.04782 respectivamente.

Tabla N° 07

Efecto de la desproteínización adamantina con hipoclorito de sodio al 5% (Grupo 2), y ácido fosfórico al 37% con hipoclorito de sodio al 5% (Grupo 3) en la magnitud de resistencia adhesiva

Hipoclorito de sodio al 5% y Ácido fosfórico al 37% (Esfuerzo)	Prueba de Levene para igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias			
	F	Sig.	t	gl	Sig (bilat.)	Diferencia de medias
<i>Se asumen varianzas iguales</i>	5.278	0.033	-5.386	20	0.000	-3.67455
<i>No se asumen varianzas iguales</i>			-5.386	14.213	0.000	-3.67455

En la Tabla N° 07 se observa que el nivel de significancia para la prueba de Levene es 0.033 ($p < 0.05$), y al no asumir varianzas iguales, se obtiene que el nivel de significancia de la Prueba t de Student es 0.000 ($p < 0.05$).

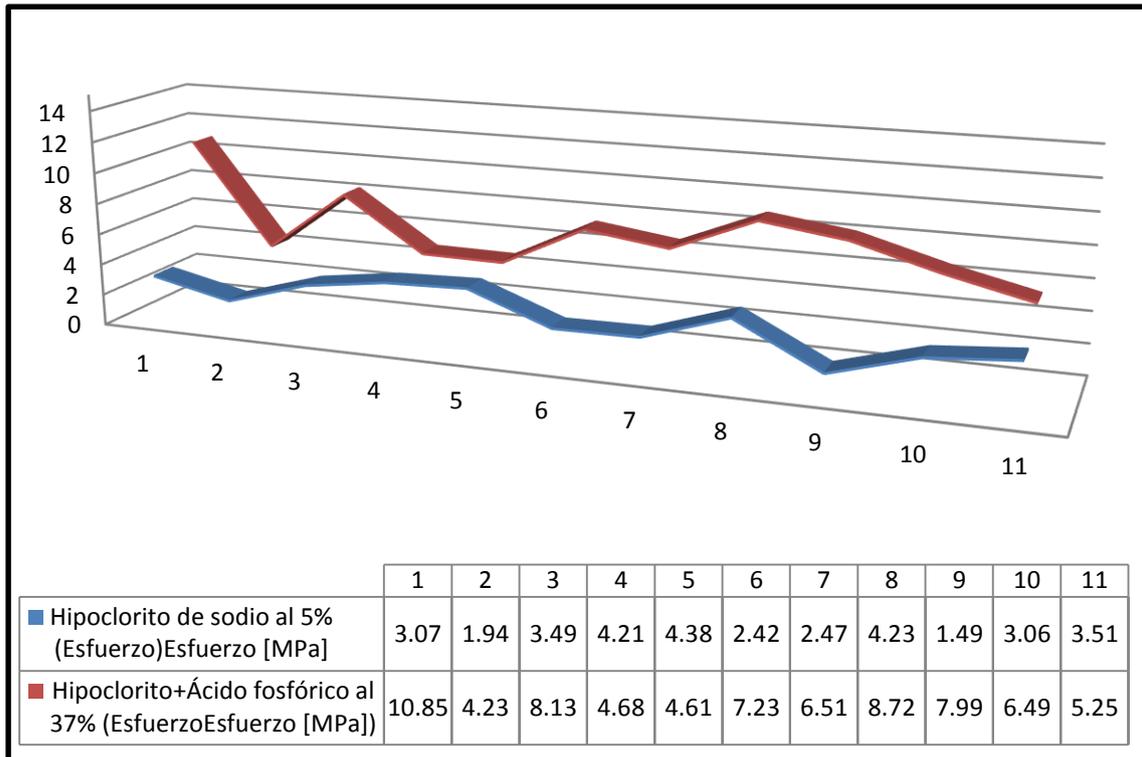


Gráfico N°04

Efecto de la desproteinización adamantina con hipoclorito de sodio al 5%, y ácido fosfórico al 37% con hipoclorito de sodio al 5% en la magnitud de resistencia adhesiva

4.2 Contrastación De Hipótesis

- **HIPÓTESIS ESPECIFICA 1**

“La desproteinización adamantina con ácido fosfórico al 37% (Grupo 1) es igual que con hipoclorito de sodio al 5% (Grupo 2) en la magnitud de resistencia adhesiva de brackets ortodónticos evaluados mediante un sistema de fuerza de cizallamiento.”

HO: La desproteinización adamantina con ácido fosfórico al 37% es mayor en la magnitud de adhesión de brackets en comparación con la desproteinización con el hipoclorito de sodio al 5%.

H1: El uso del ácido fosfórico al 37% genera magnitud de resistencia adhesiva de brackets similar que la realizada con hipoclorito de sodio al 5%.

De acuerdo a la prueba estadística de T de Student concluimos que en el efecto de la desproteización adamantina con hipoclorito de sodio al 5%, y ácido fosfórico al 37% no existe diferencia significativa. Por lo tanto de acepta la hipótesis alterna.

