

UNIVERSIDAD DE PANAMA

VICERRECTORIA DE INVESTIGACION Y POSTGRADO

Maestría en Ortodoncia

**EFFECTO DEL USO DEL SILANO Y/O MICROARENADO EN LA
ADHESION DE LOS BRACKETS METALICOS CEMENTADOS SOBRE
SUPERFICIE DE PORCELANA.”ESTUDIO IN VITRO”.**

Código: CE-PI-327-16-01-17-18

Por:

Dra. Sofía Rositza González Kirilova

Asesor:

Dr Antonio Finlayson

Tesis para optar por el título de máster en Ortodoncia

Ciudad de Panamá

2018

Esta tesis fue evaluada adecuadamente para obtener el título de magister en Ortodoncia,
por el asesor y por el jurado evaluador.

Aprobada el: 17 de Septiembre de 2018

Asesor: Dr. Antonio Finlayson

Jurado Evaluador:

Doctor Raul Morales

Doctora Kira Singh

Doctor Antonio Finlayson

Decanato de la Facultad de Odontología de la Universidad de Panamá

Agradecimientos

Me gustaría agradecer en estas líneas a la Facultad de Odontología de la Universidad de Panamá por abrir el espacio para la creación de esta Maestría formadora de profesionales especialistas en Ortodoncia.

A mis asesores al Dr Antonio Finlayson Jr. y la Dra. Marcia Lorencetti por el apoyo, paciencia y orientación durante el desarrollo de esta tesis y por su motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales.

A los docentes de la Maestría por transmitir su conocimiento durante estos tres años, los cuales marcaron cada etapa de nuestro camino en el máster.

A la Universidad Tecnológica de Panamá por prestar sus instalaciones, equipo y recurso humano para completar la parte experimental de esta tesis. Al ingeniero Ernesto Escobar por su amable cooperación y paciencia al realizar la parte práctica.

A mi familia, mi madre por apoyarme en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante, pero más que nada, por su amor.

A mi esposo por ser el apoyo incondicional en mi vida, que con su amor y respaldo, me ayuda a alcanzar mis objetivos.

A mi hijo quien llegó a acompañarme el último semestre de mi maestría y quien ha sido el motor de inspiración para concluir este proyecto.

A mis compañeros de la maestría; que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que hasta ahora, seguimos siendo amigos.

Y a todos aquellos que participaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis.

¡Gracias a ustedes!.

Tabla de Contenido

TABLA DE CONTENIDO.....	iv
LISTA DE TABLAS.....	vii
LISTA DE GRAFICAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
CAPITULO 1: INTRODUCCION.....	1
1. Introducción.....	2
1.1. Tema.....	4
1.2. Antecedentes.....	6
1.3. Justificación.....	15
2. Planteamiento y formulación del problema.....	17
2.1 Definición de términos.....	17
2.1.1. Silano.....	17
2.1.2. Adhesión.....	18
2.1.3. Microarenado.....	18
2.1.4. Porcelana.....	19
2.1.5. Bracket metálico.....	20
2.2 Alcance y limites del problema.....	21
2.3 Definición de Hipótesis.....	20
3. Objetivos.....	22
3.1. Generales	22

3.2. Específicos.....	22 v
CAPITULO 2: REVISION DE LA LITERATURA.....	23
4. Estado del Arte	24
4.1. Adhesión	24
4.1.1. Adhesivo.....	26
4.1.2. Diseño de la base del bracket.....	30
4.2. Porcelana Dental.....	32
4.3. Preparación de la superficie de porcelana.....	36
4.3.1. Microarenado.....	37
4.3.2. Grabado Ácido.....	38
4.4. Silanización.....	40
Capítulo III. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.....	43
5. Metodología de la investigación.....	44
5.1. Operacionalización.....	44
5.1.1. Etapa 1: Familiarización con el tema.....	44
5.2. Técnica, Tipo e instrumento de investigación.....	45
5.2.1. Técnica, tipo e instrumento de investigación.....	45
5.3. Operacionalización del método de investigación.....	47
5.3.1. Etapa 1: Preparación y recolección de la muestra.....	47
5.3.2. Etapa 2: Medición de las variables de la investigación.....	47
5.3.3. Etapa 3: Correlación de las variables.....	49
5.4. Variables de la investigación.....	49
5.5. Hipótesis.....	49

5.6. Sujetos de la investigación.....	49 vi
5.6.1. Criterios de la inclusión.....	50
5.6.2. Criterios de exclusión.....	50
5.7. Recolección de los datos.....	51
5.8. Instrumento de medición.....	56
5.9. Análisis de los Datos.....	58
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	59
6. Análisis y discusión de los resultados.....	60
6.1. Población y muestra.....	60
6.2. Presentación de los resultados.....	61
6.3. Resultados estadísticos.....	63
6.4. Comprobación de la hipótesis.....	64
6.5. Discusión.....	73
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	78
7. Conclusiones y recomendaciones.....	79
7.1. Conclusiones.....	79
7.2. Recomendaciones.....	81
8. Referencias bibliográficas.....	82
9. Anexo.....	94

Lista de tablas

vii

Tabla 1. Protocolos de cementados.....	60
Tabla 2. Resultados de las pruebas.....	61
Tabla 3. Estadísticas descriptivas de la fuerza de adhesión en cada grupo de estudio.....	63
Tabla 4. Análisis de varianza de la fuerza de adhesión en MPa en los grupos de estudio.....	65
Tabla 5. Prueba de comparación múltiple de Tukey.....	66
Tabla 6. Distribución de frecuencia (grupo1).....	68
Tabla 7. Distribución de frecuencia (grupo2).....	69
Tabla 8. Distribución de frecuencia (grupo3).....	70
Tabla 9. Distribución de frecuencia (grupo 4).....	71

Lista de Gráficas

Grafica 1. Media en Mpa de los grupos de estudio.....	64
Grafica 2. Comparación de las medias de adhesión en los grupos de estudios.....	67
Grafica 3. Distribución de frecuencia absoluta Grupo 1.....	68
Grafica 4. Distribución de frecuencia absoluta Grupo 2.....	69
Grafica 5. Distribución de frecuencia absoluta Grupo 3.....	71
Grafica 6. Distribución de frecuencia absoluta Grupo 4.....	72

Figura 1 Resina de cementación de bracket 3M Unitek.....	28
Figura 2 Pasos de cementación.....	30
Figura 3. Base Mesh.....	31
Figura 4 Microarenador intraoral.....	37
Figura 5. Ácido fluorhídrico Bisco.....	40
Figura 6. Silano Bisco.....	42
Figura 7: software TRAPEZIUM 2.....	57
Figura 8 : maquina tensionadora SHIMADZU AGS-J.....	57
Figura 9 y 10. Proceso de preparación de las muestras. Montado de dientes sobre bloques de acrílico.....	94
Figura 11 y 12. Proceso de Microarenado del grupo correspondiente.....	94
Figura. 13, 14,Proceso de cementación de muestras.....	95
Figura. 15 y 16. Grabado con ácido fluorhídrico por 2 minutos y enjuague por 30 segundos.....	95
Figura 17 y 18. Colocación y fotopolimerización de adhesivo.....	96
Figura 19 y 20. Cementación de bracket.....	96
Figura 21.Pruebas en maquina tensionadora de ensayo SHIMADZU AGS-J.....	97
Figura 20. SHIMADZU AGS-J.....	97

En los últimos años la demanda de tratamientos estéticos odontológicos ha aumentado, sobre todo la utilización de restauraciones estéticas de porcelana, igualmente ha aumentado el interés de atención ortodóntica por parte de pacientes adultos, es por esto que el ortodoncista se ha visto en la necesidad de buscar opciones para lograr una adecuada adhesión de brackets sobre porcelanas para llegar a cumplir con su objetivo en el tiempo previsto y con los mismos resultados.

El objetivo del presente estudio es determinar si el microarenado de la superficie de porcelana y el uso de silano afecta en la adhesión de los brackets metálicos cementados sobre superficies de porcelana.

Para esto se realizó una investigación de tipo experimental (in vitro), recolectando la información de la resistencia a la tracción en una maquina tensionadora de ensayo SHIMADZU. Se utilizaron 60 coronas de porcelana, y a la cual se cementaron brackets metálicos siguiendo cuatro protocolos de cementado.

En base a los resultados obtenidos se concluyó que el uso combinado de microarenado de la superficie de porcelana y de silano luego del grabado ácido, influye en la adhesión de brackets metálicos cementados sobre porcelana, sin embargo no hubo diferencia significativa con la utilización del silano sin el microarenado, el cual también fue efectivo; el microarenado solo no dio resultados favorables de adhesión.

Palabras clave: Adhesión, microarenado, silano, porcelana.

Abstract

In recent years the demand for esthetic dental treatments has increased, especially the use of esthetic porcelain restorations, as well as increased interest in orthodontic care by adult patients, which is why the orthodontist has been in need to achieve an adequate adhesion of brackets on porcelain to reach its objective and with the same results to obtain a successful treatment.

The objective of the present study is to determine if the sandblasting of the porcelain surface and the use of silane affects the adhesion of the cemented metal brackets on porcelain surfaces.

An experimental (in vitro) research was carried out, collecting the information of the tensile strength in a SHIMADZU test tensioning machine. 60 porcelain crowns were used, and to which metal brackets were cemented following four cementation protocols.

Based on the results obtained, it was concluded that the combined use of sandblasting of porcelain and silane surface after acid etching does affect the adhesion of cemented metal brackets on porcelain, however there was no significant difference and the use of silane without the sandblasting was also effective; the sandblasting alone did not give effective adhesion results.

Keywords: Adhesion, sandblasting, silane, porcelain.

CAPITULO I
INTRODUCCION

Introducción

La Ortodoncia es la rama de la odontología que se encarga de la prevención, intercepción y corrección de las maloclusiones dentarias y discrepancias esqueléticas, es decir, estudia y corrige los posicionamientos funcionales y estéticos incorrectos y los contactos de los dientes entre sí o con la arcada dentaria opuesta que pueden ser consecuencia de un desarrollo inadecuado, pérdida de dientes o crecimiento anormal de los maxilares (Fernández Palomino, 2014).

Desde hace más de 25 años los brackets se unen directamente al esmalte en lugar de ser soldados a bandas; el procedimiento básico de adhesión fue propuesto en 1955 por Buonocore y consistía en atacar la superficie del esmalte con un ácido para provocar microporosidades que permitan la retención mecánica del medio de fijación. En la actualidad el procedimiento sigue siendo básicamente el mismo; las modificaciones sustanciales que se han hecho, han sido enfocadas al desarrollo del polímero de fijación y al tipo de brackets (Inagaki et al, 1989).

Cuando dos sustancias están en contacto íntimo, las moléculas de una se insertan en las moléculas de la otra. Esta fuerza se denomina adhesión. (Phillips R, 1993).

En Ortodoncia esta adhesión se ve dificultada cuando nos encontramos con una superficie distinta tales como resina, metal o porcelana. Hoy en día muchos pacientes que buscan tratamientos de ortodoncia son pacientes adultos y la mayoría ha pasado por algún tipo de tratamiento restaurativo y poseen superficies diferentes a la estructura dental. (Palacios et al, 2004).

Las restauraciones de cerámica y metal cerámica son utilizadas para alcanzar la rehabilitación estética natural de las piezas perdidas, especialmente en pacientes adultos y es aquí donde el ortodoncista se enfrenta a la necesidad de adherir ya sea brackets o alambres de retenedores finales fijos a estructuras como estas. (Zachrisson, 1996).

Con este proyecto de investigación busco comprobar y establecer un protocolo de cementación de brackets metálicos a superficies de porcelana confiable y práctico, que permita al ortodoncista culminar con éxito su tratamiento.

Con base en lo anterior el objetivo del presente estudio es determinar si el microarenado de la superficie de porcelana y el uso de silano afecta en la adhesión de los brackets metálicos cementados sobre superficies de porcelana.

El siguiente proyecto de investigación lleva por título: **Efecto del uso del silano y/o microarenado en la adhesión de los brackets metálicos cementados sobre superficie de porcelana. “Estudio in vitro”**

1.1 Tema

El objetivo del tratamiento ortodóntico es devolver las características de la oclusión normal al paciente y para esto es importante definir la estrategia de tratamiento a utilizar, los dispositivos mecánicos y recursos auxiliares que se necesitaran para el éxito del tratamiento. El uso adecuado de los materiales ortodónticos es importante para poder cumplir con los objetivos planteados. (Ramos M.2010).

La porcelana dental es un material translúcido compuesto, formado por cristales de cerámica como la alúmina y el cuarzo en una matriz vítrea no cristalina (amorfa), a la cual se le adicionan pigmentos que le dan color (Craig, 2000).

Dentro de los tipos de porcelana más comunes utilizados encontramos la Porcelana feldespática, Porcelana aluminosa y la Porcelana vítrea. La feldespática está hecha del mineral feldespar con adición de color y traslucidez, sílice, alúmina con pequeñas cantidades de oxido de potasio y oxido de sodio para controlar la expansión. (Zachrisson, 1996).

Existen 3 métodos de adhesión en superficies de porcelana:

Método mecánico, que consiste en la remoción de la capa superficial del glaseado ya sea con el uso de fresas o el microarenado de la superficie;

El método químico que consiste en el uso de agentes químicos que modifican la superficie de la porcelana permitiendo que se adhiera el adhesivo a su superficie entre estos agentes químicos tenemos el ácido fluorhídrico, el silano.

La combinación de ambos métodos anteriormente citados se ha demostrado dentro de la literatura, que es la opción más eficaz (Zachrisson, 1996).

El Microarenado es un método mecánico de retención en el cual se utiliza oxido de aluminio con un microarenador. Bourke encontró que este procedimiento, por sí solo, no es eficaz en la adhesión del bracket a la porcelana sino que ocasiona daños permanentes a la estructura, creando microfracturas, haciendo imposible mantener la restauración luego de la remoción de los brackets al finalizar el tratamiento ortodóntico; Sin embargo unido al uso de silano se podría logra una fuerza de adhesión eficiente entre bracket y porcelana. (Bourke, 1999).

Entre los métodos químicos para acondicionar la superficie de porcelana se encuentra el ácido fluorhídrico y el silano. El ácido fluorhídrico ha sido el más estudiado (Bourke, 1999); sin embargo, es de suma importancia tener en cuenta que este químico es tóxico pudiendo causar irritación de las mucosas, tejidos blandos, ardor y dolor por lo que su manejo debe ser cuidadoso considerando que el tiempo que se debe dejar actuar, puede oscilar entre los dos a cuatro minutos (Trakyal, 2009); es importante eliminar los restos del ácido con agua abundante o neutralizándolo con bicarbonato, sustancia que tiene un pH básico (Zachrisson, 1996).

El silano está conformado por moléculas de silano y acrílicas, las moléculas de silano reaccionan formando un enlace químico con el sílice que es el compuesto inorgánico de la porcelana dando como resultado que las moléculas acrílicas se unan a la parte orgánica del adhesivo. Por esta razón, el efecto en la fuerza de adhesión del silano es menor cuando el contenido de sílice es bajo en la porcelana. (Zachrisson, 1996).

1.2 Antecedentes.

Wood et al. En 1986 comparó el efecto del deglaseado previo a la adhesión de brackets y concluyó que las rugosidades en la superficie al realizar el retiro del glaseado, el uso de adhesivo y un buen cemento se logró buena adhesión ortodóntica a la porcelana.

Smith en 1988 realizó un estudio sobre la fuerza de adhesión ortodóntica en la porcelana, donde expresaba que la superficie de porcelana glaseada no permitía la penetración de la resina para la adhesión del bracket; logró comprobar que al crear rugosidades en la superficie de la porcelana y acondicionarla con silano se logró obtener fuerza de adhesión adecuada para un tratamiento clínicamente exitoso; al igual que la utilización de silano por sí solo, logró una correcta adhesión; mientras que solo hacer áspera la superficie sin algún agente acondicionador no fue suficiente para lograr adhesión ortodóntica.

Nebbe en 1996 realizó un estudio en donde comparó la adhesión del bracket a la superficie de porcelana en función de la remoción del glaseado de la superficie, la fuerza de adhesión inicialmente fue significativamente mayor en las superficie sin el glaseado que aquellas a las cuales no se le removió el glaseado de la superficie pero luego de un intervalo de 10 minutos la fuerza de adhesión fue mayor en la superficie glaseada; concluyendo también que ocurren muchas más fracturas en la porcelana sin glaseado (71%), que en la porcelana con glaseado (36%). Y al evaluar las muestras en el microscopio electrónico, el deglaseado no aumentó substancialmente la adhesión micro

mecánica de la resina. Este estudio indicó que la remoción del glaseado puede no ser necesaria para lograr la adhesión efectiva del bracket a la porcelana.

Zachrisson en 1996 evaluó varias técnicas para acondicionar las superficies de porcelana, reportando una fuerza de adhesión de 2,8 MPa usando arenado con óxido de aluminio como único método; reveló también que no existe diferencia significativa entre la fuerza de adhesión de brackets sobre piezas grabadas con ácido fosfórico y sobre porcelana grabada con ácido fluorhídrico. El uso de ácido fluorhídrico mejoró la adhesión sobre porcelana feldespática, pero no fue así en aquellas porcelanas con alto contenido de óxido de aluminio donde sería necesario incorporar arenado al procedimiento.

Cochran et al., en 1997 realizó un estudio para comparar la adhesión en superficies de porcelanas tratadas de cuatro maneras distintas, una con microarenado; otra con microarenado y silano; grabado con ácido fluorhídrico con silano y la última superficie pulida y silano (grano de 600mc); obteniendo que todas las superficies silanizadas presentaron buena adhesión, sin embargo el uso de silano aumentaba el riesgo de fractura al remover la aparatología, con lo que concluyó que el uso del silano puede no ser recomendable para una adecuada cementación directa.