- **HIPÓTESIS ESPECIFICA 2**

“La desproteización adamantina con ácido fosfórico al 37% e hipoclorito de sodio al 5% (Grupo 3) es superior al del Grupo 2 en la magnitud de resistencia adhesiva de brackets ortodónticos evaluados mediante un sistema de fuerza de cizallamiento.”

HO: El hipoclorito de sodio al 5% como desproteizante genera magnitud de resistencia adhesiva de brackets mayor que la realizada con ácido fosfórico al 37% e hipoclorito de sodio al 5%.

H1: La magnitud de resistencia adhesiva de ácido fosfórico al 37% combinado con hipoclorito de sodio al 5% es mayor al del Grupo 2.

De acuerdo a la prueba estadística de T de Student concluimos que en el efecto de la desproteización adamantina con ácido fosfórico de 37% e hipoclorito de sodio al 5% (Grupo 3) es mayor que la del grupo 2 y SI existe diferencia significativa entre ambos grupos. por lo tanto de acepta la hipótesis alterna.

De esta manera, llegamos a la conclusión que nuestra hipótesis principal se acepta.

4.3 Discusión de Resultados

La presente investigación se efectuó en el semestre académico 2016 – III y 2017 – I en los ambientes de la Universidad Inca Garcilaso de La Vega y del Laboratorio de ensayos mecánicos HTL- High Technology Laboratory

Certificate, Lima Perú. Las 33 muestras empleadas y divididas previamente en 3 grupos fueron sometidas a una fuerza de cizallamiento.

El objetivo principal del presente estudio fue determinar el efecto de la desprotección adamantina con Hipoclorito de sodio al 5% en la calidad de la adhesión de los brackets ortodónticos evaluados mediante un sistema de fuerza de cizallamiento, en donde se concluyó que este sí afecta significativamente.

Asimismo en la evaluación de las magnitudes de resistencia adhesiva se encontraron resultados variables para cada grupo estudiado. En el caso del Grupo 1 se obtuvo una media de 4.36 MPa, en donde reafirma que el uso del ácido fosfórico al 37% genera la adhesión suficiente para pegar un bracket, sin embargo debemos tener en cuenta que diferentes factores contaminantes podrían disminuir esta unión adhesiva entre el bracket y el diente.

En el Grupo 2, se evaluó al hipoclorito de sodio al 5% por sí solo. A pesar que se obtuvo una media de 3.11 MPa se generó adhesión. Esto se debió a que en la composición del esmalte el 95 % es parte mineral y solo un 4% es tejido orgánico, zona de acción del NaCl.

Mientras que en el Grupo 3 se obtuvieron resultados de 6.79 MPa por la combinación del ácido fosfórico al 37% e hipoclorito de sodio al 5% esto debido a que la desprotección tuvo más zona comprometida.

Este estudio tuvo ciertas limitaciones durante la ejecución; por ejemplo, durante la recolección de las piezas dentales se tuvo que modificar algunos criterios de inclusión con el objetivo de hacer este paso mucho más rápido. Sin embargo, y a pesar de ello se tuvo que excluir 15 de ellas por no cumplir con los criterios indicados que necesitábamos; como presencia de caries en zona vestibular, piezas procedentes de pacientes mayores de 36 años, y piezas en donde ya habían sido adheridos brackets por tratamientos ortodónticos previos. A esto tendríamos que añadir el proceso de almacenamiento, en cuanto al tiempo, ya

que unos especímenes estuvieron en la solución durante algunos meses y otros solo semanas.

Luego, durante el pegado de brackets, se tuvo que eliminar algunas otras muestras por no seguir el protocolo de adhesión que se había indicado por parte del operador; quedando finalmente con 33. Asimismo, cabe resaltar que esta etapa, pudo tener variabilidad de resultados debido a la diferencia en cantidades de resina utilizada para cada una de las muestras o la fuerza que se aplicó por parte del operador para adherir el bracket al diente, por lo que se sugiere la estandarización de este procedimiento.

En cuanto a los antecedentes que tenemos, encontramos estudios previos tales como el de Espinosa R. y cols (2008)⁽¹⁾ en donde usaron al hipoclorito de sodio como un agente de pretratamiento evaluando así tan solo áreas de desproteización, concluyendo que esta aumentaba el área de acondicionamiento en comparación con un grupo control que solo usaba ácido fosfórico. ($p < 0.005$)

Asimismo, Ghandi S.; Crawford P.; Shellis P. (2012)⁽¹²⁾ realizaron un estudio in vitro en donde obtuvieron valores de 47% (Ácido), 49% (NaCl+Ácido) y 40% (NaCl) en las áreas de desproteización; que aunque no fueron estadísticamente significativas, muestran la influencia del hipoclorito de sodio sobre la adhesión.

Sin embargo con Junqueira T. y cols (2013)⁽⁵⁰⁾ se evaluó la propiedad de adhesión que el NaCl ejercía sobre el esmalte aumentando así la magnitud de fuerza de cizallamiento al momento del desprendimiento, para ello tuvo grupo con valores de 3.92 MPa y 9.86 MPa (NaCl+Ácido), ergo no fue estadísticamente significativo.