Según Gillis y Redlich, en 1998, No encontraron diferencias significativas en la fuerza de adhesión entre la porcelana microarenada y procedimientos que no requerían eliminar el glaseado; la porcelana micro arenada pierde el glaseado y aumenta la rugosidad de forma localizada solo en la zona destinada para la cementación de los brackets.

Bourke y Rock en 1999 reportaron una fuerza de adhesión de 1,47 MPa usando microarenado con óxido de aluminio sin otra técnica de acondicionamiento.

Se considera que una fuerza de unión adecuada en la adhesión de los brackets al esmalte debe ser de 6 a 8 MPa. (Bourke, 1999).

De acuerdo con estos estudios se pudo concluir que además del aumento del riesgo de fractura y disminución de la resistencia de la porcelana, para su acondicionamiento estos métodos mecánicos no aumentan los niveles de fuerza de adhesión por sí solos, e incluso no son suficientes para mantener adheridos los brackets durante el tratamiento. Sugiere que la adhesión óptima a una superficie de porcelana debe permitir el tratamiento de ortodoncia sin falla en la adhesión y sin dañar su integridad después de la remoción de los brackets. (Bourke, 1999).

Los métodos químicos para la preparación de la superficie de porcelana incluyen diferentes sustancias, siendo el más estudiado el ácido fluorhídrico (AFH) en diferentes concentraciones. Otras sustancias utilizadas son el fluoruro fosfato acidulado y el ácido fosfórico al 37%. (Bourke, 1999).

Bjorn y Zachrisson en el 2000 demostraron que el uso de ácido fluorhídrico aumenta la fuerza de adhesión de la aparatología ortodóntica sobre porcelana, en dicho estudio de 183 aditamentos adheridos a porcelana usando ácido fluorhídrico al 9.6%, solamente 17 se desprendieron durante el tratamiento.

Kato et al, en el 2000 determinan la adhesión de una resina sin relleno a superficies de porcelanas tratadas con 5 métodos, donde luego de la preparación, dos discos de porcelana fueron cementados juntos con la resina y se determinó la fuerza de

adhesión antes del termo ciclado donde la mayor fuerza de adhesión se generó con el uso de ácido hidroclórico sulfúrico (SHF) y el ácido fluorhídrico (HFA), mientras que luego del termociclado se vio reducción en todos los grupos, sin embargo estos dos se mantuvieron con mayor efectividad para retener la resina acrílica a la porcelana. También comprobaron que si no se trata la superficie se obtienen características retentivas insuficientes.

Kocaderell et al, en el 2001, encontraron que la preparación de la superficie de porcelana con ácido seguido de la aplicación del silano, presento estadísticamente mayor fuerza de adhesión, al igual que el microarenado previo a la colocación del silano obtuvo resultados similares, pero el microarenado y el grabado ácido solos, fueron menos efectivos. Se recomienda la aplicación del silano para lograr alcanzar fuerzas de unión clínicamente aceptables.

Schmage en 2003, comparó 4 métodos diferentes para tratar la superficie de porcelana antes de realizar la cementación del bracket y encontró que el uso de fresas diamantadas y microarenado crearon mayor rugosidad en la superficie al compararlo con el ácido fluorhídrico y el método de silicatización, lo que sugiere que es preferible el uso de los últimos dos métodos mencionados si se desea preservar la restauración una vez removida la aparatología; mientras que el uso del silano combinado con el ácido fluorhídrico no aumentó significativamente la fuerza de adhesión, pero combinado con el microarenado mejoró la adhesión.

Swart en el 2003, publicó un protocolo de adhesión a porcelana basado en la utilización de la unión química mediante el uso de silano como agente de unión,

realizando una preparación especial de la superficie de porcelana utilizando ácido ortofosfórico más acondicionador de porcelana (los cuales están compuestos de etanol y agente de unión de silano) en una mezcla que deja 1 minuto para luego ser removida y aplicar el silano que une químicamente la silicona en la porcelana al cemento acrílico utilizado para la adhesión.

En 2004, Palacios et al, realizaron un estudio in vitro donde determinaron la resistencia a la tracción de brackets metálicos cementados con resina compuesta de fotocurado sobre porcelana feldespática silanizada, grabada con ácido fluorhídrico al 9,6% en dos tiempos de aplicación diferente, con y sin asperización previa de la porcelana concluyendo que la técnica más adecuada para preparar la superficie de porcelana es grabar con HF al 9,6 % por 2 minutos y luego aplicar silano.

Moreira en el 2006 realizó un estudio con el objetivo de evaluar el tiempo de grabado ácido y el estado de la superficie luego de la remoción de los brackets; encontró que el acondicionamiento con ácido fluorhídrico al 10 % por 1 minuto, seguido de la aplicación de silano, adhesivo y resina fue considerado el mejor método para preparar la porcelana.

En el 2006, Nagayassu y col, evaluaron la resistencia de unión entre un cemento resinoso y una porcelana feldespática sometida a diferentes tratamientos de superficie. Todas las muestras fueron silanizadas y divididas en: (1) ácido fluorhídrico al 10% (HF) por 2 minutos; (2) HF al 10% por 4 minutos; (3) chorro a 50 μm de óxido de aluminio por 5 segundos; (4) chorro + HF por 2 minutos; (5) chorro + HF por 4 minutos; (6) control (sin tratamiento). El condicionamiento ácido por 2 minutos presentó resultados

significativamente superiores al acondicionamiento por 4 minutos y al grupo control; no difirió estadísticamente del chorro asociado al ácido fluorhídrico por 2 o 4 min. Los autores concluyeron que solamente el uso del ácido fluorhídrico por 2 minutos es suficiente para aumentar la resistencia de unión.

Karan en 2007 evaluó la adhesión ortodóntica luego del acondicionamiento de la superficie en tres diferentes tipos de superficies cerámicas (feldespática, base de leucita y base de disilicato de litio) determinando la efectividad de los diferentes métodos convencionales de acondicionamiento de las superficies y encontró que todos los métodos exceptuando el microarenado solo, mostraron suficiente fuerza de adhesión a los tres tipos de cerámicas, también observó que al remover la aparatología en los grupos de cobertura con silica y el de microarenado más silano mostraron mayor adhesión pero también mayor incidencia de fractura en la cerámica, Karan concluye que para efectos clínicos si no se conoce el tipo de porcelana el mejor método sería silano combinado con recubrimiento de silica o ácido HF después del microarenado.

Mientras que el mismo año 2007, Sarac y colaboradores realizaron una comparación de tres métodos diferentes de acondicionamiento sobre superficies de porcelana feldespática y comparó la eficiencia de 3 diferentes técnicas de pulido de la superficie luego de removida la aparatología y encontraron el microarenado y el microarenado más ácido hidrofúrico creaban mayor rugosidad en la superficie de porcelana que el ácido hidrofúrico solo.

Brentel y cols, en el 2007 evaluaron la durabilidad de la fuerza de unión entre los cementos de resina a la cerámica feldespática relacionado con los diferentes regímenes

de preparado de la superficie con o sin la aplicación del silano como agente de acoplamiento; concluyendo que la silanización de la cerámica feldespática luego del grabado ácido con APF y HF aumenta la fuerza de unión microtensil significativamente, mejorando los resultados de la unión.

Luego Soberantes de la Fuente et al, en el 2007, compararon la adhesión sobre la superficie de porcelana utilizando dos ácidos HF de diferentes concentraciones, 9.5% y 3%, encontrando mejores resultados al utilizar el de 3% de concentración.

Trakyali et al, en 2009, compararon también las concentraciones de dos ácidos HF de 9,5 y 5 %, encontrando que no existe diferencia significativa entre porcentajes, recomendando el uso de el de menor concentración intraoral para evitar daños al tejido.

Elham et al, en 2010, evaluó la unión de brackets metálicos y cerámicos a dos diferentes tipos de coronas de porcelana pura, IPS Empress 2 y In- Ceram Alúmina, utilizando diferentes protocolos, encontrando que se incrementaba significativamente la fuerza de unión donde se microarenó la superficie combinado con grabado ácido con HF, mientras que la más baja fue aquella en donde se utilizó bracket metálico y solo se microarenó la superficie sin utilizar grabado ácido. También encontró que el patrón de fallo de la unión de los brackets metálicos fue en la interface adhesivo-restauración, mientras que en los brackets cerámicos fue en la interface adhesivo-bracket.

Vatarugegrid, et al, en 2010, comparó la unión del bracket metálico sobre superficie de porcelana tratada con ácido contra aquella solo tratada con silano. En este caso decidieron utilizar el ácido fosfórico al 1.23% ya que Nelson y Barghi ya habían encontrado en un estudio previo que el ácido fosfórico por 10 minutos producía unión

comparable al HF por un minuto y además que el HF es potencialmente tóxico; Vatarugegrid finalmente encontró que no existía diferencia significativa entre la superficie grabada y la solamente silanizada, ambas previa remoción del glaseado con discos. Concluyó que el grabado con Ácido fosfórico puede ser una alternativa de preparación de superficie cuando se cementa bracket metálico a superficies de porcelana previa remoción de glaseado con fresas de piedras verdes.

En el 2011 Ballesteros et al, compararon el uso del ácido fosfórico al 37% por 90 segundos y el hidrofúrico al 9.6% por 60 segundos, ambos usaron después el silano por 60 segundos y encontraron que se lograba mejor adhesión a la porcelana con el uso del ácido fosfórico; con el ácido fluorhídrico se logró fuerza de adhesión aceptable, pero debido a su toxicidad, daño permanente a la superficie de porcelana y la protección necesaria durante su uso clínico, no lo recomiendan como método de primera elección.

Mohammad et al, en el 2013 compararon la adhesión de brackets en dos tipos de porcelanas, la porcelana feldespática y disilicato de litio, con dos tipos de resinas, la resina ortodóntica convencional y composite de resina con nano rellenos, en todos utilizando el mismo protocolo adhesión, que consiste en microarenado de la superficie, grabado con AHF y colocar silano. No encontraron diferencia significativa entre el tipo de porcelana, pero si concluyen que es recomendable el uso del composite con nano partículas debido a que se ve afectada la superficie al remover los bracket.

Según Ourahmoune, 2013, El microarenado consiste en proyección de finas partículas abrasivas, para tratar la superficies obteniendo variaciones morfológicas de la superficie. En su estudio donde utilizaron diferentes tipos de materiales para medir el

grado de efectividad del uso del microarenado concluyeron que dependiendo del tipo de material, si presentan más fibras en su estructura se obtiene mayor efectividad.

Elham et al, en 2015, estudiaron diferentes presiones en el microarenado de la porcelana feldespática para evaluar si existe diferencia significativa de las presiones utilizadas en la fuerza de adhesión, y encontraron que la diferencia en las presiones incrementaba la rugosidad de la superficie de la porcelana pero no había diferencia significativa en la fuerza de unión.

Amitoj et al, en 2016, evaluaron la fuerza de adhesión tensil de brackets de ortodoncia metálicos sobre superficies microarenadas de porcelanas feldespáticas y zirconia comparado con la adhesión solamente micro mecánica a la base del aditamento encontrando que la fuerza de unión fue mayor con el uso de microarenado, acondicionador de porcelana y adhesivo que aquellas donde solo se utilizó retención micro mecánica.

1.3 Justificación

La ortodoncia ha sufrido muchos cambios en los últimos años respecto a los materiales y mecanismos utilizados para lograr los objetivos del tratamiento, pero a la vez también ha cambiado el grupo de pacientes a los cuales se dirige la atención ortodóntica, aumentando el grupo de adultos en busca de tratamiento; Según la Asociación Dental de California en el 2002 el 25 % de los pacientes que iniciaron el tratamiento de ortodoncia al año fueron adultos (CDA, 2002). Estos pacientes generalmente presentan algún tipo de restauración de porcelana ya sean carillas o coronas de metal porcelana, dando al ortodoncista el reto de cumplir con su objetivo en el tiempo previsto y con los mismos resultados (*Kao, 1988*).

Es por esto que unir los accesorios metálicos a superficies de porcelana se está convirtiendo en un procedimiento común, dando al especialista dos grandes retos, uno es lograr reducir al mínimo la falla de unión durante el tratamiento y el otro es lograr mantener adecuada estética de la restauración sin causar alteraciones irreversibles en la superficie de porcelana luego de remover los brackets. (*Gillis, 1998*).

Numerosos métodos se han reportado para acondicionar las superficies de porcelana antes de la adhesión. Éstos se pueden clasificar en tres grupos principales: mecánicos, químicos o una combinación de los dos anteriores. La preparación mecánica se realiza mediante abrasión con piedras verdes, fresas de diamante de grano grueso, microarenado con óxido de aluminio o sílice, o discos de diamante (*Saraç et al, 2007*).

Se ha demostrado que aunque la rugosidad de las superficies de porcelana aumenta la fuerza de adhesión, también aumenta el riesgo de fractura de la porcelana durante la remoción de los brackets (Ballesteros et al, 2011)

Unido a esto están los efectos tóxicos producidos por algunos agentes químicos utilizados, como el ácido fluorhídrico. El grabado ácido convencional resulta ineficaz en el acondicionamiento de las superficies de porcelana (Zachrisson, 1998).

La técnica adhesiva en ortodoncia ha sido modificada numerosas veces, desde su inicio cuando contábamos con métodos mecánicos como bandas hasta la actualidad que se utiliza adhesión directa del bracket a la superficie dental o a la restauración; estas modificaciones han dado paso al desarrollo de materiales y diferentes protocolos de adhesión (Begg, 1962).

El propósito de la investigación será determinar si el microarenado de la superficie (retención mecánica) y el uso de silano (retención química) o la combinación de ambos influye en la adhesión de los brackets metálicos cementados sobre superficies de porcelana, y de esta manera definir un protocolo de cementado sobre porcelana adecuado para aumentar la capacidad de solucionar los casos con éxito y en el menor tiempo necesario.

2. Planteamiento y formulación del problema

Debido a esto se plantea la siguiente formulación del problema de investigación:

¿Qué efecto tiene el uso del silano y el microarenado de la superficie de porcelana, en la adhesión del bracket metálico?

2.1. Definición de términos

A continuación se procede a explicar los términos utilizados para dar respuesta a la pregunta de esta investigación:

2.1.1. Silano

El silano inicialmente fue estudiado con fines restaurativos para reparación de fracturas en restauraciones de porcelana, luego surge la Ormco con el primer “primer” para cementar brackets sobre porcelana. Los primeros en estudiarlo y compararlo con otros imprimadores fueron Wood et al. en 1986, al cementar un grupo de brackets metálicos sobre dientes en porcelana glaseados y otro grupo sin glaseado; los resultados de la fuerza de adhesión fueron 14,2 y 20,3 lb, respectivamente (Wood et al., 1986).

En odontología, el silano como agente de unión es presentado en la forma de “primer de porcelana”; existen varios tipos de primers de porcelana en el mercado en la actualidad, cada uno con diferentes componentes químicos. (Swartz, 2003).

Para esta propuesta de investigación se tomara como silano, al agente de unión entre la porcelana preparada y el cemento utilizado para adherir el bracket metálico.

2.12. Adhesión / fuerza de adhesión

La adhesión se define como la unión íntima que se da entre dos superficies de distinta naturaleza química por consecuencia de fuerzas de dos tipos, las primeras químicas y/o electrostáticas y las segundas mecánicas (Soberantes et al, 2007).

Según la ISO 114 05:2003, la adhesión es el estado donde dos superficies permanecen unidas por fuerzas químicas o físicas o ambas con la ayuda de un adhesivo.

La adhesión es el resultado de un conjunto de interacciones que contribuyen a unir dos superficies, el esmalte por un lado y la base del bracket por otro. Esta unión se produce por medio de un cemento (Toledano, 2003).

Para lograr la adhesión efectiva del bracket a la porcelana es necesario seguir una serie de métodos para acondicionar la porcelana antes de la utilización del cemento, estos pueden ser mecánicos, químicos o una combinación de ambos (Breschi et al. 2008)

2.13. Microarenado

El microarenado es un método común para tratar la superficie y lograr aumentar la retención micro mecánica, donde las partículas de oxido de aluminio remueven las fases superficiales de la cerámica y crea irregularidades en su superficie lo que aumenta las micro retención de la unión mecánica (Ozcan, 2003)

El proceso de microarenado fue patentado el 19 de abril de 1938 en la oficina de Patentes de Estados Unidos, en ese momento se explica el proceso como: “método mejorado de manipulación de arena y vapor de agua u otro fluido portador de humedad para la limpieza de piedras u otras superficies. Se emplea una boquilla desde la cual se descarga la arena y el vapor y la boquilla está construida para producir un efecto

atomizador por el cual el vapor se hace pasar por debajo a alta presión y se utiliza para extraer o succionar la arena de una línea de alimentación a través de la boquilla para descargarla contra la superficie que se está limpiando” (George Rhodes, 1938).

Luego en 1993 Philips Ho, patentiza el aparato dental para microarenado con la descripción de “Recipiente de chorreado dental en forma de una copa transparente de pared flexible que tiene una abertura de entrada ampliada a través de la cual se va a conducir la boquilla de dispensación y la punta de la herramienta de chorreado de arena. Incluido dentro de la copa y opuesto a la abertura de entrada hay una abertura de acceso que rodea una parte del diente que se va a reparar. También se incluye dentro de la copa una abertura con arena dispensada de la herramienta de chorreado para ser descargada a través de la abertura de salida” (Philips Ho, 1993).

2.14. Porcelana

Según Craig la porcelana dental es un material translúcido compuesto; formado por cristales de cerámica como la alúmina y el cuarzo en una matriz vítrea no cristalina (amorfa), y se adicionan pigmentos que le dan color (*Craig, 2000*).

Las porcelanas dentales están formadas básicamente por un vidrio en el que se encuentran partículas más o menos grandes de minerales cristalizados; es decir, una fase vítrea (feldespatos) de estructura atómica no periódica y por lo tanto amorfa que contiene una fase ordenada periódica y por lo tanto cristalina (sílice) y de los tres elementos derivados del sílice que más importancia tienen dentro de la porcelana: el cuarzo o sílice, los feldespatos y el caolín. Clasificar las porcelanas tiene como utilidad facilitar la comunicación entre los distintos profesionales, así como el poder situar cada porcelana o

nuevo producto presentado en un comportamiento donde las características tales como temperatura de sinterización, composición y manejo sean compartidas por aquéllas que compongan el mismo grupo (Fonz, 2001).

2.15. Bracket metálico.

Los brackets son los componentes pasivos de la ortodoncia fija, actúan como soportes en la unión de los componentes que producen la fuerza. Los brackets metálicos son de acero inoxidable, de alta calidad, principalmente, tienen una buena fuerza de adherencia y resultan ser más resistentes que los brackets cerámicos debido a su composición (Dragos, 2012).

Es la denominación habitual en ortodoncia para el aditamento terapéutico que utiliza el ortodoncista, el cual es adherido de manera temporal a los dientes para corregir anomalías de la posición dentaria (Wong, 2017).

En la actualidad existen un sin número de diseños de soportes o mallas de brackets, entre los principales tipos tenemos tres:

- Bases de metal (acero inoxidable).
- Bases cerámicas.
- Bases de plástico (por ejemplo, soportes de policarbonato y los soportes de plástico con esqueleto de metal de refuerzo).

Entre las principales propiedades, la aparatología debe ser capaz de producir fuerzas de ortodoncia y soportar las cargas masticatorias, además de ser estéticos y que se puedan retirar fácilmente al final del tratamiento.

Las bases de los brackets no son compatibles químicamente con la unión al esmalte o a la resina, por esto los diseños de la aparatología ortodóncica están hechos para proporcionar retenciones mecánicas (Knox, 2000).

Para efectos de este estudio se utilizara bracket metálico de acero inoxidable.

2.2 Alcance y limites del problema

Con la presente investigación se determinará si existe efecto significativo del uso de silano y el microarenado, en la fuerza de adhesión a la superficie de porcelana.

Se obtendrá y recopilará la información que luego será empleada para su debido análisis.

Esta investigación no está orientada a determinar ni comparar la efectividad entre las marcas de los diferentes materiales utilizados en el experimento, será concentrada en el registro exclusivo de la fuerza de adhesión mediante la medición de la resistencia a la Tracción de brackets metálicos cementados sobre superficies de porcelana, solamente con la finalidad de determinar cual protocolo es el más eficiente para lograr la adhesión a la porcelana.

2.3 Definición de hipótesis

H1: El uso de silano y el microarenado en la superficie de porcelana mejora la adhesión de bracket metálico.

H0: El uso de silano y el microarenado en la superficie de porcelana no mejora la adhesión de bracket metálico.

3. Objetivos.

A continuación se describen los objetivos del proyecto de investigación

3.1. General

3.1.1. Determinar si el uso del silano y microarenado en la superficie de porcelana mejora la adhesión de bracket metálico.

3.2 Objetivos específicos

3.2.1 Medir la fuerza de adhesión del bracket metálico cementado sobre porcelana tratada con silano y microarenado.

3.2.2 Evaluar la fuerza de adhesión del bracket metálico cementado sobre porcelana tratada con silano sin microarenado.

3.2.3 Medir la fuerza de adhesión de bracket metálico cementado sobre porcelana tratada sin silano con microarenado.

3.2.4 Valorar la fuerza de adhesión de bracket metálico cementado sobre porcelana no tratada.

3.2.5 Establecer el protocolo más efectivo en cuanto a cementado del bracket metálico sobre la superficie de porcelana para uso en la clínica de ortodoncia de la Universidad de Panamá.

CAPITULO II
REVISION DE LA LITERATURA.

4. Estado del arte.

4.1 Adhesión

A continuación se desarrollaran los conceptos relacionados con el tema de investigación, iniciando con el área de adhesión. Los estudios sobre adhesión al esmalte, dentina y cemento constituyen una gran parte de las investigaciones realizadas en el campo de la Odontología, y las principales variables que se evalúan son la microfiltración y la resistencia adhesiva producidas en los distintos substratos dentarios utilizando todo tipo de materiales restauradores (Gómez, 2004).

La técnica del acondicionamiento con ácido fosfórico propuesta por Buonocore en 1955 revolucionó la odontología restauradora e hizo que se pudieran obtener mejores resultados durante los procedimientos adhesivos. Esta técnica se basa en el tratamiento ácido del esmalte, transformando su superficie lisa y suave en una superficie acentuadamente irregular y con mayor energía superficial. Aunque el acondicionamiento del esmalte con ácido fosfórico previo a la aplicación del sistema adhesivo es aún la técnica más recomendada en el esmalte, algunos de los sistemas adhesivos más modernos, denominados autograbadores, se consideran por algunos autores alternativas eficaces para asegurar una adhesión duradera y un buen sellado marginal en las restauraciones de composite (Gomez, 2004).

Esta información es de gran utilidad para el ortodoncista cuando se trata de adhesión del bracket metálico a la superficie dental pero hay cambios cuando necesitamos adherir el bracket metálico a una superficie de porcelana. Al aumentar la demanda de tratamiento ortodóntico por parte del paciente adulto; Nos vemos en la

necesidad de conocer a fondo las modificaciones al protocolo de cementación cuando se nos presentan estos pacientes con restauraciones de porcelana solicitando tratamiento ortodóntico (Canut, 1991).

Por esta razón es necesario que el especialista sea capaz de adherir el bracket con cementado directo a todas las superficies que el paciente presente ya sea oro, amalgama, composite o porcelana (Harary, 1994).

En 1958, Slader aplicando las ideas de Buonocuore sobre el grabado con ácido ortofosfórico, logró aumentar la retención mecánica de las resinas en el cementado de los aditamentos ortodónticos (Quintanilla et al., 1988).

En 1965 Newman utiliza por primera vez el grabado ácido para pegar bracket y en 1977, Zachrisson publicó la primera evaluación pos tratamiento de cementado directo de aparatología ortodóntica.

Los dos tipos de adhesión que pueden producirse en ortodoncia son:

- Adhesión mecánica, donde el material de cementado penetra en la superficie rugosa
- Adhesión química, que corresponde a la unión íntima entre la base y el adhesivo, donde se llevan a cabo uniones iónicas y covalentes, es un proceso reversible que no deja secuelas una vez realizado el tratamiento.

Los componentes presentes en las uniones ortodónticas son: el sustrato, que puede ser el esmalte, metal o composite; el cemento o adhesivo y el bracket (Toledano, 2003).

El sistema de adhesión óptima debe tener tres características básicas,

- primero que su media de fuerza de unión soporte las fuerzas de tensión, cizalla, torque y desalajo;
- segundo, que el rango de fractura sea el mínimo posible y
- tercero, que tenga una distribución de valores estrecha alrededor de su media de fuerza de unión (Smith et al., 1988).

La adhesión de brackets sobre superficies de porcelana se debe a dos procesos que son:

1. Adhesión mecánica, que está determinada por el uso de ácido fluorhídrico que crea porosidades y le da una forma áspera a la superficie de porcelana.

2. Adhesión química, que está dada por el uso del agente de acoplamiento silano que une químicamente las partículas de sílice de la porcelana con el material de adhesión (Swarts, 2003).

Existen dos tipos de fallas que se pueden presentar:

Falla adhesiva es la que ocurre en la interfase de dos materiales distintos.

Falla cohesiva es la que ocurre en el interior de la estructura de uno de los materiales (Herrera, 2005).

4.1.1 Adhesivo

Según las normas ISO 11404, 2003, un adhesivo es una sustancia capaz de mantener materiales unidos.

El uso de los adhesivos se vio incrementado en los años 70 con el uso del grabado ácido y adhesión al esmalte y el uso de resinas acrílicas (super C-ortho), luego en los 80 aparecen las resinas autocurables de dos pasos y dos consistencias (concise). (Trimpeners. 1990).

Luego en los 90 se desarrollaron los cementos de ionómero de vidrio modificados con resinas y activados con luz lo que disminuye el tiempo de colocación de la aparatología y luego se desarrollaron los cementos de resina activados con luz como los que utilizamos en la actualidad (Transbond XT) (Bishara, 2000).

Los cementos dentales son sustancias que sirven para unir elementos externos a la superficie dental. Estos deben poseer baja viscosidad para poder fluir a través de la interfase entre los tejidos duros y el o los elementos adheridos, debe ser capaz de humectar ambas superficies (Barceló, 2003).

Algunas características que deben tener los cementos dentales:

- No causar daño a los tejidos
- Permitir suficiente tiempo de trabajo al operador
- Fluidez para poder ser colocado
- Resistente a las fuerzas funcionales
- No disolverse y mantener un sellado integro.

Al elegir el cemento a utilizar en ortodoncia, debemos considerar las propiedades del material, las características de manipulación, tiempo de trabajo, consistencia y facilidad de remover los excesos del material.

Desde que se crearon los adhesivos para brackets, el método utilizado para evaluar su efectividad ha sido la resistencia al desprendimiento como el de cizalla y tracción; y en las últimas investigaciones se ha tomado como parámetro al Transbond XT (siguiendo los parámetros y normas internacionales para evaluar los materiales adhesivos atendiendo a la ISO 11405).

El adhesivo Transbond XT de fotocurado une brackets metálicos y cerámicos a las superficies dentales. Está disponible en dos presentaciones jeringas y capsulas, este adhesivo utiliza tecnología de curado por luz, lo que permite a la clínica mayor tiempo de trabajo para posicionar correctamente los brackets.

La viscosidad del adhesivo Transbond XT fue diseñada para evitar el deslizamiento de los brackets lo que a su vez evita el desperdicio de material. El control de la polimerización beneficia al paciente y al operador ya que se obtienen citas más cortas. (3M Unitek, 2014).



Figura #1. Resina de cementación de bracket. 3M Unitek.
Fuente: 3M UNITEK

Procedimiento de cementación de bracket según las indicaciones del fabricante.

A. Preparación del diente: 1. Aísle el diente con el sistema de campo seco o con una combinación de retractores, triángulos absorbentes y rollos de algodón. 2. Prepare el diente con pasta o con piedra pómez no oleosa. Enjuague con agua. 3. Seque completamente con aire utilizando una fuente de aire sin aceite o humedad.

B. Grabado ácido

C. Imprimado del diente: Imprimado de superficies con el imprimador Transbond™ XT 1. Seque completamente el diente con aire. 2. Aplique una fina capa uniforme de imprimador en cada superficie del diente que se vaya a adherir. Nota: Puesto que el imprimador Transbond XT actúa como un agente humectante, solo se necesita una película muy delgada de imprimador.

D. Aplicación del adhesivo en jeringas

E. Posicionamiento y polimerización.



figura #2 Pasos de Cementación .
Fuente: 3M UNITEK. Brochure.

El presente estudio utilizo una lámpara inalámbrica de luz LED, con un rango de longitud de onda de 450nm a 470nm, potencia de 1.60 w de potencia y polimerización en 20 segundos.

4.1.2. Diseño de la base del bracket

La adhesión de la base del bracket se da por retención mecánica, para aumentar la efectividad de esta retención con el adhesivo se utilizan diferentes tipos de perforaciones

a la base del bracket, en la malla metálica, pequeños cortes y partículas metálicas filtradas (Smith, 1991).

Kazem et al, en el 2016 realizaron un estudio donde compararon cuatro tipos de brackets cementados a porcelana feldespática y encontraron que el diseño de la base del bracket afecta significativamente la fuerza de unión del bracket a la porcelana feldespática.

El bracket utilizado en este estudio fue el Bracket Advance (Royal Brand) para incisivo superior derecho (#11) prescripción Roth slot 0.022 de acero inoxidable con plataforma de adhesión o base rectangular, con una superficie de 12 mm², monoblock fabricado en sistema MIM (moldeado en inyección de metal); proporcionando fuerza, base mesh que consiste en partículas microscópicas irregulares de acero inoxidable fusionadas juntas y a la base del bracket para crear una red de poros lo que asegura una excelente retención y facilidad de descementación (Ahmed, 2016) como se muestra en la figura 3.

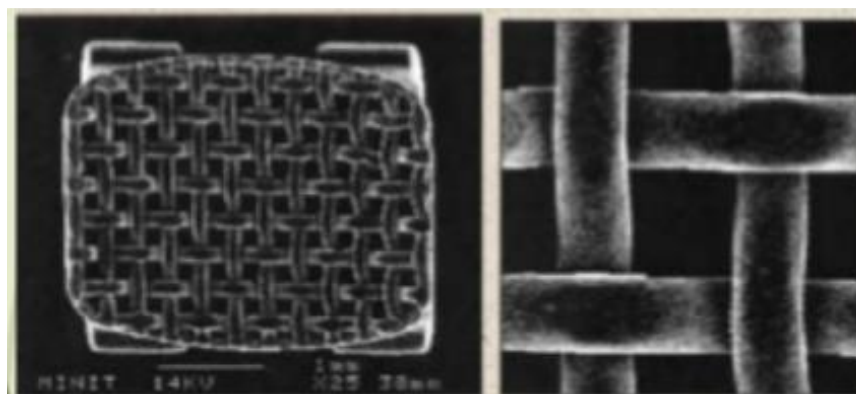


Figura 3. Base Mesh . Fuente: Osama Ahmed. Orthodontic brackets

4.2. Porcelanas dentales.

La porcelana dental es un vidrio feldespático compuesto de dos fases:

- La fase vítrea, en la que se encuentran fundidos alcalinos fundentes y colorantes formando una estructura atómica amorfa; y
- La fase cristalina, formada por cristales de cuarzo o sílice, alúmina y opacificadores formando una estructura ordenada. (Suñol, 1979)

Se prepara la mezcla de los componentes en distintas proporciones y se introduce en una mufla para fundirlos, luego esta mezcla se enfría y se muele para conseguir el polvo de distintos gránulos, y es este polvo el utilizado en los laboratorios mezclados con agua o líquidos especiales para conseguir una masa plástica capaz de moldearla dando la forma dental antes de calentarla, luego pasa a cocción donde se da el sinterizado de la cerámica, o proceso que reúne y compacta bajo presión las partículas para lograr la cocción (Jiménez et al., 1996).

Entre las propiedades que disfruta la porcelana, encontramos:

◆ Propiedades ópticas: Traslucidez similar a la del esmalte, por lo que resulta muy estética.

◆ Propiedades químicas: Gran resistencia a los ácidos; sólo es realmente atacada por el fluorhídrico

◆ Propiedades biológicas: Buena tolerancia por el diente y tejidos circundantes. No se altera con fluidos orales y no favorece la retención de placa.

◆ Propiedades físicas: Entre las que destacan:

- Mala conductora térmica y eléctrica.

- Poca resistencia a la tracción, especialmente a mayor número de grietas en su superficie o en su interior y poca resistencia a las fuerzas tangenciales.

- Alta resistencia a la compresión, mayor que a la tensión ya que este tipo de fuerza tiende, en un primer momento, a cerrar las grietas de su estructura.

- Ante fuerzas de flexión experimentará tensión en una zona y compresión en otra, facilitándose también la fractura del material.

- Modulo de elasticidad alto (6000-7000 dN/mm²) aunque ligeramente inferior al del esmalte (7000-9000 dN/mm²). Esto le permite absorber ciertos impactos sin fracturarse.

- Dureza y coeficiente de abrasión mayores que los del esmalte, por lo que en las interferencias oclusales se produce desgaste del diente natural.

Esmalte: 340 Vickers Porcelana: 590 Vickers

- Coeficiente de dilatación térmica: 7.8×10^{-6} (Adobes, 1999).

Según su composición química se clasifican en: (Fons,2001)

- *Feldespática*: compuesta por cuarzo en un 46-66% y alúmina en un porcentaje entre 11 y 19%. Contienen también Sílica (SiO₂) y pequeñas cantidades de K₂O y Na₂O para controlar la expansión. Caracterizada por poseer mal ajuste marginal, fragilidad, baja fusión y baja resistencia a la flexión.

- *Aluminosa*: cerámica feldespática convencional a la que se añade 40% de alúmina. Se consigue así una mayor resistencia a la flexión pero a cambio se hace más opaca, y por tanto menos estética.

- *Vitrocerámica*: mediante el proceso de ceramización en el laboratorio pasa de ser un vidrio inestable y amorfo a una masa densa de pequeños cristales entrelazados

Las porcelanas feldespáticas, fueron las primeras porcelanas dentales, ejemplo de estas tenemos:

- IPS Empress® II (Ivoclar): consta de una cerámica feldespática reforzada con disilicato de litio y ortofosfato de litio.

- IPS e.max® Press/CAD (Ivoclar): Son nuevas cerámicas feldespáticas reforzadas con cristales de disilicato de litio y ofrecen una resistencia a la fractura mayor que Empress® II debido a una mayor homogeneidad de la fase cristalina.

El glaseado de estas puede ser mediante dos técnicas;

- Sobreglaseado o polvos de glaseado, en el que se añade una última capa de vidrio transparente a la superficie de la porcelana.

- Autoglaseado, tratamiento térmico prolongando el tiempo de cocción final, produciendo la fusión de la capa superficial que queda glaseada.