A lo largo de los últimos años se siguieron dando trabajos experimentales como el de Hassan A.; Gosa A.; Baroudi K. (2014)⁽⁴⁵⁾ con NaCl+Ácido dando de resultado a 10.3-14.6 MPa de fuerza de desprendimiento del bracket; o el de

Rivera-Prado H. et al (2015)⁽⁵¹⁾: 17.15kg/p con NaCl + ácido cuyo estudio fue estadísticamente significativo.

Al evaluar todos estos estudios observamos que el uso del hipoclorito de sodio en diferentes concentraciones precede a la aplicación del ácido fosfórico; en esta investigación por el contrario, aplicamos al hipoclorito de sodio al 5% luego del ácido fosfórico al 37%, tomando como base a Ramakrishna Y.; Boomika A.; Munshi A. (2014)⁽⁴³⁾ que utilizan ambas sustancias en el orden mencionado obteniendo 17.35 MPa de fuerza de cizallamiento ($p > 0.005$).

De esta manera, podemos deducir que el uso del hipoclorito de sodio tiene influencia sobre la adhesión, incluso por sí solo, tal como fue realizado con Thomas M. et al (2012)⁽⁴⁹⁾, que utilizó como agente desproteinizante únicamente al NaOCl, encontrando en promedio una fuerza de cizallamiento del bracket de 2.14 MPa.

Finalmente, este estudio experimental, abre más campos de investigación sobre sustancias acondicionantes para ser más efectiva la adhesión; así como el estudio de la morfología adamantina luego de un proceso de desproteinización o desprendimiento de un bracket.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Con respecto a determinar el efecto de la desproteización adamantina con hipoclorito de sodio al 5% y el ácido fosfórico al 37% en la magnitud de resistencia adhesiva de brackets ortodónticos evaluados mediante un sistema de fuerza de cizallamiento se concluye que el uso del hipoclorito de sodio al 5% mejora la calidad de adhesión de los brackets.
- Tomando en cuenta comparar el efecto de la desproteización adamantina con hipoclorito de sodio al 5% y el ácido fosfórico al 37% en la magnitud de resistencia adhesiva de brackets ortodónticos evaluados mediante un sistema de fuerza de cizallamiento se concluye que el uso del hipoclorito de sodio al 5% (Grupo 2) genera magnitudes de resistencia adhesiva similares al del grupo 1 realizado con ácido fosfórico al 37%.
- En cuanto a determinar el efecto de la desproteización adamantina con hipoclorito de sodio al 5%, y ácido fosfórico 37% e hipoclorito de sodio al 5% en la magnitud de resistencia adhesiva de brackets ortodónticos evaluados mediante un sistema de fuerza de cizallamiento se concluye que el Grupo 3, en el cual se utilizó ácido fosfórico al 37% e hipoclorito de sodio al 5% obtuvieron los valores más altos en la magnitud de resistencia adhesiva.

5.2 Recomendaciones

- En relación a determinar el efecto de la desproteización adamantina con hipoclorito de sodio al 5% y el ácido fosfórico al 37% en la magnitud de resistencia adhesiva de brackets ortodónticos evaluados mediante un sistema de fuerza de cizallamiento se recomienda incorporar al hipoclorito de sodio al

- 5% en el proceso de adhesión ya que; de acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio en donde se obtiene valores de fuerza para desprender el bracket mayores, en comparación con el grupo control; se evidencia que hay una mejora en la calidad de adhesión con lo cual se lograría un tratamiento ortodóntico más eficiente.
- Referente a comparar el efecto de la desproteínización adamantina con hipoclorito de sodio al 5% y el ácido fosfórico al 37% en la magnitud de resistencia adhesiva de brackets ortodónticos evaluados mediante un sistema de fuerza de cizallamiento se recomienda el uso de dichas sustancias de manera indistinta para el pretratamiento adamantino; debido a que los valores obtenidos no tuvieron diferencias estadísticamente significativos; con ello se lograría tener al hipoclorito de sodio como un acondicionador alternativo en el sistema de adhesión.
- Con respecto a determinar el efecto de la desproteínización adamantina con hipoclorito de sodio al 5%, y ácido fosfórico 37% e hipoclorito de sodio al 5% en la magnitud de resistencia adhesiva de brackets ortodónticos evaluados mediante un sistema de fuerza de cizallamiento se recomienda proponer un nuevo protocolo de adhesión en ortodoncia, el cual consista en el acondicionamiento con ácido fosfórico al 37% seguido de la desproteínización con hipoclorito de sodio al 5% para recién aplicar el adhesivo y resina respectiva. De esta manera reforzamos la adhesión en comparación a sistemas convencionales, los cuales de acuerdo a esta investigación se obtuvo valores de cizallamiento menores que la propuesta.

Esta investigación promueve el estudio del hipoclorito de sodio al 5%, que probablemente, en concentraciones más altas podría generar valores de fuerza de cizallamiento mayores a las obtenidas, por ello se sugiere hacer más estudios sobre adhesión de brackets, Asimismo el uso de diferentes sustancias, durante el acondicionamiento del esmalte, puede lograr efectos favorables en la adhesión adamantina y actuar de la misma manera que el ácido fosfórico al 37%.

BIBLIOGRAFÍA

1. Espinosa R.; Valencia R.; Uribe M.; Ceja I.; Cruz J.; Saadia M. Resin replica in enamel deproteinization and its effect on acid etching. *J Clin Pediatr Dent.* 2010;35(1):47–51.
2. Faltermeier A.; Behr M.; Rosentritt M.; Reicheneder C.; Müßig D. An in vitro comparative assessment of different enamel contaminants during bracket bonding. *Eur J Orthod.* 2007;29(6):559–63.
3. Reyes-Gasga J. Observación del esmalte dental humano con microscopia electrónica. *Rev Tamé.* 2013;1(3):90–6.
4. Moncada G.; Urzúa I. *Cariología Clínica: Bases preventivas y restauradoras.* Santiago de Chile: Colgate; 2008.
5. Cortez J. Investigación sobre los elementos químicos de esmalte dental por medio del método gamma fluorescente. *Oral.* 2001;2(6):70–2.
6. Coelho A.; Canta J.; Martins J.; Oliveira S.; Marques P. Perspetiva histórica e conceitos atuais dos sistemas adesivos amelodentinários - revisão da literatura. *Rev Port Estomatol Med Dent e Cir Maxilofac. Sociedade Portuguesa de Estomatologia e Medicina Dentária;* 2012;53(1):39–46.
7. Otaño R. *Manual Clínico de Ortodoncia. Libros de autores cubanos.* La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2008.
8. Senthilkumar M.; Saravanakumar T. A comparative evaluation of shear Bond strength of metallic brackets bonded after 15 – 30, or 60 second etching and correlation of adhesive remnant index with etch time: An in vitro study. *IJCD.* 2011;2(5):110–5.
9. Rüter D.; Harzer W.; Krisjane Z.; Tausche E. Shear bond strength after multiple bracket bonding with or without repeated etching. *Eur J Orthod.*

2011;33(5):521–7.

10. Cozza P.; Martucci L.; De Toffol L.; Pencoc S. Shear bond strength of metal brackets on enamel. *Angle Orthod.* 2006;76(5):851–6.
11. Buonocore M. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res.* 1955;34:849–53.
12. Gandhi S.; Crawford P.; Shellis P. The use of a “bleach-etch-seal” deproteinization technique on MIH affected enamel. *Int J Paediatr Dent.* 2012;22(6):427–34.
13. Babu N.; Joseph R.; Buonocore M. Adhesive dentistry. *J Conserv Dent.* 2005;(8):43–4.
14. Miura F.; Nakagawa K.; Masuhara E. New direct bonding system for plastic brackets. *Am J Orthod.* 1971;59(4):350–61.
15. Sigüencia V.; Garcia A.; Bravo E. Estudio in vitro de la resistencia a la tracción de tres tipos de resinas fotopolimerizables para ortodoncia, en brackets metálicos a esmalte dental humano. *Rev Latinoam Ortod y Odontopediatría.* 2014;1–17.
16. Flury S. Principios de la adhesión y de la técnica adhesiva Higienistas auxiliares. *Quintessence Team J.* 2012;25(10):595–600.
17. Garaicoa C. Valoración del uso del hipoclorito de sodio al 5.25% y sus efectos sobre la adhesión: Un estudio in-vitro [Tesis de Titulación]. Guayaquil: Universidad Católica de Guayaquil; 2010.
18. Arriagada A. Embriología e histología bucodentaria. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2010.
19. Uribe G. Ortodoncia: Teoría y Clínica. 1a ed. Bogota: Corporación para investigaciones biológicas; 2004.
20. Infante C. Fundamentos para la evaluación del crecimiento, desarrollo y Función craneofacial [Tesis de Posgrado]. Bogotá: Universidad Nacional de

Colombia; 2009.

21. Naranjo M. Terminología, clasificación y medición de los defectos en el desarrollo del esmalte. Revisión de la literatura. Univ Odontológica. Univ Odontol. 2013;32(68):33–44.
22. Reyes-Gasca J. Estudio del esmalte dental humano por microscopía electrónica y técnicas afines. Rev Latinoam Metal y Mater Vol. 2001;21(2):81–5.
23. Naidu E.; Stawarczyk B.; Tawakoli P.; Attin R.; Attin T.; Wiegand A. Shear bond strength of orthodontic resins after caries infiltrant preconditioning. Angle Orthod. 2013;83(2):306–12.
24. Rivera C.; Ossa A.; Arola D. Fragilidad y comportamiento mecánico del esmalte dental. Rev Ing Biomédica. 2012;6(12):10–6.
25. Nguyen T.; Miller A.; Orellana M. Characterization of the porosity of human dental enamel and shear bond strength in vitro after variable etch times: Initial findings using the BET Method. Angle Orthod. 2011;81(4):707–15.
26. Kohda N.; Iijima M.; Brantley W.; Muguruma T.; Yuasa T.; Nakagaki S.; et al. Effects of bonding materials on the mechanical properties of enamel around orthodontic brackets. Angle Orthod. 2012;82(2):187–95.
27. Santos B.; Pithon M.; Oliveira A.; Sant Ann E. Shear bond strength of brackets bonded with hydrophilic and hydrophobic bond systems under contamination. Angle Orthod. 2010;80(5):963–7.
28. Parrish B.; Katona T.; Isikbay S.; Stewart K.; Kula K. The effects of application time of a self-etching primer and debonding methods on bracket bond strength. Angle Orthod. 2012;82(1):131–6.
29. Sharma P.; Valiathan A.; Arora A.; Agarwal S. A comparative evaluation of the retention of metallic brackets bonded with resin-modified glass ionomer cement under different enamel preparations: A pilot study. Contemp Clin Dent. 2013;4(2):140–6.