Las porcelanas aluminosas: Son cerámicas feldespáticas, más el incremento de cantidades considerables de partículas óxido de aluminio y una disminución de cuarzo, lo

que mejora considerablemente las propiedades mecánicas de la porcelana dando lugar a restauraciones totalmente de porcelana; con el defecto de que la translucidez también disminuye y por ende obliga a realizar tallados más agresivos, cuando la proporción del óxido de aluminio supera el 50% de la composición de la porcelana aumenta también la opacidad de la misma

Por ejemplo:

- In-Ceram® Alumina (Vita): Sirve para fabricar las estructuras de coronas y puentes cortos, es una cerámica compuesta en un 99% por óxido de aluminio, no posee fase vítrea. Se infiltra un vidrio a la composición lo que permite obtener una cerámica más resistente a la flexión.

- In-Ceram® Spinell (Vita): Incorpora a la fórmula anterior magnesio. La unión entre estos dos componentes forman un compuesto denominado espinela ($MgAl_2O_4$), esto brinda una alta estética pero presentan en 25% menos de resistencia a la fractura de las anteriores. Utilizadas principalmente para elaborar núcleos de coronas de dientes anteriores.

- In-Ceram® Zirconia (Vita): Elaboradas con un material compuesto de alúmina (67%) y reforzada con Zirconia (33%) más una adhesión de vidrio, esto en conjunto proporciona elevada resistencia y estética.

Las Porcelanas de Zirconio: Son consideradas como porcelanas de última generación ya que se componen de óxido de circonio altamente sintetizado (95%) que

tiene propiedades de translucidez y resistencia, estabilizado con óxido de litio (5%). Este tipo de cerámica es considerada como “acero cerámico”.

Por ejemplo:

- DC-Zircon® (DCS).
- Cercon® (Dentsply).
- In-Ceram® YZ (Vita).
- Procera® Zirconia (Nobel Biocare).
- Lava® (3M Espe).
- IPS e.max® Zir- CAD (Ivoclar).

4.3 Preparación de la superficie de porcelana:

Cuando nos encontramos frente al reto de adherir un bracket a una superficie de porcelana la misma se encuentra glaseada, esta no presenta componentes reactivos con las resinas compuestas, por lo que no se puede lograr una unión química sin realizar un tratamiento previo (Gillis, 1998).

Con los tratamientos realizados sobre las superficies de porcelana buscamos lograr una adherencia de tipo físico y micro mecánico, por medio de tratamientos mecánicos y químicos.

El protocolo de cementado a utilizar estará determinado por el tipo de porcelana a la cual se cementara la aparatología ortodóntica. Se ha demostrado que el uso del ácido fluorhídrico mejora la adhesión sobre porcelanas feldespáticas, no así sobre las porcelanas aluminosas, las cuales son las resistentes al ataque químico y en este caso será necesario incorporar el arenado en el procedimiento de cementado (Zachrisson, 2000).

A continuación se describen los elementos utilizados para el tratamiento químico o micro mecánico utilizado para el cementado.

4.3.1 Microarenado

Utiliza el flujo de partículas de oxido de aluminio a gran velocidad, disparadas por aire a presión. Produciendo un efecto de grabado mecánico sobre la superficie, las partículas utilizadas generalmente son de 50 micras para uso intraoral con una fuerza de 60/80 psi y una presión de 9L/min y durante 2-4 segundos (Sonis, 1996).

Para el uso extraoral, se utilizan partículas de 90 micras a 90psi durante 15 a 30 segundos, en los casos de reciclado de brackets, creando así una base limpia e irregular que permite nuevamente una retención mecánica (Sonis, 1996).

Esta técnica es muy útil para conseguir unión resina/ metal o en nuestro caso resina/ porcelana. El dispositivo es una pieza de mano que posee un recipiente en la parte posterior que aspira las partículas de oxido de aluminio de 50 micras y las expelle con gran velocidad cinética por una boquilla en la parte anterior (Iruetagoiena, 2014).



Figura 4 Microarenador intraoral. Fuente: Marcelo Iruetagoiena

El procedimiento consiste en la exposición de la superficie de contacto a un 100% a los adhesivos utilizados a cada técnica; en el caso del microarenado sobre porcelana debe ir acompañado por el agente silanizador y el adhesivo; en el caso de otras

estructuras como pernos o puentes debe ir acompañado de su agente de enlace y el cemento. La crítica que se ha presentado al procedimiento es que en el poco tiempo que se utiliza, desprende muchas partículas de óxido de aluminio que contaminan el ambiente, y que pueden ser perjudicial para la salud del operador y del paciente con lo que se designa como Silicosis. Por esto las medidas de seguridad deben ser estrictas en la medida de lo posible utilizar dique de goma, succión de alta, barreras de protección para el paciente y el operador como lentes, mascarillas, cobertores para proteger la ropa del paciente (Iruetagoiena, 2014).

4.3.2 Grabado ácido

Consiste en crear micro retenciones mediante el uso de ácidos, para aumentar la capacidad de adhesión de la porcelana.

En la porcelana se utiliza el ácido fluorhídrico a diferentes concentraciones, pero este es muy tóxico por lo cual es necesario tomar las medidas de prevención adecuadas para evitar contacto con los tejidos (Zachrisson, 1996).

El ácido fluorhídrico reacciona con la fase sílica de la porcelana feldespática produciendo Hexa-fluorosilicatos, creando microretenciones haciendo apta la superficie para la adhesión (Chen, 1998).

La concentración utilizada es HF al 9,6%, durante 120 a 180 segundos.

Se ha comprobado que la combinación de grabado fluorhídrico con silano mejora la unión de la resina a la porcelana (Lucerna. 1998)

El ácido fluorhídrico utilizado en este estudio fue el de la marca Bisco al 9.5% (figura 5); el cual se ha pulido y convertido en gel, y empaquetado para minimizar

problemas, siempre que sea utilizado siguiendo las indicaciones del fabricante. Este ácido mejora la unión mecánica entre la porcelana y el adhesivo o cemento al aumentar el área de superficie de la porcelana, según el fabricante el efecto es similar al chorro de arena pero más controlado y eficaz.

Las indicaciones de uso de este ácido es para grabar la porcelana antes de cementación y reparación de las de las restauraciones de porcelana.

El ácido fluorhídrico es un agente químico muy potente y agresivo, puede irritar ojos, emite vapores que irritan las vías respiratorias; es necesario proteger al paciente, el usuario y el asistente con protección ocular, guantes protectores, mascarillas, debe utilizarse dique de goma si el procedimiento lo permite para su utilización intraoral o de lo contrario succión de alta potencia.

El procedimiento para utilizarlo es el siguiente:

- Protección con barreras a los operadores y paciente.
- Aplicar el ácido fluorhídrico por dos minutos.
- Enjuagar con abundante agua y secar con aire. La superficie grabada deberá tener un aspecto opaco y escarchado, si parece blanquecina , será necesario remover las sales y residuos creados por el grabado, ya sea con un microaplicador húmedo o 15 segundos de ácido fosfórico al 37%.
- Luego se procede a silanizar o colocar adhesivo según sea el protocolo elegido (Bisco, instrucciones de uso).



figura 5. Ácido fluorhídrico Bisco. Fuente: Bisco.com

4.4 Silanización

El silano es un agente de unión que forma una capa química compatible entre el cemento resinoso y la porcelana dental, componente único en una base de alcohol y acetona. Es un monómero de doble fusión, formado por un grupo silano que reacciona sobre las superficies de porcelana, y también de un grupo metacrílico que a su vez copolimeriza la matriz de la resina (Harris, 1992).

Entre sus propiedades principales tenemos:

- Agente de acoplamiento que mejora la humectabilidad de los sustratos de cristal mediante resinas compuestas.
- Aumenta la unión física, mecánica y química de la porcelana con la resina.
- Produce una alta resistencia al ataque del agua sobre la interface de unión.

Se recomienda que previo al uso del Silano la superficie de la porcelana sea grabada con ácido fluorhídrico para crear porosidades y de esta manera se torne altamente receptiva al silano, formando grupos de hidroxilo reactivos en la porcelana dental. (Trimpeneers, 1996).

El uso de silano mejora la unión de aditamentos ortodónticos a superficies de porcelana. (Harris, 1992).

El silano utilizado en este estudio fue el Bis-silane 2 partes de Bisco (figura 6). Este silano como agente de unión es utilizado para alcanzar la adhesión entre porcelana y composites de resina; se utiliza en dos partes porque según las investigaciones realizadas por el fabricante en la experiencia clínica notó que el silano de una botella tenía la tendencia a polimerizar antes de completar su vida de uso. Este sistema de dos botellas ofrece un sistema más estable para garantizar una unión más efectiva. El bis-silano es un producto basado en etanol y por esto es menos volátil que aquellos basados en acetona.

Esta indicado su uso para unión y reparación de porcelanas de Disilicato de litio, restauraciones de Metal- Porcelana y porcelanas unidas a Zirconia/ Alumina.

Es necesario tener ciertos cuidados/ precauciones como lo son:

- Evitar salpicar a los ojos
- Aislamiento en casos de uso intraoral ya que la contaminación puede afectar la adhesión.
- Tener en cuenta que el Bis-Silano es altamente flamable.

El procedimiento recomendado para su uso en ortodoncia es el siguiente:

- Mezclar el Bis-Silano, dispensando una gota de cada botella (A&B) en un vaso dappen.
- Colocar una capa delgada de silano en la superficie grabada y esperar 30 segundos.
- Secar con aire de la jeringa triple, libre de agua y aceite.
- Aplicar el adhesivo y el cemento. (Bisco, manual de uso)



Figura 6. Silano Bisco Fuente: www.Bisco.com.

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

5. Metodología de la investigación

A continuación se procederá a describir la metodología que se utilizó para el desarrollo de esta investigación, la técnica, tipo e instrumentos de medición, la operacionalización de las variables, la hipótesis y la recolección de datos.

5.1. Operacionalización

La metodología se divide en cuatro puntos. El primer punto se refiere a la familiarización con el tema.

El segundo punto trata de la técnica, tipo e instrumentos de investigación, con la que se describe como se llevó a cabo el proceso del estudio así como el uso de los instrumentos para realizar el mismo.

El tercer punto presenta a la población de estudio y la manera como se eligió la muestra.

Para finalizar, el cuarto punto describe la forma en que se realizó la recolección y el análisis de los datos en la presente investigación.

5.1.1. Etapa 1: Familiarización con el tema.

Para conocer sobre la adhesión de los brackets metálicos sobre superficie de porcelana, inicialmente se conversó con expertos ortodoncistas quienes explicaron las directrices y referencias de cómo abordar el tema. Posteriormente se procedió a la lectura de libros y estudios previos publicados en revistas para estar al tanto de como se han manejado las investigaciones similares.

Además utilizó información virtual de buscadores de internet como Google académico, SCieJo, PubMed, entre otros.

En cuanto a artículos científicos, han sido extraídos de las siguientes revistas: Angle of Orthodontics, American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, European Journal of Orthodontics, Dental Press Journal of Orthodontics, entre otras.

5.2. Técnica, tipos e instrumento

5.2.1. Técnica de investigación, tipo e instrumento de investigación.

La investigación se realizó en dos etapas, una en la clínica y laboratorios de la Maestría de Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Panamá, en el corregimiento de Bella Vista, Distrito de Panamá, Provincia de Panamá, República de Panamá y la otra etapa en la Universidad Tecnológica en su centro experimental de ingeniería LABAICA (Laboratorio de Análisis Industrial y Ciencias Ambientales).

La Maestría de Ortodoncia fundada en el año 2009, dentro del programa de Postgrados de la Universidad de Panamá, ofrece atención a pacientes de todas las edades que acuden en busca de este servicio tanto estudiantes, administrativos como población general, esta atención es brindada por los doctores residentes de la maestría y supervisada por docentes. Para dicha atención se utilizan materiales provistos por la Universidad y como ya se mencionó en la justificación de esta investigación gran número de los pacientes adultos que acuden a recibir tratamiento de ortodoncia poseen algún tipo de restauración de porcelana de aquí la intención de conocer más sobre el protocolo apropiado para cementado de bracket sobre superficies de porcelana de manera que se establezca el protocolo adecuado y se incluyan los materiales y equipos necesarios para este tipo de procedimientos.

En la segunda etapa de la investigación se contó con la colaboración de la Universidad Tecnológica de Panamá, universidad estatal que destaca a nivel nacional e internacional en educación superior científica tecnológica. Orientada al desarrollo de investigaciones científicas, cuenta con el Centro Experimental de Ingeniería, ubicado en el corregimiento de Tocumen, el cual cuenta con 6 laboratorios que abarcan áreas multidisciplinarias de la ingeniería y ciencias aplicadas. Prestando sus servicios a empresas privadas y estatales, tales como control de calidad, y apoyo de investigaciones científicas con aporte educativo, como es el caso de esta investigación.

La investigación es de *tipo experimental* (in vitro), correlacional, recolectando la información de la fuerza de adhesión mediante la medición de la resistencia a la tracción de brackets metálicos cementados sobre superficies de porcelana siguiendo cuatro protocolos de cementado.

En el instrumento de la investigación se utilizaron 60 muestras divididas en 4 grupos. Cada grupo consta de 15 muestras; el primer grupo fue el grupo control en el cual se siguió el protocolo de cementado de brackets sobre superficies de porcelana convencional que consta de grabado de la superficie de porcelana con ácido fluorhídrico, seguido de adhesivo y luego cementado del bracket; al grupo número dos se le colocó silano como paso adicional, luego del grabado con ácido fluorhídrico; con el objetivo de medir el efecto del silano en la adhesión; en el tercer grupo se realizó el microarenado de las superficies previo al grabado ácido sin colocar silano y al cuarto grupo se le realizó ambos procedimientos, el microarenado de las superficie previo al grabado ácido y luego se le colocó el silano antes de la cementación del bracket; la mediciones se realizaron en

una maquina tensionadora. De esta manera se evaluó individualmente el efecto de cada uno de estos componentes (microarenado, silano o ambos) sobre la superficie de porcelana y su relación con la fuerza de adhesión del bracket metálico.

5.3. Operación del método de investigación.

5.3.1. Etapa 1: Preparación y recolección de la muestra

A continuación se describe el método que se llevó a cabo para la preparación de las muestras de la presente investigación, con el objetivo de analizar el efecto del uso del silano y del microarenado en la cementación de brackets metálicos a la superficie de porcelana.

Esta primera fase consiste en la preparación de las muestras de porcelana correspondientes a la pieza #11 procedentes de las guías de colores de la guía Vita classical colocadas en bloques de acrílico de auto curado, las muestras fueron distribuidas en los grupos correspondientes de manera aleatoria; luego se procedió a la cementación de los brackets según lo especificado para cada grupo y se realizó las pruebas en la máquina tensionadora de ensayo SHIMADZU AGS-J que permanece en la Universidad Tecnológica de Panamá, Facultad de Ingeniería, campus Tocumen.

Se recoge la información de manera independiente, para plantear posibles relaciones entre las variables, e indicar como se correlacionan.

5.3.2. Etapa 2: medición de las variables de la investigación

Se obtuvieron en total 4 grupos en donde se midieron las variables, remoción del glaseado con microarenado y uso de silano de maneras independientes o combinadas y su efecto en la adhesión del brackets metálico sobre la superficie de porcelana.

Se realizó las pruebas en la máquina tensionadora de ensayo SHIMADZU AGS-J que permanece en la Universidad Tecnológica de Panamá, Facultad de Ingeniería, campus Tocumen.

La prueba de tracción se dio a una velocidad de 2mm por minuto. La maquina en Celda 1 % de error a 5 KN Clase I. La unidad de medida registrada inicialmente se da en Newtons (N), para luego convertirlo a Mpa. La medición fue capturada por el software Trapezium 2.

La maquinaria fue manipulada en todo momento por un ingeniero capacitado para su uso. Se conto con el Ingeniero Ernesto Escobar como único operador de la tensionadora de ensayo.

Los grupos eran los siguientes:

- Grupo # 1: Grupo control. En este grupo no se utilizó ni el microarenado de la superficie de porcelana ni el silano para acondicionar la superficie, solamente se procedió con el protocolo general de grabado con ácido fluorhídrico, adhesivo y cemento.
- Grupo # 2: En este grupo las muestras se les coloco el Silano luego del grabado ácido.
- Grupo # 3: Estas muestras fueron tratadas la superficie de porcelana previo con microarenado con oxido de aluminio 50 micras, sin colocar silano.

- Grupo # 4: En este grupo se procede a colocar ambas. Se realiza el microarenado de la superficie previo al grabado ácido, y se coloca el silano después del grabado ácido.

5.3.3. Etapa 3: correlación de las variables

Se correlacionaron las variables y se evaluó cual fue el mejor protocolo según los resultados para lograr mejor adhesión del bracket metálico a la superficie de porcelana.

5.4. Variables de la investigación.

Las variables dependientes del estudio fueron la superficie de porcelana feldespática VITA y el bracket de ligado advance Roth slot 0.022.

Las variables independientes fueron los protocolos de cementado de las muestras en los grupos #1, 2, 3 y 4.

5.5. Hipótesis

A continuación se presentan las hipótesis que sustentan el problema planteado en la investigación:

H1: El uso de silano y/o el microarenado en la superficie de porcelana mejora la adhesión de bracket metálico.

H0: El uso de silano y/o el microarenado en la superficie de porcelana no mejora la adhesión de bracket metálico.

5.6. Sujetos de la investigación

Para este estudio se utilizó 60 casos; las cuales fueron distribuidas en 4 grupos de 15 muestras cada uno. La investigación fue realizada con coronas de porcelanas de la

pieza # 11 procedentes de las guía de colores VITA Classical, la cual está confeccionada con porcelana feldespática.

Se utilizan brackets metálicos de ligado convencional, de la marca Advance monoblock para incisivo superior derecho (#11), prescripción Roth slot 0.022 de acero inoxidable con plataforma de base rectangular fabricado en sistema MIM con base mesh.