30. Ramírez H.; Rubio D.; Valencia F.; García E. Comparación del esfuerzo a la tracción de brackets arenados mediante óxido de aluminio nuevo y reciclado con y sin ultrasonido (estudio in vitro). *Acta Odontológica Venez.* 2008;46(1):1–11.
31. Turk T.; Elekdag-Turk S.; Isci D.; Cakmak F.; Ozkalayci N. Saliva Contamination Effect on Shear Bond Strength of Self-etching Primer with Different Debond Times. *Angle Orthod.* 2007;77(5):901–6.
32. Dumbryte I.; Linkeviciene L.; Malinauskas M.; Linkevicius T, Peciuliene V.; Tikuisis K. Evaluation of enamel micro-cracks characteristics after removal of metal brackets in adult patients. *Eur J Orthod.* 2013;35(3):317–22.
33. Ryf S.; Flury S.; Palaniappan S.; Lussi A.; Van Meerbeek B.; Zimmerli B. Enamel loss and adhesive remnants following bracket removal and various clean-up procedures in vitro. *Eur J Orthod.* 2012;34(1):25–32.
34. Luque H.; Perez L.; Carhuamaca G.; Coronado M. Fuerza de adhesión de brackets reacondicionados con diferentes técnicas adheridos repetidas veces en la misma superficie del esmalte. *Odontol Sanmarquina.* 2008;11(2):60–5.
35. De Castro J.; Damage E. Areas requiring further research in testing of orthodontic shear bond strengths. *J Clin Orthod.* 2007;41(3):135–8.
36. Mahdavia N.; Manasse R.; Viana G.; Evans C.; Bedran-Russo A. Enamel Scarring by Debonding Burs : An SEM and Profilometric Study. *J Clin Orthod.* 2014;48(1):14–21.
37. Peterson S.; Drummond J.; Evans C.; Begole E. Comparison of bond strengths using different curing lights. *J Clin Orthod.* 2006;40(5):309–13.
38. Shaikh M.; Kamat N.; Chalakkal P. Effects of light curing of conventional and self-etching primers on shear bond strength. *J Clin Orthod.* 2014;48(4):231–7.
39. Swartz M. Limitations of in vitro orthodontic bond strength testing. *J Clin Orthod.* 2007;41(4):207–10.

40. Descriptores en Ciencias de la Salud [Internet]. Sao Paulo: Biblioteca Virtual em Saúde. 2003. Recuperado a partir de: <http://decs.bvs.br/E/homepagee.htm>
41. Guevara D. Efecto de diferentes concentraciones de Hipoclorito de Sodio como irrigante endodóntico sobre propiedades físicas de la dentina: Una revisión de literatura [Tesis de Posgrado]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2014.
42. Estrela C.; Estrela CR.; Barbin E.; Spano J.; Marchesan M.; Pecora J. Mechanism of action of sodium hypochlorite. *Braz Dent J.* 2002;13:113–7.
43. Ramakrishna Y.; Bhoomika A.; Munshi A. Enamel Deproteinization After Acid Etching - Is It Worth The Effort? *Dentistry.* 2014;4(2):2–6.
44. Tostes M.; Mucha J.; Lopes Coutinho T.; Da Silva E. Evaluation of the effects of the bonding agent on acid-etched human enamel demineralization: In situ study. *Eur J Orthod.* 2013;35(3):369–74.
45. Hassan A.; Goda A.; Baroudi K. The effect of different disinfecting agents on bond strength of resin composites. *Int J Dent.* 2014;2014:231235.
46. Haro Montero M.; Vicente A.; Alfonso-Hernández N.; Jiménez-López M.; Bravo-González L. Comparison of shear bond strength of brackets recycled using micro sandblasting and industrial methods. *Angle Orthod.* 2015;85(3):461–7.
47. Kanashiro L.; Robles-Ruiz J.; Ciamponi A.; Medeiros I.; Dominguez G.; Mongelli De Fantini S. Effect of adhesion boosters on indirect bracket bonding. *Angle Orthod.* 2014;84(1):171–6.
48. Attin R.; Stawarczyk B.; Keçik D.; Knösel M.; Wiechmann D.; Attin T. Shear bond strength of brackets to demineralize enamel after different pretreatment methods. *Angle Orthod.* 2012;82(1):56–61.
49. Thomas A.; Sam R.; Kumar A.; Babu R.; Biniraj K. The effect of four endodontic irrigants on the shear bond strength of a self etch resin based sealer to dentin: An in vitro study. *IJCD.* 2012;3(1):2–5.

50. Junqueira T.; Corrêa W.; Melo M.; Quiroga B.; Motohiro O.; Oliveira D. Effects of enamel deproteinization on bracket bonding with conventional and resin-modified glass ionomer cements. *Eur J Orthod.* 2012;35(4):442–6.
51. Rivera-Prado H.; Moyaho-Bernal A.; Andrade-Torres A.; Franc-Romero G.; Montiel-Jarquín A.; Mendoza-Pinto C.; et al. 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;28(1):79–82.
52. Medical Subject Headings [Internet]. Bethesda (MD): National Library of Medicine (US). 2002. Recuperado a partir de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh>
53. Canut J. Glosario de términos ortodónticos en inglés con su significado en español. *Rev Española Ortod.* 2008;(38):177–8.
54. Espinosa R.; Valencia R.; Uribe M.; Ceja I.; Saadia M. Enamel Deproteinization and its Effect on Acid Etching: An in vitro study. *J Clin Pediatr Dent.* 2008;33(1):13–20.

ANEXOS

Instrumento de Recolección de Datos



UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA
UNIDAD DE SEGUNDA ESPECIALIDAD
ESPECIALIDAD EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA
MAXILAR

FICHA DE OBSERVACIÓN AD-HOC DE RECOLECCIÓN DE DATOS

“EFECTO DE LA DESPROTEINIZACIÓN ADAMANTINA CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% EN LA CALIDAD DE LA ADHESIÓN DE LOS BRACKETS ORTODÓNTICOS EVALUADOS MEDIANTE UN SISTEMA DE FUERZA DE CIZALLAMIENTO”

INSTRUCCIONES

- Antes de iniciar con la observación procure encontrarse en un estado de equilibrio emocional y somático. Si se siente cansado, estresado o enfermo suspenda la observación.
- Procure de realizar todas las mediciones bajo las mismas condiciones de comodidad.
- En el caso de no tener certeza sobre la medición de alguna unidad de análisis, descarte su evaluación. Registre los datos sin borrones ni enmendaduras.
- Los espacios en los que no pueda registrar información, táchelos con una línea.

A) DATOS GENERALES:

N° de la muestra :

Fecha de evaluación :

Grupo al que pertenece :

B) DATOS ESPECÍFICOS:

- Desproteínización adamantina con hipoclorito de sodio al 5%.
Tratamiento aplicado al esmalte dental:

Ácido fosfórico NaCl Ácido fosfórico+ NaCl

- Calidad de Adhesión de los brackets

Magnitud en la que se desprende el bracket :

**UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA – UNIDAD DE SEGUNDA ESPECIALIDAD
ESPECIALIDAD EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR
CD. ROXANA AGUILAR DAVID
MATRIZ DE CONSISTENCIA INTERNA**

TÍTULO: <i>“Efecto de la desproteización adamantina con hipoclorito de sodio al 5% en la calidad de la adhesión de los brackets ortodónticos evaluados mediante un sistema de fuerza de cizallamiento”</i>							
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	CLASIFICACIÓN DE VARIABLES	DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES	METODOLOGIA	POBLACION, MUESTRA Y MUESTREO	INSTRUMENTO
<p>Problema General: ¿Cuál es el efecto de la desproteización adamantina con hipoclorito de sodio al 5% en la calidad de la adhesión de los brackets ortodónticos evaluados mediante un sistema de fuerza de cizallamiento?</p>	<p>Objetivo General: Determinar el efecto de la desproteización adamantina con hipoclorito de sodio al 5% en la calidad de la adhesión de los brackets ortodónticos evaluados mediante un sistema de fuerza de cizallamiento.</p>	<p>Hipótesis Principal: La desproteización adamantina con hipoclorito de sodio al 5% mejora la calidad de la adhesión de los brackets ortodónticos evaluados mediante un sistema de fuerza de cizallamiento.</p>	<p>Variable Independiente: a) Desproteización adamantina con hipoclorito de sodio al 5%</p>	<p>Terapéutica: Tratamiento aplicado al esmalte dental</p>	<p>PROPÓSITO: Aplicado.</p> <p>ENFOQUE: Cuantitativo.</p> <p>SECUENCIA TEMPORAL: Transversal.</p>	<p>POBLACIÓN Premolares permanentes humanas maxilares y mandibulares recolectadas de consultas odontológicas privadas.</p>	<p>La técnica a ser empleada en esta investigación será la observación estructurada, participante, individual, de laboratorio; el instrumento a ser empleado será una Ficha de Observación Ad-hoc, elaborada por el investigador y debidamente validado, para los fines específicos del estudio.</p>
<p>Problemas Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Cuál es el efecto de la desproteización adamantina con hipoclorito de sodio al 5% y el ácido fosfórico al 37% en la magnitud de resistencia adhesiva de brackets ortodónticos evaluados mediante un sistema de fuerza de cizallamiento? 	<p>Objetivos Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Comparar el efecto de la desproteización adamantina con hipoclorito de sodio al 5% y el ácido fosfórico al 37% en la magnitud de resistencia adhesiva de brackets ortodónticos evaluados mediante un sistema de fuerza de cizallamiento. 	<p>Hipótesis Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> La desproteización adamantina con ácido fosfórico al 37% (Grupo 1) es igual que con hipoclorito de sodio al 5% (Grupo 2) en la magnitud de resistencia adhesiva de brackets ortodónticos evaluados mediante un sistema de fuerza de cizallamiento. 	<p>Variable Dependiente: b) Calidad de Adhesión de los brackets</p>	<p>Física Magnitud de la fuerza de cizallamiento en la que se desprende el bracket</p>	<p>TEMPORALIDAD: Prospectivo.</p> <p>ASIGNACIÓN DE FACTORES: Experimental.</p> <p>FINALIDAD: Analítico.</p> <p>DISEÑO ESPECÍFICO: Ensayo Pre-clínico in vitro</p> <p>NIVEL: Aplicado</p>	<p>MUESTRA: 33 Premolares permanentes humanas maxilares y mandibulares recolectadas de consultas odontológicas privadas.</p> <p>MUESTREO: No Probabilístico. Tipo consecutivo.</p>	