5.6.1. Criterios de inclusión para las porcelanas fueron:

- Piezas glaseadas,
- Piezas no alteradas en su superficie.
- Bracket Advance incisivo superior derecho (#11), prescripción

Roth, slot 0.022.

5.6.2. Criterio de exclusión:

- Coronas alteradas físicamente,
- Coronas que no estén glaseadas,
- Brackets con alguna alteración,
- Brackets previamente utilizados.

El Microarenado se realizó con oxido de aluminio a 50 micras, se utilizó un microarenador intraoral con 350 psi de fuerza por 2-3 segundos.

El Silano utilizado fue de la casa Bisco dual, el cual se activa al mesclar ambos componentes, se recomienda por lo general el uso del silano luego del grabado ácido ya que la porcelana se vuelve altamente receptiva al silano formando enlaces que mejoran la adhesión en ortodoncia.

5.7. Recolección de datos

A continuación se describe el método como se llevó a cabo la recolección de datos de la investigación con el objetivo de analizar el efecto del uso del silano y del microarenado en la cementación de brackets metálicos a la superficie de porcelana.

La preparación de las muestras inicio en Junio del 2017 al realizar el contacto con el Ingeniero Escobar, quien era la persona responsable e idónea para el manejo de la maquina tensionadora de la Universidad Tecnológica, con el fin de realizar de manera apropiada y según las medidas necesarias los moldes de acrílico para realizar de manera efectiva el experimento.

Posteriormente se procedió a realizar los bloques de acrílico y colocar los dientes de porcelana en ellos de tal manera que quedaran centrados y correctamente sumergidos para que al momento de realizar la tracción, el resultado fuera confiable.

Seguido se procedió a dividir de manera aleatoria las muestras en los 4 grupos, enumerando cada muestra.

Se realizó el cementado de los brackets según el protocolo asignado para cada grupo de la siguiente manera:

Protocolos de trabajo:

1. Grupo # 1 (grupo control) 15 casos:

El primer protocolo será el grupo control donde no se removerá el glaseado y no se le colocara silano al cementar el bracket metálico sobre la superficie de porcelana.

- a. Desinfección de la superficie con hipoclorito de sodio al 0.5% lavado y secado por 30 seg con jeringa triple libre de aceite.

- b. Colocación de ácido fluorhídrico 9.6% a la superficie de porcelana durante 2 min.
- c. Lavado del ácido fluorhídrico por 30 seg.
- d. Secado de la superficie con aire con la jeringa triple.
- e. Colocación de adhesivo Transbond XT a la superficie de la corona.
- f. Fotopolimerización de adhesivo durante 20 seg. Con lámpara de luz LED.
- g. Colocación de resina Transbond XT pasta sobre la malla del bracket metálico.
- h. Cementado del bracket sobre la porcelana tratada mediante un porta bracket en el centro de la corona clínica previamente medida y establecida, se presiona firmemente en la corona, el exceso de cemento adhesivo alrededor de la base del bracket se remueve.
- i. Fotopolimerización durante 40 seg. Con lámpara de luz LED.

2. Grupo # 2 (silano sin microarenado) 15 casos

El segundo protocolo se procedió a colocar el silano luego del grabado sin microarenar previamente la superficie

- a. Desinfección de la superficie con hipoclorito de sodio al 0.5% lavado y secado por 30 se con jeringa triple libre de aceite.
- b. Colocación de ácido fluorhídrico 9.6% a la superficie de porcelana durante 2 min.
- c. Lavado del ácido fluorhídrico por 30 seg.
- d. Secado de la superficie con aire con la jeringa triple.
- e. Colocación de silano. Dejar secar por 1 minuto.
- f. Colocación de adhesivo Transbond XT a la superficie de la corona.
- g. Fotopolimerización de adhesivo durante 20 seg. Con lámpara de luz LED.
- h. Colocación de resina Transbond XT pasta sobre la malla del bracket metálico.
- i. Cementado del bracket sobre la porcelana tratada mediante un porta bracket en el centro de la corona clínica previamente medida y establecida, se presiona firmemente en la corona, el exceso de cemento adhesivo alrededor de la base del bracket se remueve.
- j. Fotopolimerización durante 40 seg. Con lámpara de luz LED.

3. Grupo #3 (uso de microarenado y no uso de silano) 15 casos

El tercer protocolo se removerá el glaseado y no se le colocara silano al cementar el bracket metálico sobre la superficie de porcelana.

- a) Desinfección de la superficie con hipoclorito de sodio al 0.5% lavado y secado por 30 seg con jeringa triple libre de aceite.
- b) Retiro del glaseado de la corona mediante el microarenado con oxido de aluminio 50 micras.
- c) Colocación de ácido fluorhídrico 9.6% a la superficie de porcelana durante 2 min.
- d) Lavado del ácido fluorhídrico por 30 seg.
- e) Secado de la superficie con aire con la jeringa triple.
- f) Colocación de adhesivo Transbond XT a la superficie de la corona.
- g) Fotopolimerización de adhesivo durante 20 seg con lámpara de luz LED.
- h) Colocación de resina Transbond XT pasta sobre la malla del bracket metálico.
- i) Cementado del bracket sobre la porcelana tratada mediante un porta bracket en el centro de la corona clínica previamente medida y establecida, se presiona firmemente en la corona, el exceso de cemento adhesivo alrededor de la base del bracket se remueve.

j) Fotopolimerización durante 40 seg. con lámpara de luz LED.

4. Grupo #4 (microarenado con silano) 15 casos

El tercer protocolo se removerá el glaseado y se colocara silano al cementar el bracket metálico sobre la superficie de porcelana.

a) Desinfección de la superficie con hipoclorito de sodio al 0.5% lavado y secado por 30 seg. con jeringa triple libre de aceite.

b) Retiro del glaseado de la corona mediante el microarenado con oxido de aluminio 50 micras.

c) Colocación de ácido fluorhídrico 9.6% a la superficie de porcelana durante 2 min.

d) Lavado del ácido fluorhídrico por 30 seg.

e) Secado de la superficie con aire con la jeringa triple.

f) Colocación de silano. Se deja secar 1 minuto.

g) Colocación de adhesivo Transbond XT a la superficie de la corona.

h) Fotopolimerización de adhesivo durante 20 seg. con lámpara de luz LED.

i) Colocación de resina Transbond XT pasta sobre la malla del bracket metálico.

j) Cementado del bracket sobre la porcelana tratada mediante un porta bracket en el centro de la corona clínica previamente medida y

establecida, se presiona firmemente en la corona, el exceso de cemento adhesivo alrededor de la base del bracket se remueve.

k) Fotopolimerización durante 40 seg. Con lámpara de luz LED.

Luego del cementado del los brackets las muestras fueron almacenadas en agua destilada a temperatura ambiente por 24 horas y luego analizadas en la maquina tensionadora.

5.8. Instrumento de medición

Para realizar las mediciones de tracción de los brackets se utilizo la maquina tensionadora SHIMADZU AGS-J, la cual se encontraba en LABAICA, dentro de la Universidad Tecnológica de Panamá en su sede Tocumen, la maquinaria fue manejada en todo momento por el ingeniero Escobar, persona capacitada para el manejo del mismo.

La corporación SHIMADZU fue fundada en 1875 en Tokyo Japón, empresa líder en el desarrollo de tecnología avanzada, mantiene red de ventas, servicios, soporte técnico a nivel global y posee certificación ISO 9001, JQA-0376.

El modelo utilizado es el SHIMADZU AGS-5KNJ, con capacidad de 5 KN Clase I de alta precisión a velocidad constante. Con celda 1% de error.

Las mediciones fueron grabadas y procesadas por el software TRAPEZIUM 2. Compatible con Windows 2000/XP, este programa permite mejorar la eficiencia de la medición de las pruebas, mide tracción, compresión, flexión de 3 y 4 puntos, desgarró, ciclo y prueba de fluencia; también el uso de este programa simplifica las condiciones de

configuración, realizar pruebas adicionales, volver a calcular pruebas una vez completada la prueba, simplifica la lectura de gráficos.

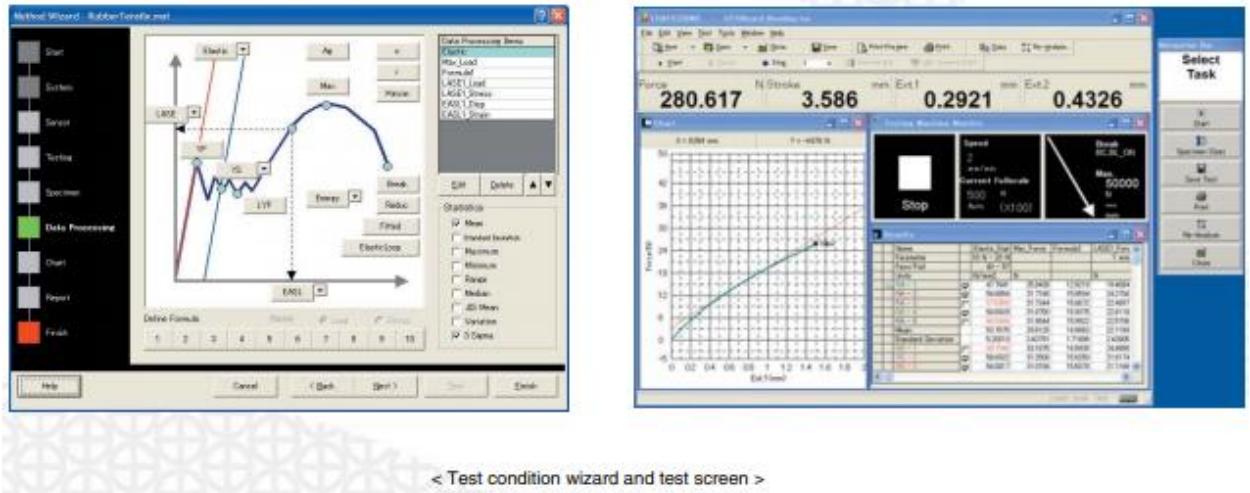


Figura 7: software TRAPEZIUM 2

Fuente: Manual de especificaciones SHIMADZU AGS-J.

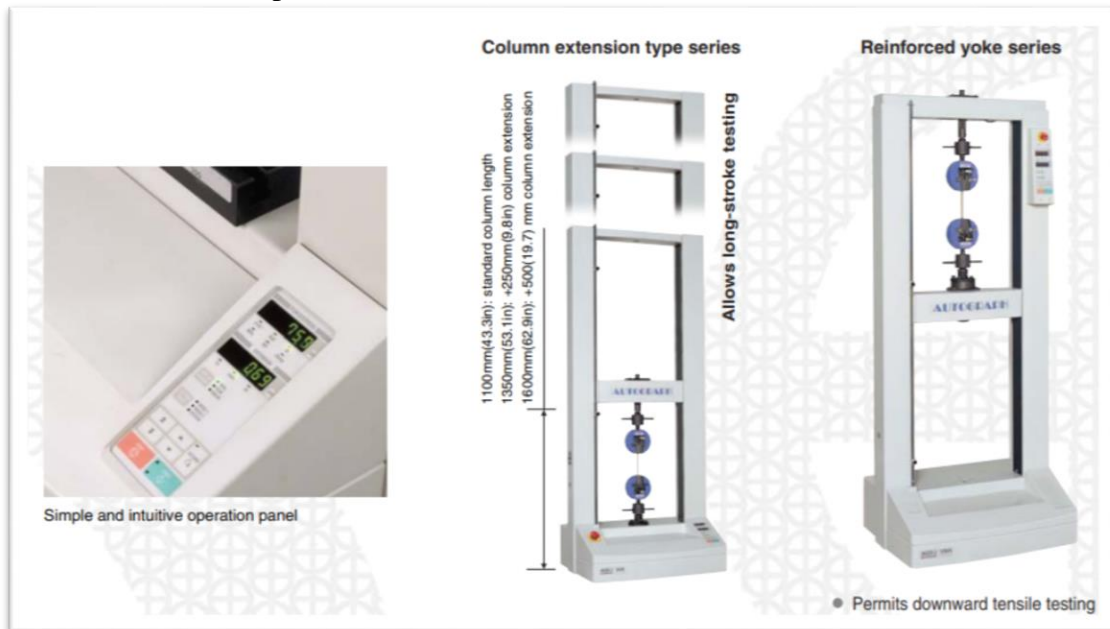


Figura 8 : maquina tensionadora SHIMADZU AGS-J.

Fuente: Manual de especificaciones SHIMADZU AGS-J.

Valores de falla registrados en N (newtons) y convertidos en MPa (megapascal) dividiendo la medida en N entre el área de la superficie del bracket.

5.9 Análisis de los datos

Se realizó una estadística descriptiva de la fuerza de adhesión de cada uno de los grupos, utilizando la media aritmética, n , desviación estándar según el tipo de variable.

La prueba estadística utilizada contempló la aplicación de un análisis de varianza (ANOVA), a partir de la prueba de Fisher. Esta permitió comparar los 4 grupos experimentales. El programa estadístico utilizado fue el Megastat.

Mediante el análisis estadístico se efectuó la comparación entre las medias de las muestras consideradas. Primero realizando la prueba de Fisher que permitió conocer si existen o no diferencias estadísticas significativas entre los grupos experimentales y luego se aplicó la prueba no paramétrica de Tukey, para dar a conocer entre que grupos de comparación existen diferencias estadísticamente significativas.

Se diseñó un experimento completamente al azar con el factor de consideración fueron los grupos, Grupo 1, 2, 3, 4 y la respuesta Y_{ij} la fuerza de adhesión teniendo así el siguiente modelo matemático.

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + e_{ij}$$

Donde las y_{ij} son las fuerza de adhesión en MPa y τ_i que representa los grupos de estudio y el e_{ij} el error de medición. Nivel de significancia de alfa: 5%.

CAPÍTULO IV
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

6. Análisis y discusión de los resultados

6.1. Población y muestra

Se tomo una muestra igual a la población, que en este caso consistía en 60 muestras de porcelanas.

En el estudio para medir la fuerza de adhesión del bracket metálico cementado sobre porcelana tratada con silano y/o microarenado se tomó 60 muestras divididas en 4 grupos para probar las variables independientes de la siguiente manera:

Grupo #1. Control = AHF+ adhesivo+ cemento

Grupo #2 Silano (solo) = AHF + silano + adhesivo + cemento

Grupo #3 Microarenado (solo) = Microarenado + AHF + adhesivo + cemento

Grupo #4 Microarenado + silano = Microarenado + AHF + silano+ adhesivo + cemento

Tabla 1. Protocolos de cementados.

	Microarenado	AHF	Silano	adhesivo	Cemento
Grupo #1		😊		😊	😊
Grupo #2		😊	😊	😊	😊
Grupo #3	😊	😊		😊	😊
Grupo #4	😊	😊	😊	😊	😊

Presentación de los resultados

Los resultados de las pruebas realizadas con la maquina tensionadora fueron:

Tabla #2. Resultados de las pruebas.

	Grupo 1 (Control)		Grupo #2 Silano (solo)		Grupo #3 Microarenado (solo)		Grupo #4 Microarenado silano +	
	N	MPa	N	MPa	N	MPa	N	MPa
1.	16.3	1.36	54.47	4.54	25.62	2.14	50.2	4.18
2.	26.7	2.22	57.0	4.75	32.02	2.67	50.70	4.23
3.	26.7	2.22	74.07	6.17	20.47	1.71	48.55	4.05
4.	14.3	1.19	45.05	3.75	21.77	1.81	40.22	3.35
5.	31.0	2.58	55.75	4.64	31.07	2.59	82.20	6.85
6.	26.4	2.20	58.97	4.91	24.80	2.07	70.82	5.90
7.	31.4	2.61	50.02	4.17	40.65	3.39	74.90	6.24
8.	32.8	2.73	67.72	5.64	38.35	3.19	49.8	4.15
9	33.7	2.81	43.9	3.66	28.12	2.34	49.5	4.12
10.	24.22	2.02	41.50	3.46	21.77	1.81	50.7	4.23
11.	26.4	2.20	55.74	4.64	20.83	1.73	46.37	3.85
12.	32.0	2.67	56.32	4.69	31.57	2.63	70.03	5.83
13.	33.4	2.78	47.28	3.94	35.07	2.92	49.75	4.14
14.	26.9	2.24	65.31	5.44	40.09	3.34	50.32	4.19
15.	33.2	2.76	50.47	4.20	32.08	2.67	48.82	4.07

Fuente: Maquina tensionadora de ensayo, SHIMADZU AGS-J. Operada por el Ingeniero Ernesto Escobar en los laboratorios LABAICA, UTP, Panamá. Mayo 2018.

El Software utilizado fue el Trapezium. Los valores de falla fueron registrados en N (newtons), a una velocidad de 2mm/min y convertidos a MPa (megapascal) dividiendo la medida en N entre el área de la superficie del bracket (12 mm²).

La Fuerza traccional requerida para despegar el bracket de la superficie de porcelana mínima fue de 1.19 MPa, valor obtenido con el grupo control en la que no se utilizó ni el microarenado ni el silano en su protocolo de cementado. La fuerza máxima obtenida fue de 6.85 Mpa la cual fue medida dentro del grupo al cual se le realizó el microarenado de la superficie y se colocó silano luego del grabado ácido. Como se puede observar las muestras en las cuales se siguió el protocolo de microarenado + silano resistieron fuerzas más altas de tracción.

Al realizar el estudio el grupo #2 se presentaron algunos problemas al llegar la máquina a 61N se quebró la porcelana, otra muestra se separó el diente del bloque de acrílico al llegar a 60 N y otra se partió el alambre (calibre 0.10) al llegar a 55 N. Se procedió a corregir los problemas antes de continuar con las mediciones. Se cambió a alambre a uno de calibre 0.016 para traccionar el bracket y se reforzó la porcelana al acrílico.