<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es el efecto de la desproteización adamantina con hipoclorito de sodio al 5%, y ácido fosfórico 37% e hipoclorito de sodio al 5% en la magnitud de resistencia adhesiva de brackets ortodónticos evaluados mediante un sistema de fuerza de cizallamiento? 	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar el efecto de la desproteización adamantina con hipoclorito de sodio al 5%, y ácido fosfórico 37% e hipoclorito de sodio al 5% en la magnitud de resistencia adhesiva de brackets ortodónticos evaluados mediante un sistema de fuerza de cizallamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • La desproteización adamantina con ácido fosfórico al 37% e hipoclorito de sodio al 5% (Grupo 3) es superior al del Grupo 2 en la magnitud de resistencia adhesiva de brackets ortodónticos evaluados mediante un sistema de fuerza de cizallamiento. 					
--	--	--	--	--	--	--	--

Imágenes

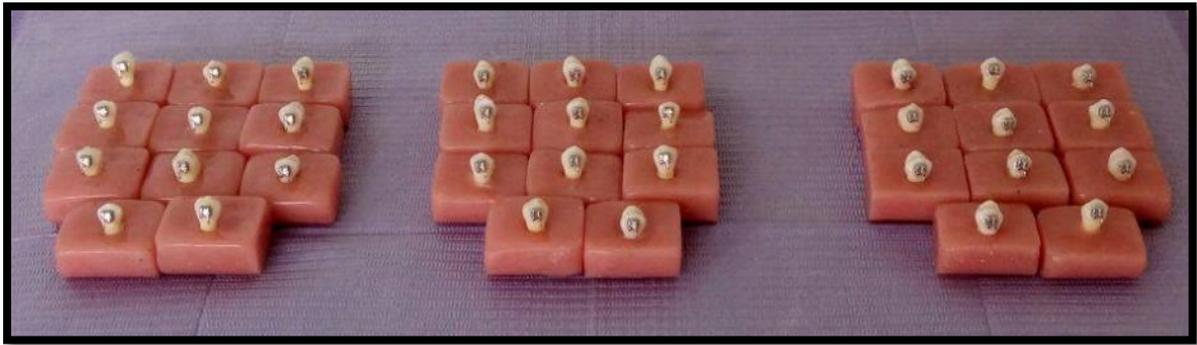


Gráfico N° 05

Muestras agrupadas de acuerdo al tratamiento aplicado al esmalte

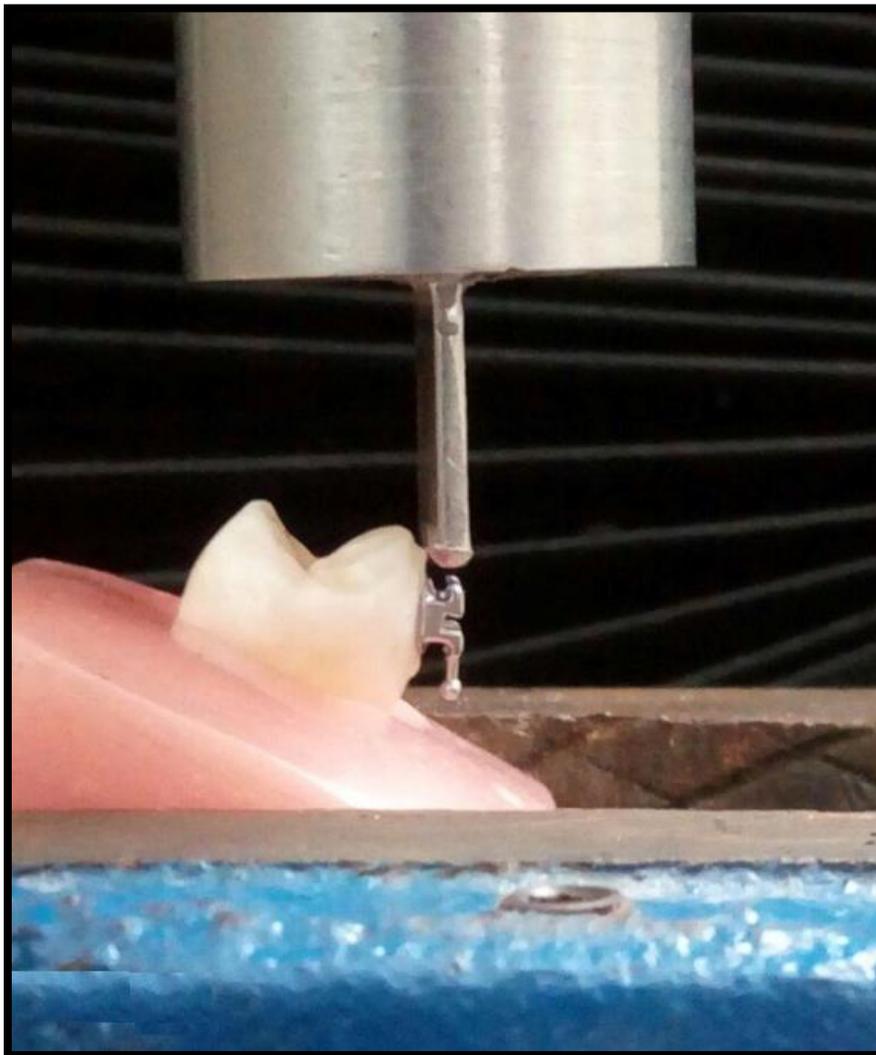


Gráfico N° 06

Muestra sometida a Máquina digital de ensayos universales CMT-5L

Tabla N° 08
Valores de fuerza de cizallamiento del Grupo 1 (Ácido fosfórico al 37%)

INFORME DE ENSAYO N°		IE-0205-2017	EDICION N° 1	Página 2 de 4
RESULTADOS GENERADOS				
GRUPO 1		" Control"		
Espécimen	Área (mm ²)	Fuerza (N)	Esfuerzo (MPa)	Observación
1	11.63	48.73	4.19	Desprendimiento del Bracket
2	11.63	32.36	2.78	Desprendimiento del Bracket
3	11.63	71.03	6.11	Desprendimiento del Bracket
4	11.63	57.47	4.94	Desprendimiento del Bracket
5	11.63	49.47	4.25	Desprendimiento del Bracket
6	11.63	53.19	4.57	Desprendimiento del Bracket
7	11.63	62.21	5.35	Desprendimiento del Bracket
8	11.63	48.16	4.14	Desprendimiento del Bracket
9	11.63	46.41	3.99	Desprendimiento del Bracket
10	11.63	40.03	3.44	Desprendimiento del Bracket
11	11.63	49.69	4.27	Desprendimiento del Bracket

Tabla N° 09
Valores de fuerza de cizallamiento del Grupo 2 (Hipoclorito de Sodio al 5%)

INFORME DE ENSAYO N°		IE-0205-2017	EDICION N° 1	Página 3 de 4
GRUPO 2				
" Hipoclorito de Sodio"				
Espécimen	Área (mm ²)	Fuerza (N)	Esfuerzo (MPa)	Observación
12	11.63	35.74	3.07	Desprendimiento del Bracket
13	11.63	22.57	1.94	Desprendimiento del Bracket
14	11.63	40.59	3.49	Desprendimiento del Bracket
15	11.63	48.90	4.21	Desprendimiento del Bracket
16	11.63	50.92	4.38	Desprendimiento del Bracket
17	11.63	28.16	2.42	Desprendimiento del Bracket
18	11.63	28.72	2.47	Desprendimiento del Bracket
19	11.63	49.14	4.23	Desprendimiento del Bracket
20	11.63	17.38	1.49	Desprendimiento del Bracket
21	11.63	35.61	3.06	Desprendimiento del Bracket
22	11.63	40.87	3.51	Desprendimiento del Bracket

Tabla 10
Valores de fuerza de cizallamiento del Grupo 3 (Ácido fosfórico al 37% e Hipoclorito de sodio 5%)

INFORME DE ENSAYO N°		IE-0205-2017	EDICION N° 1	Página 4 de 4
GRUPO 3		"Ácido Fosfórico + Hipoclorito"		
Espécimen	Área (mm ²)	Fuerza (N)	Esfuerzo (MPa)	Observación
23	11.63	126.14	10.85	Desprendimiento del Bracket
24	11.63	49.21	4.23	Desprendimiento del Bracket
25	11.63	94.58	8.13	Desprendimiento del Bracket
26	11.63	54.39	4.68	Desprendimiento del Bracket
27	11.63	53.66	4.61	Desprendimiento del Bracket
28	11.63	84.07	7.23	Desprendimiento del Bracket
29	11.63	75.71	6.51	Desprendimiento del Bracket
30	11.63	101.45	8.72	Desprendimiento del Bracket
31	11.63	92.85	7.99	Desprendimiento del Bracket
32	11.63	75.42	6.49	Desprendimiento del Bracket
33	11.63	61.09	5.25	Desprendimiento del Bracket