Al analizar las muestras mediante observación de resina remanente en la superficie de porcelana y el bracket, se encontró que aquellas piezas donde se utilizó el silano todas presentaban el desprendimiento entre la base del bracket y la resina quedando la resina adherida a la superficie de porcelana, lo que se considera como una falla cohesiva.

Mientras que aquellas del grupo 3 donde se uso el solamente el microarenado el 100% de las muestras presentaban separación de la resina de la superficie de porcelana quedando la resina en el bracket.

Resultados estadísticos

Los valores obtenidos después de realizar las pruebas de desprendimiento de los brackets, se calcularon la estadística descriptiva donde se obtuvo las medidas de tendencia central y dispersión de las muestras (tabla 3)

Al analizar los datos se encontraron los siguientes resultados:

La variable respuesta fue la fuerza de adhesión, medidas en N y transformadas a MPa y en la tabla 3 se presentan las estadísticas descriptivas de la fuerza de adhesión en cada uno de los grupos.

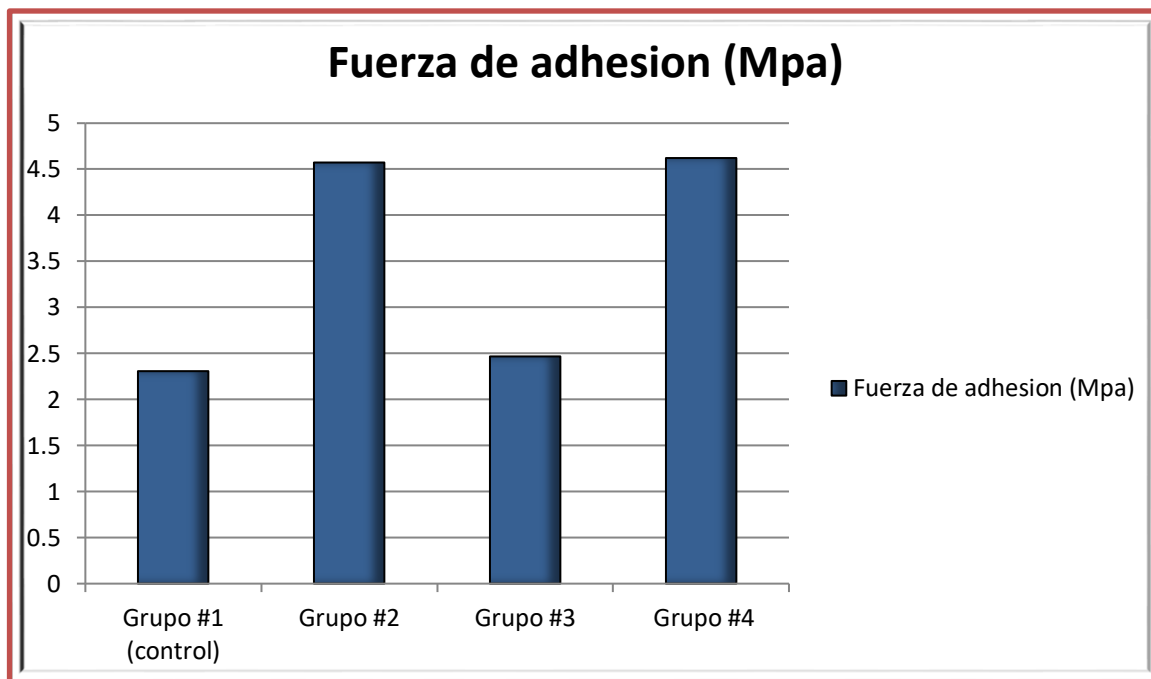
Tabla 3. Estadísticas descriptivas de la fuerza de adhesión en cada grupo de estudio.

Media	N	Std. Dev	Grupos
2.306	15	0.4949	Grupo #1 . Control
4.573	15	0.7588	Grupo #2 Silano(solo)
2.467	15	0.5810	Grupo #3 Microarenado (solo)
4.625	15	1.0322	Grupo #4 Microarenado + silano
3.493	60	1.3327	Total

Fuente: Dra. Sofía González K.

Al graficarlo se observa lo siguiente

Grafica # 1. Media en Mpa de los grupos de estudio.



En el gráfico #1 se observa que la media de resistencia a la tracción de todos los grupos de estudio, son mayores al grupo control.

Como se observa el grupo que presentó el mayor promedio de adhesión es el grupo #4 Microarenado + silano 4.625 MPa con una desviación estándar de 1.0322 MPa promedio, seguido con el grupo #2 Silano (solo) con un promedio de 4.573 MPa con una desviación estándar de 0.7588, los menores promedio los vemos en los grupos 3 con una desviación estándar de 0.5810 y el grupo1 que es el grupo control.

Comprobación de la hipótesis:

Para comprobar la hipótesis de la investigación se requirió un estudio estadístico especializado, que se desarrollo de la siguiente manera:

Se diseñó un experimento completamente al azar con el factor de consideración fueron los grupos, Grupo 1, 2, 3, 4 y la respuesta Y_{ij} la fuerza de adhesión teniendo así el siguiente modelo matemático.

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + e_{ij}$$

Donde las y_{ij} son las fuerza de adhesión en MPa y τ_i que representa los grupos de estudio y el e_{ij} el error de medición.

Hipótesis

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$

$H_a: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4$

Nivel de significancia: alfa = 5%

Estadístico de la Prueba:

Análisis de varianza de una vía prueba F de Fisher

Tabla 4. Análisis de varianza de la fuerza de adhesión en MPa en los grupos de estudio.

<i>Fuente</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>
Grupos	73.6539	3	24.55130	44.16	8.91E-15
Error	31.1324	56	0.55594		
Total	104.7863	59			

De acuerdo al valor obtenido se decide rechazar la hipótesis nula 0.0000000891 < 0.05, que consistía en que “El uso de silano y el microarenado en la superficie de porcelana no mejora la adhesión de bracket metálico”, y se concluye.

Conclusión: las medias de adhesión en los cuatros grupos son estadísticamente diferentes.

Para saber cuáles grupos son diferentes se aplicó una prueba de comparación múltiple de medias como se presenta en la tabla 5.

Tabla 5. Prueba de comparación múltiple de Tukey

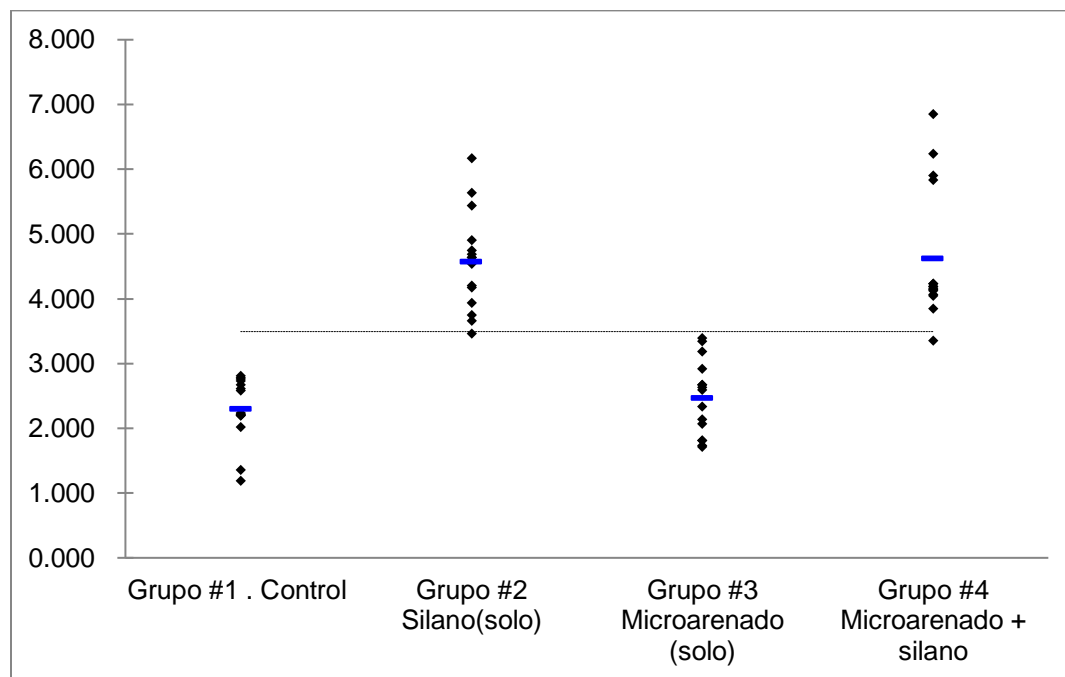
		Grupo #1 Control	Grupo #3 Microarenado (solo)	Grupo #2 Silano(solo)	Grupo #4 Microarenado + silano
		2.306	2.467	4.573	4.625
Grupo #1 (Control)	2.306				
Grupo #3 Microarenado (solo)	2.467	.5559			
Grupo #2 Silano(solo)	4.573	2.24E-11	2.11E-10		
Grupo #4 Microarenado + silano	4.625	1.09E-11	1.02E-10	.8492	

Como se observa en la tabla anterior los grupos 2 y 4 son estadísticamente diferentes a los grupos 1 y 3 p-valor <0.05.

Si hubiese que recomendar un grupo con los mayores fuerza de adhesión recomendaríamos el grupo 4 y de segundo el grupo 2.

En la gráfica siguiente se presenta la comparación de medias para cada uno de los grupos.

Grafica # 2. Comparación de las medias de adhesión en los grupos de estudios.



Como se había dicho los grupos 2 y 4 presentan los mayores promedios.

Con respecto a la distribución de frecuencia, la Frecuencia absoluta de la resistencia a la tracción provista por el grupo #1 (tabla 6), el cual consistía en grabado con ácido fluorhídrico + adhesivo + cemento.

Se observa en la gráfica 3 en cuanto a la frecuencia absoluta, que la mayor cantidad de muestras cementadas con dicho protocolo resisten fuerzas traccionales en el rango de 2.51 a 2.81Mpa.

Tabla 6. Distribución de frecuencia (grupo 1)

Variable	Grupo	Li	Ls	MC	FA	FR	FAA	FRA
AHF+ adhesivo+ cemento	1	1.19	1.51	1.35	2	0.13	2	0.13
AHF+ adhesivo+ cemento	2	1.52	1.84	1.68	0	0.00	2	0.13
AHF+ adhesivo+ cemento	3	1.85	2.17	2.01	1	0.07	3	0.20
AHF+ adhesivo+ cemento	4	2.18	2.50	2.34	5	0.33	8	0.53
AHF+ adhesivo+ cemento	5	2.51	2.81	2.66	7	0.47	15	1.00

Gráfica 3. Distribución de frecuencia absoluta Grupo 1.

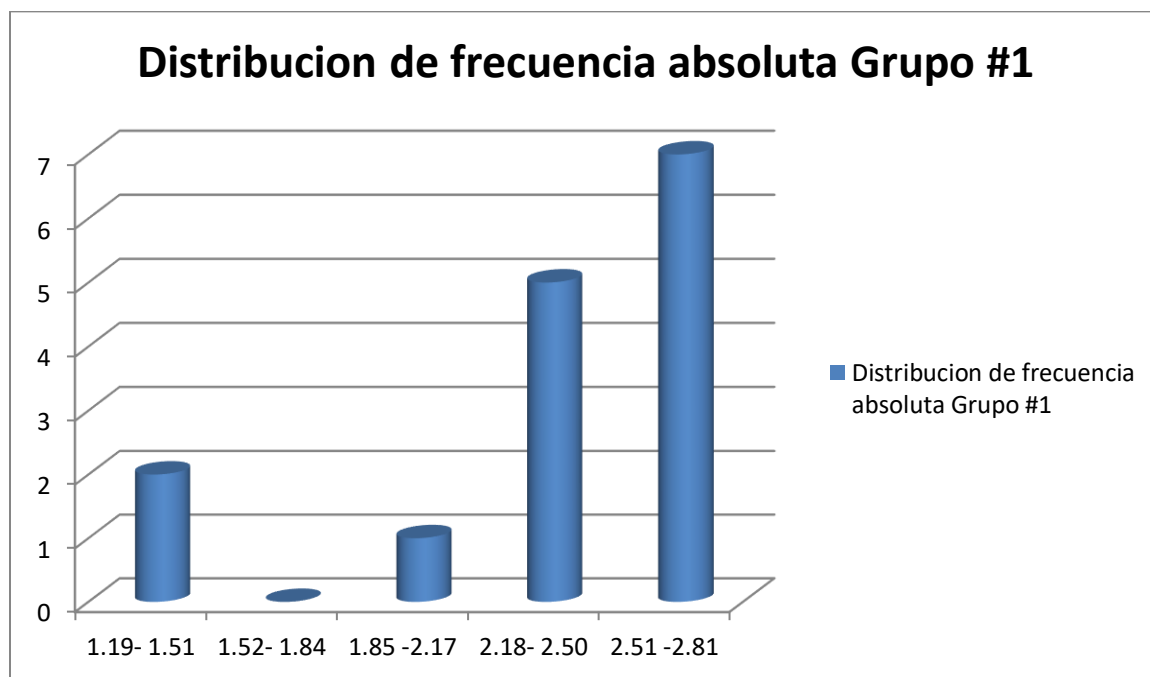
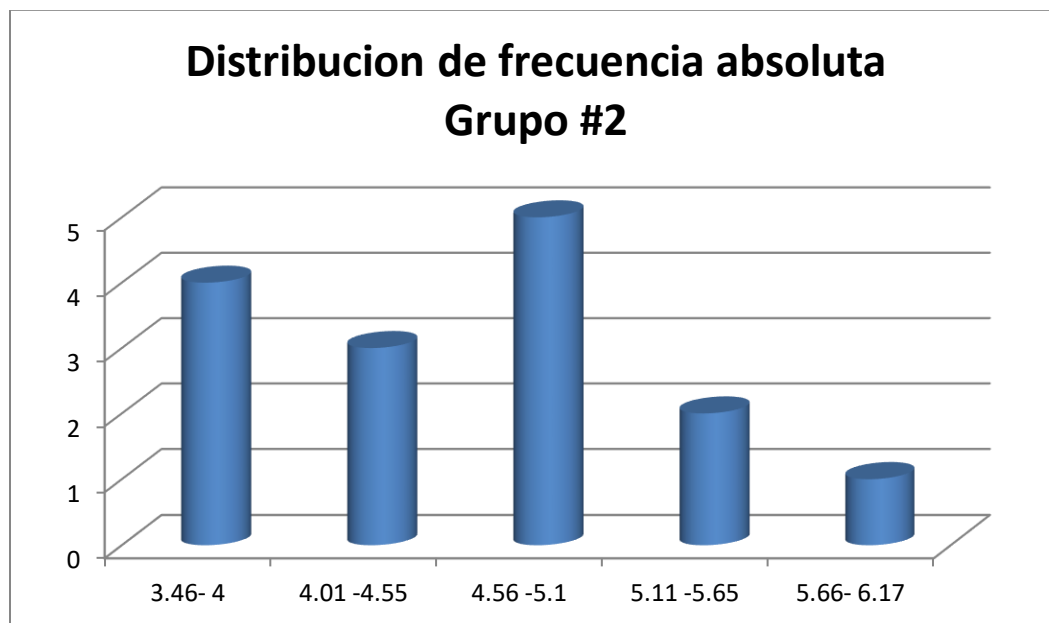


Tabla 7. Distribución de frecuencia de los valores de AHF + silano + adhesivo + cemento enMPa

Variable	Grupo	Li	Ls	MC	FA	FR	FAA	FRA
AHF + silano + adhesivo + cemento	1	3.46						
			4	3.73	4	0.27	4	0.27
AHF + silano + adhesivo + cemento	2	4.01						
			4.55	4.28	3	0.20	7	0.47
AHF + silano + adhesivo + cemento	3	4.56						
			5.1	4.83	5	0.33	12	0.80
AHF + silano + adhesivo + cemento	4	5.11						
			5.65	5.38	2	0.13	14	0.93
AHF + silano + adhesivo + cemento	5	5.66						
			6.17	5.915	1	0.07	15	1.00

Gráfica 4. Distribución de frecuencia absoluta Grupo 2.



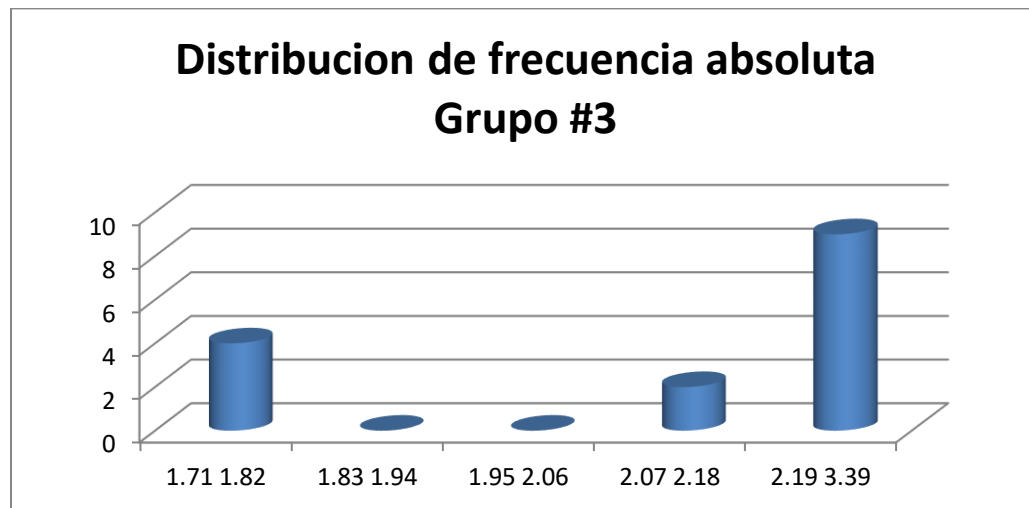
Frecuencia absoluta de la resistencia a la tracción provista por el grupo #2, el cual consistía en grabado con ácido fluorhídrico + silano+ adhesivo + cemento.

Se observa en la gráfica 4 en cuanto a la frecuencia absoluta, que la mayor cantidad de muestras cementadas con dicho protocolo resisten fuerzas traccionales en el rango de 4.56 a 5.1 Mpa.

Tabla 8. Distribución de frecuencia de los valores de Microarenado + AHF + adhesivo + cemento, en MPa. Grupo #3

Variable	Grupo	Li	Ls	MC	FA	FR	FAA	FRA
Microarenado + AHF + adhesivo + cemento	1	1.71	1.82	1.765	4	0.27	4	0.27
Microarenado + AHF + adhesivo + cemento	2	1.83	1.94	1.885	0	0.00	4	0.27
Microarenado + AHF + adhesivo + cemento	3	1.95	2.06	2.005	0	0.00	4	0.27
Microarenado + AHF + adhesivo + cemento	4	2.07	2.18	2.125	2	0.13	6	0.40
Microarenado + AHF + adhesivo + cemento	5	2.19	3.39	2.79	9	0.60	15	1.00

Gráfica 5. Distribución de frecuencia absoluta Grupo 3.



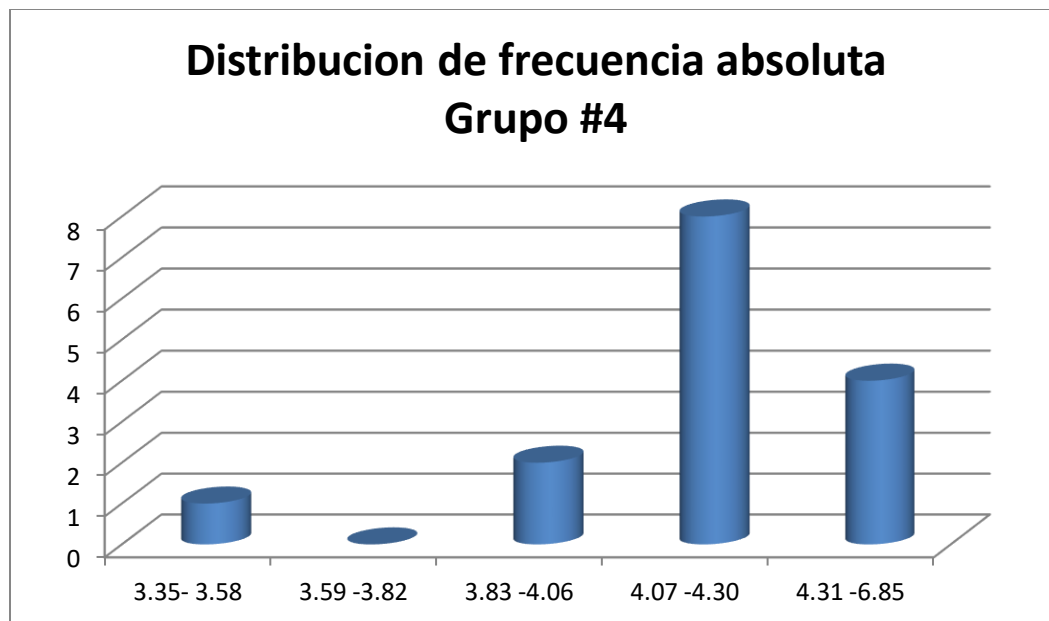
Frecuencia absoluta de la resistencia a la tracción provista por el grupo #3, el cual consistía en microarenado de la superficie de porcelana, grabado con ácido fluorhídrico + adhesivo + cemento.

Se observa en la gráfica 5 en cuanto a la frecuencia absoluta, que la mayor cantidad de muestras cementadas con dicho protocolo resisten fuerzas traccionales en el rango de 2,19 a 3,39 Mpa.

Tabla 9. Distribución de frecuencia de los valores de Microarenado + AHF + silano+ adhesivo + cemento en MPa

Variable	Grupo	Li	Ls	MC	FA	FR	FAA	FRA
Microarenado + AHF + silano+ adhesivo + cemento	1	3.35	3.58	3.465	1	0.07	1	0.07
Microarenado + AHF + silano+ adhesivo + cemento	2	3.59	3.82	3.705	0	0.00	1	0.07
Microarenado + AHF + silano+ adhesivo + cemento	3	3.83	4.06	3.945	2	0.13	3	0.20
Microarenado + AHF + silano+ adhesivo + cemento	4	4.07	4.30	4.185	8	0.53	11	0.73
Microarenado + AHF + silano+ adhesivo + cemento	5	4.31	6.85	5.58	4	0.27	15	1.00

Gráfica 6. Distribución de frecuencia absoluta Grupo 4.



Frecuencia absoluta de la resistencia a la tracción provista por el grupo #2 , el cual consistía en microarenado, grabado con ácido fluorhídrico + silano+ adhesivo + cemento.

Se observa en la gráfica en cuanto a la frecuencia absoluta, que la mayor cantidad de muestras cementadas con dicho protocolo resisten fuerzas traccionales en el rango de 4.07 a 4,30 Mpa.

Discusión

El objetivo de este estudio es el de encontrar el método más confiable para cementar brackets metálicos sobre superficies de porcelana, en este caso la utilizada fue la porcelana feldespática.

La fuerza de adhesión que presentan los brackets de ortodoncia son difíciles de pronosticar (Sánchez, 2015). Según Harini y Reddy (2011), un 5 a 7 % sufren fallas de unión debido a deficientes técnicas de adhesión, desprendimiento accidental o la falta de un enlace químico en la interface bracket y adhesivo.

La fuerza de adhesión de bracket a superficies de esmalte dental es de 6 a 8 MPa (Reynolds, 1975). En este estudio se encontraron fuerzas promedios por debajo de este rango, sin embargo es necesario tomar en cuenta que la relevancia clínica de estudios in vitro se considera limitada debido a la dificultad de reproducir con exactitud las condiciones del medio bucal.

La falta de estandarización en la metodología de las investigaciones in vitro de resistencia al desprendimiento de brackets en ortodoncia se evidencia en la literatura lo que dificulta las comparaciones de los resultados en los diferentes estudios (Kern, 1994).

El termociclado es usado usualmente cuando se mide la fuerza de adhesión de brackets a cerámica, debido a expansiones térmicas que sufre el metal, resina y materiales cerámicos (Zachrisson, 1996); sin embargo el almacenaje de las muestras en agua por 24 horas suele ser suficiente, para el estudio de materiales resistentes a medio húmedo (Kern, 1994).

Para el desarrollo de este estudio las muestras no fueron expuestas a pruebas de termociclado, ya que Zachrisson en 1996 demostró que este proceso tiene un efecto marginal en la resistencia a la descementación.

Este estudio in-vitro tuvo limitaciones y no se pudo reproducir completamente las condiciones clínicas.

Al comparar cada grupo de estudio con el grupo control, se observa que todos los grupos obtuvieron promedio de fuerzas mayores al grupo control

En el estudio in vitro se encontró que el grupo 4, en el que se utilizó el microarenado de la superficie de porcelana por 3 segundos, más el uso del silano por 1 minuto luego de grabada la superficie de porcelana obtuvo el promedio de desprendimiento más alto, seguido por el grupo 2, en el cual se utilizó solamente el silano por 1 minuto luego de grabada la superficie de porcelana; el grupo con menor fuerza de adhesión fue el grupo 1 (control), sin embargo el grupo 3, al cual se le realizó solamente el microarenado de la superficie de porcelana por 3 segundos, no presentó diferencia significativa del grupo 1 (control); mientras que los grupos 3 y 4, presentaron diferencias significativas estadísticamente con respecto a dicho grupo, pero no presentaron diferencias significativas entre sí.

Al comparar los grupos con y sin asperización previa por medio del microarenado, se vio un aumento en la resistencia a la tracción siempre que este sea acompañado con el uso de silano luego del grabado con HF, coincidiendo con lo descrito por Zachrisson y col (1996) y por Bourke y col(1999), quien afirma que por sí solo el

microarenado no es eficaz en la adhesión del bracket a la porcelana, sin embargo unido al uso del silano se logra una adhesión fuerte.

Existen reportes contradictorios en la literatura sobre el uso del silano, algunos autores reportan mejoría en la fuerza de adhesión con el uso de silano después del grabado con ácido fluorhídrico Cochrane (1997), Kao (1991), Chung (1999), mientras que Zachrisson en el 2000 en su comparación de estudios in-vitro versus estudios clínicos, Blatz 2003 y Karan 2007, encontraron que solo con el grabado de ácido fluorhídrico, previo microarenado pero sin utilizar silano, se logra suficiente fuerza de adhesión del brackets a la superficie de porcelana y el silano no incrementa significativamente la adhesión.

Esta investigación in-vitro, sugiere que la combinación de porcelana microarenada, luego grabada con ácido fluorhídrico al 9.6% seguido la utilización de silano, ofrece los mejores valores de adhesión, sin embargo no existe una diferencia significativa con aquel grupo en el que solo se grabo con ácido fluorhídrico y se colocó silano sin microarenar previamente la superficie de porcelana, mientras que aquel en los que solo se procedió a crear microretenciones con el microarenado con óxido de aluminio y el grupo al que no se le realizó microareado obtuvieron resultados similares no favorables.

Este resultado es comparable al encontrado por Turkkahraman (2006), donde utilizó brackets cerámicos cementados sobre superficie de porcelana; y en el cual no encontró diferencia significativa entre el grupo al cual se le realizaba el microarenado

más grabado ácido, más silano (10.45 ± 1.15 ; $P > 0.05$) y aquel al cual solo se le colocó grabado ácido más silano (11.38 ± 1.65).

Concuerda con Karan (2007), en su estudio donde comparo diferentes tipos de porcelanas y diferentes protocolos de cementado y encontró que todos los métodos exceptuando el microarenado solo, que fue el que peor se comportó; los demás todos fueron efectivos, luego de colocar ácido mas silano obteniendo 13.4 MPa; en su experimento encontró que HF sin silano obtuvo mejores resultados 14.7 MPa.

Gillis (1998) encontró menores daños a la superficie de porcelana (10%), en las muestras donde se uso el silano; la fuerza de adhesión a la porcelana era mayor por lo que la falla de la adhesión es cohesiva en la interfase bracket - resina, lo que permite que la porcelana se mantenga en mejores condiciones. Encontró que no hay diferencias significativas en la fuerza de adhesión, comparándola con métodos que no requieren eliminar el glaseado. Mientras que Bourke (1999) encontró que el microarenado ocasiona daños permanentes a la estructura de la porcelana, creando microfracturas, haciendo imposible mantener la restauración luego de finalizado el tratamiento ortodóntico.

Es importante recordar que al microarenar la porcelana se pierde el glaseado superficial y que este es difícil de recuperar al remover la aparatología al finalizar el tratamiento, por lo tanto no solo se debe pensar en lograr una gran fuerza de adhesión entre la resina y la porcelana, sino también en preservar la integridad de la superficie de porcelana (Palacios et al, 2004)

Además al perder el glaseado se pierde la propiedad que este le otorga a la porcelana de resistencia frente a la propagación de fractura de la porcelana (Kao, 1988; Gillis, 1998; Zachrisson, 1996).

Palacios et al (2004) demostró que en los grupos donde se asperiza la porcelana más grabado más silano se obtienen mejores resultados de unión entre la porcelana y la resina, resultando fracturas de tipo cohesivas (fracturas entre el bracket y la resina, permaneciendo la resina pegada a la porcelana) disminuyendo el daño a la porcelana ; sin embargo esta remoción nos deja la dificultad de una vez terminado el tratamiento y retirado los excesos de resina de la superficie de porcelana, tener que devolver el brillo inicial de la porcelana.

Enfocados en lo mencionado anteriormente, podemos recomendar utilizar el protocolo del grupo 3 de este estudio que consiste en colocar silano luego de grabada la superficie de porcelana sin ser microarenada; ya que los resultados obtenidos fueron estadísticamente similares al grupo 4 que presento los mayores resultados de fuerza de adhesión del bracket a la superficie de porcelana; el grabado con ácido fluorhídrico de la superficie de porcelana no daña mayormente las características de la superficie; con esto al finalizar el tratamiento obtendremos una superficie de porcelana con aspecto pos descementado similar al inicial.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSION

- Se logró determinar que el uso del silano y microarenado juntos en el mismo protocolo de adhesión mejora la adhesión del bracket metálico a la superficie de porcelana.

- La técnica más apropiada para cementado de brackets metálico sobre superficie de porcelana es microarenado de la superficie por 3 segundos, luego grabado de la superficie con ácido fluorhídrico, luego aplicar una capa de silano y dejar por 1 minuto y luego cementar el bracket.

- El uso del silano sin microarenar previamente la superficie de porcelana también se puede considerar un método efectivo para lograr la adhesión a la superficie de porcelana, ya que se encontraron valores menores que el grupo de Silano + microarenado, sin embargo la diferencia entre ambos grupos no fue significativa; Considerando que según lo encontrado en la literatura al microarenar la superficie se logran cambios que afectan la porcelana irreversiblemente poniendo en riesgo el mantener la misma en boca luego de remover los aparatos, y teniendo en cuenta este resultado, es preferible utilizar el protocolo de solo silano, sobre todo en áreas anteriores, donde la estética es de gran importancia.

- Clínicamente se podría considerar utilizar diferentes combinaciones en técnicas de acondicionamiento y adhesión para obtener mayor fuerza de cementación de los aditamentos en el sector posterior, donde la estética no sea tan importante y en los dientes anteriores utilizar técnicas

que no proporcionen tan alta resistencia, pero que al retirar los brackets preserve mayor estética en la superficie.

- Solo microarenar la superficie de porcelana previo a el grabado ácido no obtuvo resultados favorables en la adhesión según este estudio.

- En este estudio in vitro se utilizó una fuerza de tracción pura a diferencia de las fuerzas en boca durante la masticación que son combinadas, es por esto que los valores de resistencia a la tracción encontrados no son totalmente aplicables a lo que ocurre en boca.

7.2. RECOMENDACIONES

Para próximos estudios sobre adhesión de bracket metálico sobre porcelana:

- Se sugiere realizar más estudios in vitro con mayor número de muestras y de igual manera considerar estudios clínicos in vivo.
- Evaluar el tipo de falla cohesiva o adhesiva en la unión entre bracket/resina o resina/ porcelana.
- Realizar estudios con diferentes tiempos de exposición del grabado ácido.
- Considerar factores como las condiciones de almacenaje de las pruebas, cambios de humedad o temperatura, contaminación del material utilizado, condiciones de los equipos utilizados durante la preparación de las muestras, todas estas pueden provocar variaciones en los resultados.

Se exhorta a la Vicerrectoría de investigación y posgrado, realizar convenios formales con otras universidades, de manera que se facilite al investigador realizar los experimentos en el caso de que la Universidad de Panamá no cuente con la maquinaria necesaria.

Referencias bibliográficas

- Fernandez Palomino. Degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos de látex según el tiempo de uso empleado en ortodoncia : estudio in vitro. 2014. Perú.
- Inagaki A, Chigira H, Itoh K, Wakumoto S. Effects of self-etching primers on dentin. *Dent Mater* 1989; 5: 403-7.
- Phillips R. La ciencia de los materiales dentales de Skinner. Novena ed. México: Ed. Interamericana McGraw-Hill; 1993:22-7, 240-6.
- Palacios S. Santatelices P. Estudio in vitro de la Resistencia a la Tracción de Brackets Metálicos Cementados con una Resina Compuesta de Fotocurado sobre Porcelana Feldespática. *Revista dental de Chile* 2004;95(2):10-16.
- Zachrisson YO, Zachrisson BU, Büyükyilmaz. Surface preparation for orthodontic bonding to porcelain. *Am J OrthodDentofacialOrthop*. 1996; 109(4): 420-30.
- Craig, R. G., Powers, J. M., Wataha, J. C. 2000. *Dental materials*. Editorial Mosby. Missouri, EE.UU.
- Bourke BM, Rock WP. Factors affecting the shear bond strength of orthodontic brackets to porcelain. *Br J Orthod*. 1999; 26: 285–90.
- Trakyal G, Malkondu Ö, Kazazoglu E, Arun T. Effects of different silanes and acid concentrations on bond strength of brackets to porcelain surfaces. *Eur J Orthod*. 2009; 31: 402-6.
- Wood DP, Jordan RE, Way DC, Galil KA. Bonding to porcelain and gold. *Am J Orthod*. 1986; 89: 194-205.

- Smith GA, McInnes-Ledoux P, Ledoux WR, Weinberg R. Orthodontic bonding to porcelain--bond strength and refinishing. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1988;94(3):245–252.
- Nebbe Brian, Errol Stein, Johannesburg, South Africa, Orthodontic brackets porcelain surfaces bonded to glazed and deglazed. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996; 109:431-6
- Cochran D, O’Keefe KL, Turner DT, Powers JM. Bond strength of orthodontic composite cement to treated porcelain. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997;111(3):297–300.
- Gillis I, Redlich M. The effect of different porcelain conditioning techniques on shear bond strength of stainless steel brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998; 114: 387-92
- Zachrisson BU. Orthodontic bonding to artificial tooth surfaces: Clinical versus laboratory findings. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000;117(5):592–594.
- H. Kato, H. Matsumura, M. Atsuta. Effect of etching and sandblasting on bond strength to sintered porcelain of unfilled resin. *Journal of oral rehabilitation.* 2000 27; 103 -110.
- Ilken Kocaderell, Senay Canay, Klvanc Akca. Tensil bond strength of ceramic orthodontic brackets bonded to porcelain surfaces. Ankara Turkey. *Am Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 2001, 617-620.

- Schmage P, Nergiz I, Herrmann W, Özcan M. Influence of various surface-conditioning methods on the bond strength of metal brackets to ceramic surfaces. *Am J OrthodDentofacialOrthop.* 2003; 123: 540-6.
- Swartz, Michael. Reliable Porcelain Bonding. *Clinical Impressions* 2003. 22-23.
- Moreira Andre, Capelli Jonas. Revisión de la superficie de porcelana después de la remoción de brackets ortodóntico.R. *Dental Press Ortodon, Ortop Facial;* 2006. v. 11, n 5, 151-158.
- Nagayassu M., Shintome L., Uemura E., Araujo J. Effect of surface treatment on the shear bond strength of a resin- based cement to porcelain. *Braz dent.* 2006. 17(4): 290-295.
- S. Karan, T. B"uy"ukyilmaz, and M. S. Toro glu, "Orthodontic bonding to several ceramic surfaces: are there acceptable alternatives to conventional methods?" *American Journal of Orthodontic sand Dentofacial Orthopedics*, vol. 132, no. 2, p. 144, 2007.
- Saraç YS, Elekdag-Turk S, Saraç D, Turk T. Surface conditioning methods and polishing techniques effect on surface roughness of a feldspar ceramic. *Angle Orthod.* 2007; 77(4): 723-8.
- Aline Scalone Brentel, Mutlu Ozcanb, Luiz Felipe Valandroa, Lilian Alarca, Regina Amaral, Marco Antonio Bottino. Microtensile bond of a resin cement to feldespatic ceramic after different etching and silanization regimens in dry and aged conditions. *Dental Materials* 23. 2007. 1323 - 1331.

- Soberantes E, Encisco M, Robles Ana. Fuerza de adhesión directa de dos materiales para combinaciones dentales metal –cerámica. *Tecnol.ciencia Ed. IMIQ* 22(2): 94 – 100, 2007.
- Elham S. J. Abu Alhaija and Ahed M. S. Al-Wahadni. Shear bond strength of orthodontic brackets bonded to different ceramic surfaces. *European Journal of Orthodontics* 32. 2010. 274 -280.
- Vatarugegrid S, Viteporn S. Shear peel bond strength of metal bracket to porcelain surface treated with 1.23% acidulated phosphate fluoride gel. *CU Dent J.* 2010; 33: 109-18.
- Ballesteros C. Bermudez J. Coronel N. Comparación de la fuerza de adhesión de brackets utilizando dos métodos de acondicionamiento para porcelana. *Revista nacional de odontología.* 2010: 7-13.
- Mohammad S., Farzaneh A., Javad Ch., Amir H. Effect of adhesive type on the shear Bond Strength of metal brackets to two ceramic substrates. *Journal of dentistry, Tehran University of medical Sciences.* 2014; Vol 11, No. 2. 216-224.
- Ourahmoune R., Salvia M., Masrati N., Surface Morphology and Wettability of sandblasted PEEK and its Composites. *Scanning* Vol. 36, 2014. 64-75.
- Elham Moravej-Salehi¹, Elahe Moravej-Salehi² & Azam Valian³. Surface topography and bond strengths of feldspathic porcelain prepared using various sandblasting pressures. *Journal of Investigative and Clinical Dentistry* (2015), 0, 1–8.

- Amitoj Mehta, Carla Evans, Grace Viana, Ana- Bedran Russo, Maria Galang-Boquiren. Bonding of metal orthodontic attachments to sandblasted porcelain and zirconium surfaces. *BioMed Research International*. 2016. 1-6.
- Adult Orthodontics, Articles: Dental Health, California Dental Association Online, February 25, 2002.
- Kao EC, Boltz KC, Johnston WM. Direct bonding of orthodontic brackets to porcelain veneer laminates. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1988; 94(6):458–468..
- Begg, choice of bracket for the light wire technique. Begg, J *Theory Treat*, 1962; 1: 11-17.
- Manuel Toledano, Raquel Osorio, Estrella Osorio, Alejandro Romeo, Blanca de la Higuera, and Franklin García-Godoy (2003) Bond Strength of Orthodontic Brackets Using Different Light and Self-Curing Cements. *The Angle Orthodontist*: February 2003, Vol. 73, No. 1, pp. 56-63.
- Lorenzo Breschi, Annalisa Mazzoni, Alessandra Ruggeri, Milena Cadenaro, Roberto Di Lenarda, Elettra De Stefano Dorigo. Dental adhesion review: Aging and stability of the bonded interface. *Bologna Italy. Scient direct no 24*. (2008) p. 90-101.
- Ozcan M. Review: evaluation of alternative intra-oral repair techniques for fractured ceramic-fused-to-metal restorations. *J Oral Rehabil* 2003; 30:194–203.
- George Rhodes. Sandblasting Process. 1938.
<https://patents.google.com/patent/US4802312>.

- Fonz Font, Antonio / Solá Ruiz, M^a Fernanda / Martínez González, Amparo / Casas Terrón, Javier. Clasificación actual de las cerámicas dentales. RCOE. Revista del consejo de Odontólogos y Estomatólogos, 2001 Dic; 6(6). P. 645-656.
- Ciocan D, Dragos S. Anchorage of the modern orthodontic appliances. Annals of the University Dunarea de Jos of Galati 2012; 17: 83.
- E. Wong. Estudio Comparativo sobre la fuerza de resistencia a la tracción entre un cemento a base de resina compuesta convencional y otro a base de resina compuesta autoadhesiva, utilizados en la cementación de brackets.2017.
- Knox J, Hubsch P, Jones ML, Middleton J. The influence of bracket base design on the strength of the bracket-cement interface. Br J Orthod 2000; 27: 249 - 54.
- Gomes Moreira M.A. Sistemas adhesivo autograbadores en esmalte: ventajas e inconvenientes Avances en Odontoestomatología. Vol.20 no.4 Madrid jul./ago. 2004.
- Canut- Brusola J.A. (1991). Ortodoncia clínica. Barcelona. Ed. Masson-Salvat.
- Harary D. (1994) The orthodontic grasshopper. J. Clin. Orthod. 28. 210.
- Herrera E. Fracaso en la adhesión. Av. Odontoestomatol 2005; 21(2):63-69.
- Technical Specification the Internacional Organization Standardization ISO/TS 11405: Second edition 2003-02-01 Dental materials—Testing of adhesion to tooth structure Terms and definitions 3.5.
- Trimpeneers LM, Verbeeck RMH, Dermaut LR, Moors MG. Comparative shear bond strength of some orthodontic bonding resins to enamel. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1990; (98): 417-421. 4.

- Bishara SE, VonWald BA, Olsen ME Laffon JF, Jakobsen JR. Effect of light cure time on the initial shear bond strength of a glass-ionomer adhesive. *Am J Orthod Dent.* 2000; 117 (2): 164- 168.
- Barcelo F, Palma C. *Materiales Dentales: Conocimientos básicos aplicados.* Editorial Trillas; 2003
- http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en_EU/orthodontics_EU/Unitek/products/bonding-banding/direct-bonding/transbond-xt-light/.2014.
- Kazem Dalaie1, Armin Mirfasihi2, Solmaz Eskandarion3, Sattar Kabiri4. Effect of bracket base design on shear bond strength to feldspathic porcelain. *European Journal of Dentistry*, Vol 10 / Issue 3 / Jul-Sep 2016. 351-355.
- Peñarrocha Diago, Pobo Blasco M., Pascual Moscardó A. Análisis comparativo de dos bases de bracket. Un estudio in vitro. *Revista Gaceta Dental.* 3 Mar, 2009.
- Smith et al. A comparison of three brackets bases: An in vitro study. *British J Orthod* 1991; 18: 29-35
- Osama Ahmed. Orthodontic brackets. March 23, 2016. https://www.slideshare.net/lubna_aborob/orthodontic-brackets-59935861.
- Suñol L. (1979) La porcelana dental y su elaboración en España. *Prótesis técnica dental.* jul-sept, 17-20.
- Faus-Llacer V. y Fomer-Navarro L. Restauraciones con materiales rígidos. En *Manual de odontología.* Barcelona. Ed. Masson-Salvat. pág. 669-80

- Jiménez-Planas A et al. (1996) Sistemas adhesivos en, Vega del Barrio J.M., eds, Materiales en Odontología. Fundamentos biológicos, clínicos, biofísicos y físico-químicos. Madrid, Ed. Avances, 315-331.
- Milagros Adobes Martin. Estudio in vitro de la fuerza de adhesión de brackets estéticos sobre superficies de porcelana: influencia de los distintos tratamientos aplicados. Universidad de Valencia. España. 1999.UMI.
- Fons Font, Antonio / Solá Ruiz, M^a Fernanda / Martínez González, Amparo / Casas Terrón, Javier. Clasificación actual de las cerámicas dentales. RCOE. Revista del consejo de Odontólogos y Estomatólogos, 2001 Dic; 6(6). P. 645-656.
- Sonis A. (1996) Air abrasión of failed bonded metal brackets, A study of shear bond strength and surface characteristics as determined by scanning electron microscopy. Am. J.Orthod. Dentofac. Orthop. .110. 96-8.
- Iruretagoyena, Marcelo. Salud dental para todos. Argentina. Abril 2014.
<https://www.sdpt.net/CCMS/CAR/microabrasivo.htm>.
- Chen J., Matsumura H. , Atsuta M. (1998) Effect of different etching periods on the bond strength of a composite resin to a machinable porcelain. J. Dent. ,26, 53-58.
- Bisco. <https://www.bisco.com/porcelain-etchant>.2018
- Harris A M , Joseph V P , Rossouw P E 1992 Shear peel bond strengths of esthetic orthodontic brackets . American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics 102 : 215 – 219.

- SHIMADZU CORPORATION. International Marketing Division 3. Kanda-Nishikicho 1-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 101-8448, Japan Phone: 81(3)3219-5641 Fax. 81(3)3219-5710 URL <http://www.shimadzu.com>
- Reynolds IR, von Fraunhofer JA. Direct bonding in orthodontic attachments to teeth: the relation of adhesive bond strength to gauze mesh size. *Br J Orthod* 1975; 3:91-5.
- Kern M, Fechting T, Strub JR. Influence of water storage and thermal cycling on the fracture strength of all-porcelain, resin bonded fixed partial dentures. *J Prosthet Dent* 1994; 71:251-6.
- Kao EC, Johnston WM. Fracture incidence on debonding of orthodontic brackets from porcelain veneer laminates. *J Prosthet Dent* 1991;66:631-7.
- Chung CH, Bredlinger EJ, Bredlinger DL, Bernal V, Mante FK. Shear bond strengths of two resin-modified glass ionomer cements to porcelain. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999; 115:533-5.
- Bourke BM, Rock WP. Factors affecting the shear bond strength of orthodontic brackets to porcelain. *European journal of Orthodontics*. 2007; 386- 389.
- Türkkahraman H, Küçükesmen C. Porcelain surface conditioning techniques and the shear bond strength of ceramic brackets. *Eur J Orthod*. 2006; 28: 440-3.
- Gerald Anthony Smith, DMD, Pamela McInnes-Ledoux, BDS, MSc(Dent.), William Ross Ledoux, DDS, and Roger Weinberg, PhD. New &leans, La. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988;94: 245-52.) Orthodontic bonding to porcelain-Bond strength and refinishing.

M. Powers, W. Farah, L. O’Keefe, B. Kolb, and G. Udrys, *Guide to All-Ceramic Bonding*, Kuraray America Inc., New York, USA, 2011.

P. V. Girish, U. Dinesh, C. S. R. Bhat, and P. C. Shetty, “Comparison of shear bond strength of metal brackets bonded to porcelain surface using different surface conditioning methods: an in vitro study,” *Journal of Contemporary Dental Practice*, vol.13, no. 4, pp. 487–493, 2012

Luisana Nataly Luzuriaga Cevallos. Estudio in vitro sobre la fuerza de adhesión y resistencia a la tracción de brackets metálicos cementados sobre porcelana mediante dos protocolos de adhesión. Quito, abril de 2015.

Christian Alanuca Chumbi, Dr. Raúl Chumi T.
<http://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2015/art24.asp> Revista
 Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría Depósito Legal N°:
 pp200102CS997 - ISSN: 1317-5823 - RIF: J-31033493-5 - Caracas –
 Venezuela.

Yamada T., Smith D. y Maijer R. (1988) Tensile and shear bond strengths of orthodontic direct-bonding adhesives. *Dent. Mater.* 4 .243-50

López-Álvarez J. (1987) *Técnicas de laboratorio en prótesis fija*, Madrid, Ed. Gráficas Martacolor.

Martínez Rus, Francisco; Pradíes Ramiro, Guillermo; Suárez García, M^a Jesús;
 Rivera Gómez, Begoña .*RCOE* vol.12 no.4 oct. /dic. 2007.

M. Powers, W. Farah, L. O’Keefe, B. Kolb, and G. Udrys, *Guide to All-Ceramic Bonding*, Kuraray America Inc., New York, NY,USA, 2011.

- P. V. Girish, U. Dinesh, C. S. R. Bhat, and P. C. Shetty, "Comparison of shear bond strength of metal brackets bonded to porcelain surface using different surface conditioning methods: an in vitro study," *Journal of Contemporary Dental Practice*, vol.13, no. 4, pp. 487–493, 2012.
- J Adv Prosthodont.* 2016 Oct;8(5):404-410. English. Published online October 21, 2016. <https://doi.org/10.4047/jap.2016.8.5.404> 2016 The Korean Academy of Prosthodontics.
- Shirin Lawaf, Ezatallah Jalalian, Roshanak Roshan, and Arash Azizi. Effect of GLUMA desensitizer on the retention of full metal crowns cemented with Rely X U200 self-adhesive cement. *European Journal of Orthodontics* 29 (2007) 386–389.
- www.Irq.es/certificaciones/iso-13485-norma-calidad. SEEMA k. The influence of orthodontic bracket base design on shear bond strength. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003; 124(1):74-82
- MacColl GA, et al. The Relationship between bond strength and orthodontic bracket base surface area with conventional and microetch foil-mesh bases, *Am J Orthod* 1998; 113(3): 276-281.
- Uribe, G. *Ortodoncia teoría y clínica*. Editorial Corporación para investigaciones biológica. Medellín- Colombia; 2004:199-201
- Williams F. Cementos de ionomero vítreo modificados con resina como adhesivos de bracket ortodóntico. *Revista estomatol. Herediana.* 2000: 48-52.

- Al- Saleh M, El-Mowafy O. Bond strength of orthodontic brackets with new self adhesive resin cement. *Am J. Orthod Dentofacial Orthop.* 2010; 137(4): 528-533.
- Cohen S, Marulli R, Binder R. Shear bond strengths of chemically and light cured resin modified ionomers. *J Clin of Orthod.* 1998; 32 (7):423-426.
- Eira López Palacios, Gabriel Sáez Espínola. Propiedades físicas de cuatro adhesivos para brackets. Estudio comparativo. *Revista Mexicana de Ortodoncia.* Vol. 2, Núm. 1 Enero-Marzo 2014. 32-37.
- Kazem Dalaie¹, Armin Mirfasihi², Solmaz Eskandarion³, Sattar Kabiri⁴. Effect of bracket base design on shear bond strength to feldspathic porcelain. *European Journal of Dentistry*, Vol. 10 / Issue 3 / Jul-Sep 2016. 351-355.
- Peñarrocha Diago, Pobo Blasco M., Pascual Moscardó A. Análisis comparativo de dos bases de bracket. Un estudio in vitro. *Revista Gaceta Dental* | 3 Mar, 2009.
- Thurmond JW, Barkmeier WW, Wilwerding TM. Effect of porcelain surface treatments on bond strengths of composite resin bonded to porcelain. *J Prosthet Dent* 1994;72:355-9.
- Sorensen JA, Engelman MJ, Torres TJ, Avera SP. Shear bond strength of composite resin to porcelain. *Int J Prosthodont* 1991;4:17-23.
- Zelos L, Bevis RR, Keenan KM. Evaluation of the ceramic/ceramic interface. *AM J ORTHOD DENTOFAC ORTHOP* 1994;106:10-21.

- Eustaquio R, Garner LD, Moore BK. Comparative tensile strengths of brackets bonded to porcelain with orthodontic adhesive and porcelain repair systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988;94:421-5.
- Artun J, Bergland S. "Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid – etch pretreatment". *AJODO* 85: 333-40,1984.
- Sánchez, T., 2015: Estudio comparativo de la resistencia al desalojo en brackets nuevos, arenados y reciclados: Un estudio in vitro.-*ODOVTOS- Int. J. Dental Sc.*, 17-3 (September-December): 61-71.
- Harini T, Reddy S. Effect of an adhesion booster on the bond strength of new and recycled brackets. *Annals and Essences of Dentistry* 2011;3: 20-22.
- Fox NA, McCabe JF, Buckley JG. A critic of bond strength testing in orthodontics. *Br J Orthod.* 1994; 21(1):33-43.

Anexo

Figura 9 y 10. Proceso de preparación de las muestras. Montado de dientes sobre bloques de acrílico.



Figura 11 y 12.. Proceso de Microarenado del grupo correspondiente.



Figura. 13, 14, Proceso de cementación de muestras.



Figura. 15 y 16. Grabado con ácido fluorhídrico por 2 minutos y enjuague por 30 segundos.

Figura 17 y 18. Colocación y fotopolimerización de adhesivo



Figura 19 y 20. Cementación de bracket

Figura 21. Pruebas en maquina tensionadora de ensayo SHIMADZU AGS-J

